



mersem.org.tr

MERSEM 2021

TÜRKİYE II. ULUSLARARASI
MERMER VE DOĞAL TAŞ
KONGRESİ VE SERGİSİ

11TH INTERNATIONAL MARBLE &
NATURAL STONE CONGRESS AND
EXHIBITION OF TURKEY
10 - 11 ARALIK 2021 - DİYARBAKIR

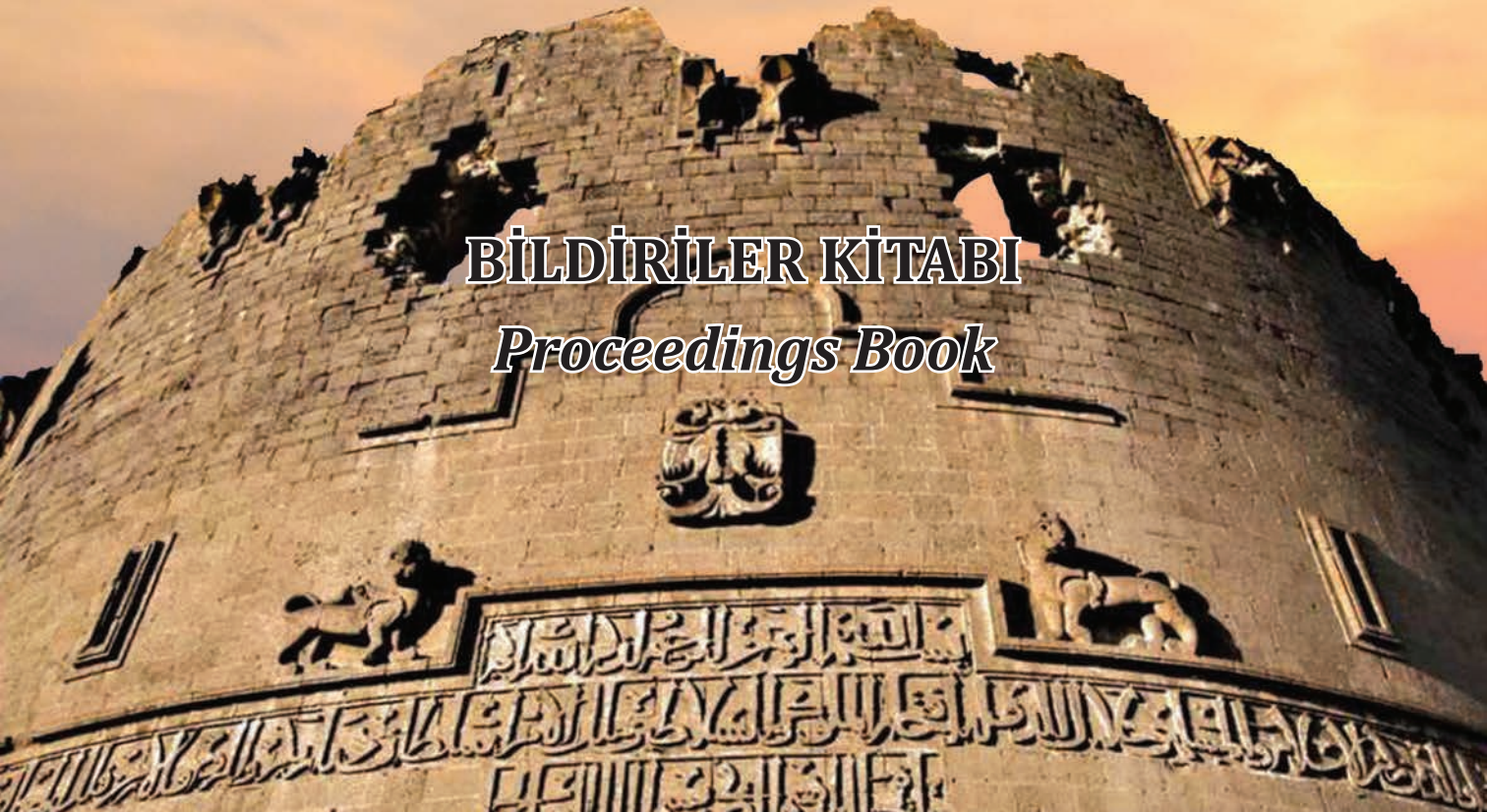
Editörler

Askeri KARAKUŞ
Deniz AYDIN
Didem EREN SARICI

Erhan ÇETİN
Murat ERDEMOĞLU
Murat YURDAKUL
Ogüz Ozan VAROL

BİLDİRİLER KİTABI

Proceedings Book



MERSEM 2021

Türkiye 11. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongresi ve Sergisi
11th International Marble and Natural Stone Congress and Exhibition of Turkey

10-11 ARALIK 2021 - DİYARBAKIR

BİLDİRİLER KİTABI

Proceedings Book

ISBN: 978-605-01-1453-9

EDİTÖRLER/EDITORS

Askeri KARAKUŞ
Deniz AYDIN
Didem EREN SARICI
Erhan ÇETİN
Murat ERDEMOĞLU
Murat YURDAKUL
Ogün Ozan VAROL

Ankara, 2021

DÜZENLEME KURULU
ORGANIZING COMMITTEE

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI DİYARBAKIR ŞUBESİ
CHAMBER OF MINING ENGINEERS DIYARBAKIR BRANCH

Başkan / President : Doğan HATUN
II. Başkan /2nd President : Esra ÇİÇEK MERCAN
Yazman /Secretary : Gülsüm GÜNER
Sayman / Accountant : Nuri ALPASLAN
Üyeler /Members : Deniz AYDIN
: Hakkı KAYA
: Muhammed Furkan SAMANCI

YÜRÜTME KURULU / EXECUTIVE BOARD

Başkan / Chair : Dr. Erhan ÇETİN
(Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
II. Başkan /2nd Chair : Dr. Didem EREN SARICI
(İnönü Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
Sekreterler /Secretaries : M. Furkan SAMANCI
(Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi)
: Ogün Ozan VAROL
(Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
Sayman / Accountant : Nuri ALPASLAN
(Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi)
Üyeler /Members : Ali FIRAT
(Maden Mühendisleri Odası Malatya İl Temsilcisi)
: Dr. Askeri KARAKUŞ
(Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
: Dr. Deniz AYDIN
(Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
: Dr. Murat ERDEMOĞLU
(İnönü Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü)
: Dr. Murat YURDAKUL
(Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Kuyumculuk ve Mücevher Tasarımı Bölümü)
: Felat GÖKDEMİR
(Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi)
: Hakkı KAYA
(Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi)
: M. Hanifi ERGİN
(Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi)

BİLİMSEL KURUL / SCIENCE BOARD

Angel FAZ CANO

(Professor, Universidad Politécnica de Cartagena, İspanya)

Askeri KARAKUŞ

(Prof. Dr., Dicle Üniversitesi)

Daniele MARTINELLI

(Assistant Professor, Politecnico di Torino, İtalya)

Deniz AYDIN

(Dr., Dicle Üniversitesi)

Didem Eren SARICI

(Doç. Dr., İnönü Üniversitesi)

Ece KUNDAK

(Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

Erhan ÇETİN

(Dr. Öğr. Üye., Dicle Üniversitesi)

Fakher J.M. AUOKUR

(Associate Professor The Hashemite University Prince Al

Hasan bin Talal Faculty for Natural Resources and Environment, Ürdün)

Luís Guerra ROSA

(Professor, Área Científica de Projecto Mecânico e

Materiais em Engenharia Departamento de Engenharia Mecânica,

Universidade de Lisboa, Portekiz)

Murat ERDEMOĞLU

(Prof. Dr., İnönü Üniversitesi)

Murat YURDAKUL

(Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)

Mustafa AYHAN

(Prof. Dr., Dicle Üniversitesi)

Raşit ALTINDAĞ

(Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi)

MERSEM 2021

TÜRKİYE II. ULUSLARARASI
MERMER VE DOĞAL TAŞ
KONGRESİ VE SERGİSİ

11TH INTERNATIONAL MARBLE &
NATURAL STONE CONGRESS AND
EXHIBITION OF TURKEY

SPONSORLAR

DESTEKLEYİCİ KURUMLAR



DİMER
GROUP

DİMER

Dimin



DIYAR
madencilik

AKMER-SAN
mermer



İMİB

İSTANBUL MADEN İHRACATÇILARI BİRLİĞİ

PUSULA
DOĞALTAŞ VE MADENCİLİK A.Ş.

OKAYTAŞ



DiSiAD
DIYARBAKIR SANAYİCİ VE İŞ İNSANLARI DERNEĞİ

ALACAKAYA

DIYARSARAY
MADENCİLİK

TMD
TÜRKİYE MADENCİLER DERNEĞİ
MINERS ASSOCIATION OF TURKEY

eib EGE İHRACATÇI BİRLİKLERİ

NEVA
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ HİZMETLERİ

ARI MADENCİLİK İNŞAAT TUR. TİCARET VE SANAYİ LTD. ŞTİ.

BAİB
BATI AKDENİZ İHRACATÇILAR BİRLİĞİ

DİMAD
DIYARBAKIR MERMERCİLER MADENCİLER DERNEĞİ

Simsek
GRUP İNŞAAT VE PET VE MADEN SAN. TİC. A.Ş.

ELBAT
MADENCİLİK



DİCLE
MERMER MARBLE

UNICORN
STONE

ÖNSÖZ

Saygıdeğer meslektaşlarımız, değerli sektör temsilcileri ve çalışanları, 10-11 aralık 2021 tarihlerinde Diyarbakır'da düzenlenen Türkiye 11. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongresi ve Sergisi'ne hoş geldiniz.

20 yılı aşkın bir süredir TMMOB Maden Mühendisleri Odası tarafından düzenlenmekte olan Mermer sektöründe Türkiye ve Dünya'nın önemli etkinliklerinden olan kongremiz, dünyanın ve Türkiye'nin çeşitli üniversiteleri, kamu kurum ve kuruluşları, ve özel sektör temsilcileri ve çalışanlarının destek ve katılımlarıyla gerçekleşmektedir.

Bu kongre sayesinde, mermer ocak ve fabrika işletmeciliği, sektörle ilgili hukuksal ve çevresel sorunlar, sektörel ekonomik değerlendirmeler ve mimari yaklaşımlar gibi bir çok konu ele alınacak ve üzerinde tartışılacaktır.

Bu kongre ve serginin, tüm bilimsel konuların ele alınmasının yanında, Türkiye ve dünyada mermer ve doğal taş kullanımının yaygınlaşmasına neden olması, Türkiye ve Diyarbakır taşlarının tanıtılmasını sağlaması ve katılımcılar arasında yeni işbirliği fırsatlarına sebep olması dileğiyle, sizleri Diyarbakır'da aramızda görmekten mutluluk duyuyoruz.

Dr. Erhan ÇETİN
MERSEM 2021
Yönetim Kurulu Başkanı

Doğan HATUN
TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Diyarbakır Şube Başkanı

PREFACE

Dear colleagues, industry representatives and employees, welcome to the 11th International Marble and Natural Stone Congress and Exhibition of Turkey, held in Diyarbakir on 10-11 December 2021.

Organized by the Chamber of Mining Engineers of Turkey for more than 20 years, our congress, which is one of important marble industry events in Turkey and the world, is held with the support and participation of various universities, public institutions and organizations, and private sector representatives and employees.

Thanks to this congress, many issues such as marble quarry and factory management, legal and environmental problems related to the sector, sectoral economic evaluations and architectural approaches will be discussed.

We are happy to see you among us in Diyarbakir, with the hope that this congress and exhibition will not only address all scientific issues, but also cause the use of marble and natural stone to become widespread in Turkey and the world, introduce Turkish and Diyarbakir stones, and create new cooperation opportunities among the participants.

Dr. Erhan CETIN

Chairman of the Board of Directors of
MERSEM 2021

Dogan HATUN

President of Diyarbakir Branch of
TMMOB Chamber of Mining Engineers

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Mermer ve Doğal Taş Sektöründe İstihdam ve İş Gücü <i>Employment and Labor Force in Marble and Natural Stone Industry</i>	1
Influence of Thermal Damage on Physico-Mechanical Properties of Carbonate Rocks <i>Karbonatlı Kayaçların Fiziksel-Mekaniksel Özellikleri Üzerinde Termal Hasarın Etkisi</i>	13
Türkiye Doğal Taş Sektörünün Yakın Gelecek Analizi <i>Near Future Analysis Of Turkish Natural Stone Industry</i>	20
Doğal Taş Ocaklarında Bazı Sayalama (Blok Ebatlama) Yöntemlerinin Verimlilik Analizi <i>Efficiency Analysis of Some Counting (Block Sizing) Methods In Natural Stone Quarries</i>	28
Mermer, Radyasyon ve İnsan Etkileşimi <i>Marble, Radiation and Human Interaction</i>	41
Türkiye Mermer İhracat Birim Fiyatı Analizi <i>Turkish Marble Export Unit Price Analysis</i>	52
Türkiye Mermerlerinin Ekonomik Değerlendirilmesi <i>Economic Analysis of Turkish Marbles</i>	62
Diyarbakır Surlarında Bazalt Taşı Kullanımı.....	73
Doğal Taş Maden Arama Ruhsat Müracaatı ve Arama Ruhsat Dönemleri <i>Application Exploration Mining License of Natural Stone and Periods of Exploration License</i>	81
Doğal Taş Maden Ruhsatları Açısından İşletme Faaliyet Raporu <i>Operation Activity Report in Terms of Natural Stone Mining Licenses</i>	87
Material Properties of An Ancient Stone Bridge: Perpira Bridge, Turkey.....	93
Midyat Bölgesindeki Doğal Taş Madencilikinin Geçmişten Günümüze Kazandırdıkları <i>Natural Stone Mining in Midyat Region From Past to Present</i>	100
Mermer Atıklarının Fasulye Yetiştiriciliğinde Kullanımın Araştırılması <i>Investigation of the Use of Marble Waste in Bean Cultivation</i>	108
Bir Mermer İşletme Tesisine Üç Ayrı Risk Analiz Metodunun Uygulanması <i>Application of Three Separate Risk Analysis Methods For A Marble Working Facility</i>	115
Değerlendirme: 2020 Yılı Türkiye Doğal Taş Sektörü <i>Evaluation: 2020 Turkey Natural Stone Industry</i>	127
Reclamation of a Tailing Pond by Aided Phytostabilization Using Zeolite, Limestone, Compost and Biochar.....	137
Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılan Mermer Plaka Kesim Artığının Kompozit Plaka Fiziksel Özelliklerine Etkisi <i>Effect of Marble Slab Cutting Rejects As Filler on Physical Properties of Composite Slab</i>	143

Geçmiş ve Gelecek Entegrasyonun Mobilya Tasarım Örneği Üzerinden İncelenmesi <i>Examination of Past and Future İntegration on Furniture Design Example</i>	153
Mermer Atıklarının Gaz Beton Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması <i>Investigation of Usage Opportunities of Marble Waste In Production of Aerated Concrete</i>	161
Yer Altı Doğaltaş Ocak İşletmeciliği ve İşletme Parametrelerinin Değerlendirilmesi <i>Underground Natural Stone Quarries and Evaluation of Operation Parameters</i>	172
Environmental and Sustainability Aspects of the Stone Industry	180
Yeni Türk Maden Kanunu Değişiklik Tasarısının Doğaltaş Sektörü Açısından İncelenmesi <i>Examination of the New Turkish Mining Law Draft Amendment in Terms of the Natural Stone Industry.....</i>	194
Doğal Taş Madenciliği ve Lojistik <i>Marble Mining and Logistics.....</i>	200

MERMER VE DOĞAL TAŞ SEKTÖRÜNDE İSTİHDAM VE İŞ GÜCÜ

EMPLOYMENT AND LABOR FORCE IN MARBLE AND NATURAL STONE INDUSTRY

D. Akbay ^{1,*}, G. Ekincioğlu ²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan MYO, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü
(*Sorumlu yazar: denizakbay@comu.edu.tr)

²Ahi Evran Üniversitesi, Kaman MYO, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü

ÖZET

Madencilik toplumların gelişmesinde, ekonomik olarak kalkınmalarında her zaman ilk sıralarda yer almıştır. Madenlerin doğaları gereği buldukları yerlerde işletilmeleri zorunludur. Madenler çoğunlukla işsizlik ve yoksulluğun yüksek olduğu önemli altyapı eksiklikleri bulunan kırsal bölgelerde yer almaktadır. Madenler bu bölgelerde yaşayan insanlara hem doğrudan hem de dolaylı olarak istihdam ve gelir sağlamaktadır. Ayrıca bu bölgelerdeki su, ulaşım, eğitim, sağlık vb. sosyal ve ekonomik ihtiyaçların giderilmesi konusunda önemli katkılar sağlamaktadır. Ülke istihdamı içinde 2021 yılı ilk çeyreğinde madencilik sektöründe doğrudan istihdam edilenlerin toplam istihdamdaki oranı %0,5'tir. Yaklaşık olarak 145 bin kişi doğrudan sektörde istihdam edilmektedir. Mermer ve doğal taş sektörü de madencilik içerisindeki en emek yoğun sektörlerden biridir. Son yıllarda madencilik sektörünün lokomotifi haline gelen sektörde artan üretim ile birlikte yeni iş olanaklarının yaratılmasıyla 2023 yılında sektörde takribi 500.000 kişiye doğrudan istihdam sağlanabilmesi planlanmaktadır. Yan sanayisi ile bu rakamın 800.000 kişiye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmada mermer ve doğal taş sektörünün doğrudan ve dolaylı olarak yarattığı mevcut ve potansiyel istihdam olanakları ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Doğal Taş, İstihdam, İş Gücü, Kalkınma.

ABSTRACT

Mining has always been at the forefront of the development of societies and their economic development. Due to their nature, mines must be operated where they are located. The mines are mostly located in rural areas where unemployment and poverty are high and there are significant infrastructure deficiencies. Mines provide both direct and indirect employment and income to the people living in these regions. In addition, water, transportation, education, health, etc. in these regions. It makes significant contributions to meeting social and economic needs. Within the country's employment, the ratio of those directly employed in the mining sector in the first quarter of 2021 to the total employed is 0.5%. Approximately 145 thousand people are directly employed in the sector. The marble and natural stone sector is also one of the most labor-intensive sectors in mining. In the sector, which has become the locomotive of the mining sector

in recent years, it is planned to provide direct employment to approximately 500,000 people in the sector in 2023, with the creation of new job opportunities with the increased production. It is estimated that this figure will reach 800,000 people with its sub-industry. In this study, current and potential employment opportunities created directly or indirectly by the marble and natural stone industry are discussed.

Keywords: Marble; Natural Stone; Employment; Labour Force; Development.

GİRİŞ

Türkiye’de 2000’li yıllardan bu yana sağlanan hızlı ekonomik büyümeye rağmen işsizlik oranlarında beklenen artışın gerçekleşmemiş olması büyümenin istihdam yaratamaması sorununu ortaya çıkarmıştır. Türkiye’de ekonominin istihdam yaratmadaki yetersizliğinin; emek piyasasına hâkim olan aşırı düzenlemelerin, vergi yükünün, ülkenin demografik yapısının, hala devam etmekte olan kırdan kente geçiş sürecinin, aşırı açık sermaye hesabının ve finansal spekülasyonların bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Şeref, 2018).

Literatürde işsizlik/ istihdam ve büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma söz konusudur. Bunun yanı sıra literatürde işsizlik/ istihdam ve büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran sektörel bazda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Kapsos, 2005; Mihçı ve Atılgan, 2010; Abdioğlu ve Albayrak, 2017; Şeref, 2018).

Günümüzde bazı kentler, o kentin yaşamasını sağlayan ve o kente hayat veren işlevlerin adıyla anılmaktadır. Bu kentlerde genellikle tek tip fonksiyon ve iş alanı hâkimdir. Bu tip kentlerde kimlik, işleve bağlı olarak ortaya çıkar. Sanayi kenti Kocaeli, üniversite kenti Eskişehir, turizm kenti Antalya ve maden kenti Zonguldak gibi şehirlerde kimlik, işleve bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kentlerin sosyal kimliği de büyük oranda ekonomik yapısına bağlı olarak gelişmiştir. Nitekim bir kentin sosyal kimliği; toplumsal yapı, ekonomik yapı ve nüfus hareketleri ile belirginlik kazanmaktadır (Adanalı, 2012).

Ülkemizde de maden ocakları; kentlerinin dokusunu, yerleşimini, sosyal ve ekonomik hayatını doğrudan şekillendirmiştir. Türkiye’nin en büyük maden kentlerinden Zonguldak, önceki adıyla Ereğli Kömür İşletmesi Müessesesi’nin (EKİ), sonraki adıyla Türkiye Taşkömürü Kurumu’nun (TTK) kurulması ile artan madencilik faaliyetleri sonucunda hızla göç almış ve Kozlu, Kilimli, Çatalağzı kentleri ile bütünleşerek dönemin İmar ve İskân Bakanlığı’nca 1973’te Zonguldak Metropolitan Alanı (ZMA) olarak ilan edilmiştir. Havzaya metropolitan alan isminin verilmesinin nedeni birbirine bitişik 4 ayrı şehir arazisinin toplam nüfusunun 150 binin üstünde olması; alandaki şehirlerin hepsinde çalışan nüfusun çok büyük bir yüzdesinin (%98) tarım dışı sektörlerde çalışması ve bunlar arasında günlük fiziki, sosyal, ekonomik ve fonksiyonel ilişkiler bulunmasıydı. Taşkömürünün bölgede bulunması nedeniyle kurulan Ereğli ve Karabük Demir Çelik İşletmeleri (Erdemir ve Kardemir), Çatalağzı Termik Santralı (ÇATES) ve Filyos Ateş Tuğla Fabrikası da ülke sanayisine katkıları yanında kentte istihdamı arttırmıştır (Adanalı, 2012).

Doğal taşlar, doğadan çıkarıldıktan sonra ticari olarak işletilebilen en eski inşaat malzemele-ridir. Tarih boyunca insanoglu tarafından yapılarda ve anıtlarda güzelliği, dayanıklılığı nedeniyle kullanılmıştır. Zamanla kullanımı artan doğal taşlar günümüzde özellikle inşaat, kaplama, döşeme, heykeltçilik, mezar taşı yapımı, mıcır, porselen ve cam sanayi, optik sanayi ve süs eşyası yapımında kullanılmaktadır. Doğal taş sektörü, son dönemde yeni üreticilerin de pazara girme-

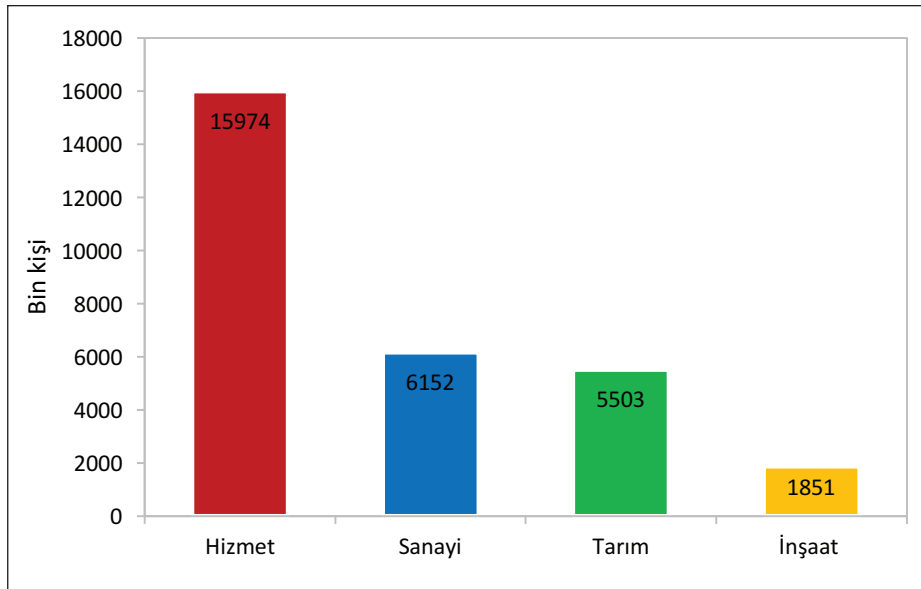
siyle ivme kazanan hem ülkemiz hem de dünya ticareti için önem arz eden sektörler arasındadır (İGM, 2021).

Dünyanın en zengin mermer yataklarının bulunduğu Alp kuşağında yer alan Türkiye, çeşit ve rezerv zenginliği, sektör deneyimi, ham madde bolluğu, deniz ulaşımında nakliye kolaylığı, dinamik sektör yapısı, kullanılan yeni teknolojiler ve geniş renk skalası ile dünya doğal taş piyasasında önemli bir yere sahiptir. Dünya pazarlarında beğeni kazanabilecek nitelikte doğal taş çeşidine sahip olan Türkiye’de, rezervler Anadolu ve Trakya boyunca geniş bir bölgeye yayılmıştır. Rezervlerin bölgelere göre dağılımı, Ege Bölgesi %32, Marmara %26, İç Anadolu% 11, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz Bölge’si %31 şeklindedir. Sektörde yaklaşık 1.500 adet doğal taş ocağı, fabrika ölçeğinde faaliyet gösteren 2.000 kadar tesis, orta ve küçük ölçekli 9.000 atölye faaliyet göstermektedir. İstihdam edilen kişi sayısı 300.000 civarındadır (İGM, 2021).

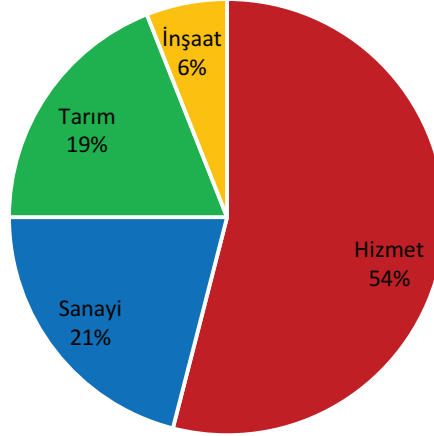
İSTİHDAM VERİLERİ

2021 yılı ağustos ayı itibari ile Türkiye’de iş gücü sayısı 32 milyon 671 bin kişi, istihdam 28 milyon 706 bin kişi, iş gücüne katılım oranı %51,2, istihdam oranı %45 ve işsizlik %12,1 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021a).

2021 yılı ağustos ayı itibariyle ekonomik faaliyete göre hizmet sektöründe 15 milyon 974 bin kişi, sanayi sektöründe 6 milyon 152 bin kişi, tarım sektöründe 5 milyon 503 bin kişi, inşaat sektöründe ise 1 milyon 851 bin kişi istihdam edilmiştir (Şekil 1). Başka bir ifadeyle İstihdam edilenlerin %54’ü hizmet, %21’i sanayi, %19’u tarım, %6’sı inşaat ise sektöründe yer almıştır (Şekil 2) (TÜİK, 2021a). Şekil 2’ye bakıldığında istihdam edilenler içindeki en büyük payın (yarısından fazlasının) hizmet sektöründe çalıştığı, ikinci olarak doğal taş sektörünün de içinde olduğu sanayi sektörünün yer aldığı görülmektedir.



Şekil 1. Ana sanayi grupları istihdam sayıları (TÜİK, 2021a).

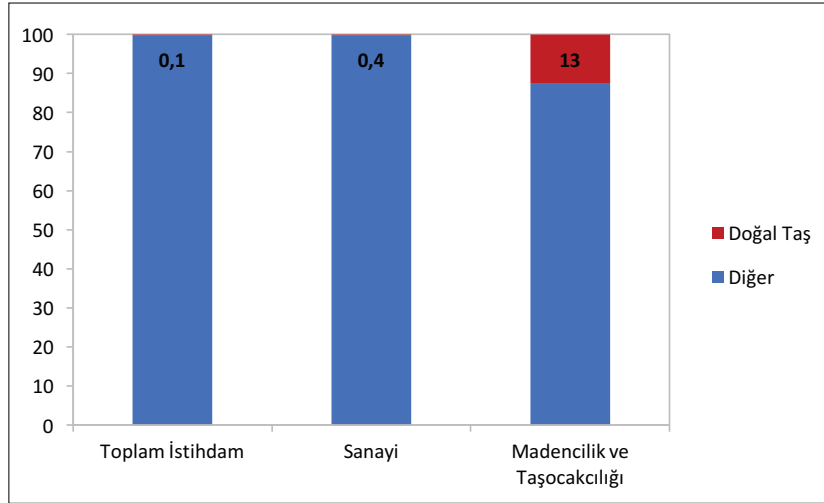


Şekil 2. Ana sanayi grupları istihdam sayılarının dağılımı (TÜİK, 2021a)

Sanayi, inşaat ve ticaret-hizmet sektörleri toplamında ücretli çalışan sayısı 2021 Ağustos ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %9,4 artmıştır. Ücretli çalışan sayısı bir önceki yılın aynı ayında 12 milyon 552 bin 434 kişi iken, 2021 yılı ağustos ayında 13 milyon 732 bin 736 kişi oldu. Ücretli çalışanların alt detaylarına bakıldığında; 2021 yılı ağustos ayında ücretli çalışan sayısı yıllık olarak inşaat sektöründe %12,5, sanayi sektöründe %9,4 ve ticaret-hizmet sektöründe %8,8 artmıştır (TÜİK, 2021a). İktisadî faaliyetlerin sınıflandırılmasında, mermer ve doğal taş sanayi, madencilik ve taş ocakçılığı altında yer almaktadır. Çizelge 1’de ücretli çalışanların sektörlere göre dağılımı verilmektedir. Şekil 3’e bakıldığında 13 732 736 ücretli çalışan içinde doğal taş sektöründe çalışanların toplam istihdam edilenlere oranı %0,1, Sanayi ana grubunda istihdam edilenlere oranı %0,4 ve Madencilik ve Taş Ocakçılığı’nda istihdam edilenlere oranı ise %13 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. Ücretli çalışanların sektörlere göre dağılımı (TÜİK, 2021b)

Sektör	Alt sektör	İstihdam (kişi)	Toplam (kişi)
Sanayi	Madencilik ve Taş Ocakçılığı	138 012	4 715 566
	İmalat	4 390 028	
	Elektrik, gaz, buhar	119 597	
	Su temini, kanalizasyon	67 929	
İnşaat	-	-	1 493 123
Ticaret ve hizmetler	Ticaret	3 045 713	7 524 047
	Ulaştırma ve depolama	1 000 493	
	Konaklama ve yiyecek	1 072 279	
	Bilgi ve iletişim	244 736	
	Finans ve sigorta faaliyetleri	201 667	
	Gayrimenkul	96 608	
	Mesleki, bilimsel ve teknik	603 941	
	İdari ve destek	1 258 610	
			13 732 736

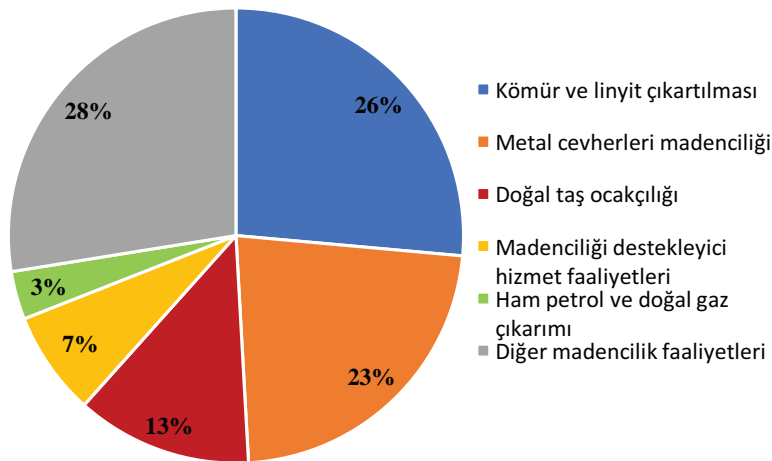


Şekil 3. Doğal taş ocaklarında çalışanların istihdam içindeki payı, % (TÜİK, 2021b)

Çizelge 2’de Madencilik ve Taş Ocaklığı’nda ücretli çalışanların alt sektörlere göre dağılımı verilmektedir. Şekil 4’e bakıldığında 138 012 ücretli çalışan içinde doğal taş ocaklığına çalışanların Madencilik ve Taş Ocaklığı’nda istihdam edilenlere oranı %13 olarak gerçekleşmiştir.

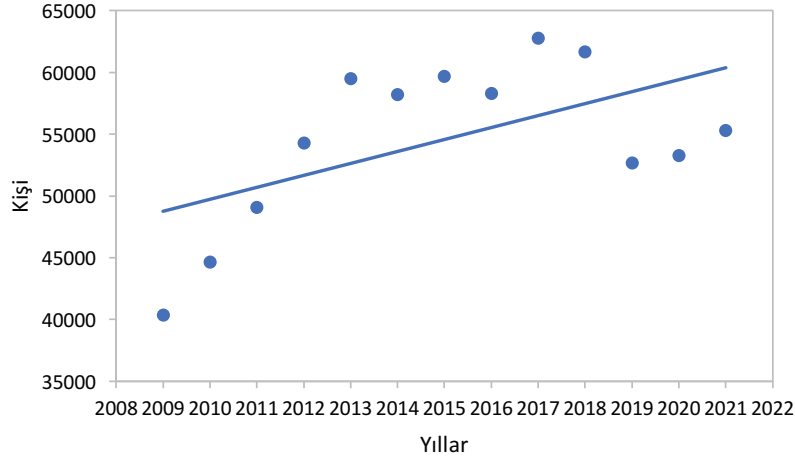
Çizelge 2. Ücretli çalışanların madencilik faaliyetlerine göre dağılımı (TÜİK, 2021b)

Sektör	İstihdam (kişi)	Toplam (kişi)
Kömür ve linyit çıkartılması	36 470	138 012
Metal cevherleri madenciliği	31 319	
Doğal taş ocaklığı	17 261	
Madenciliği destekleyici hizmet faaliyetleri	10 234	
Ham petrol ve doğal gaz çıkarımı	4 724	
Diğer madencilik faaliyetleri	38 004	



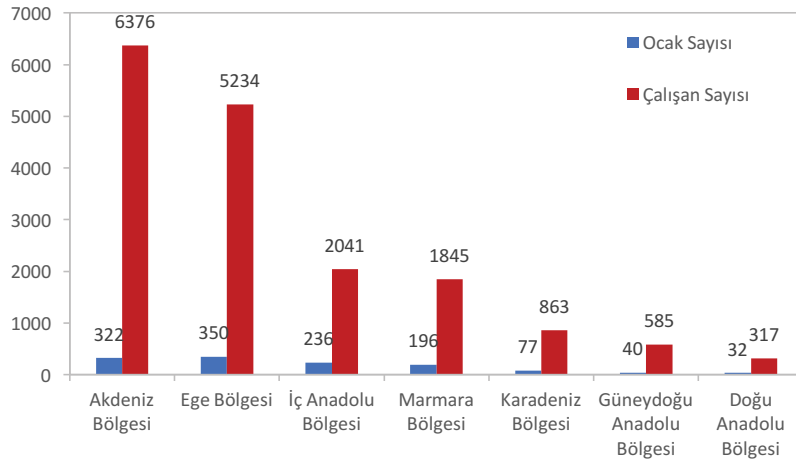
Şekil 4. Ücretli çalışanların madencilik faaliyetlerine göre dağılımı (TÜİK, 2021b)

Şekil 5'te Doğal Taş sektörünün de içinde yer aldığı Madencilik ve Taş Ocakçılığı sektörünün 2009 ve 2021 yılları arasındaki değişimi görülmektedir. 2009 yılından 2013 yılına kadar sektörde istihdamda hızlı bir artış meydana gelmiş, 2015 ve 2016 yıllarında Çin Halk Cumhuriyeti'nin inşaat sektörüne verdiği teşvikleri kısmasıyla çok sayıda küçük işletmenin kapanmasıyla sonraki yıllarda önce bir durağanlaşma sonrasında da azalış meydana gelmiştir. 2020 yılı itibarıyla tekrar bir hareketlenme başladığı görülmektedir.

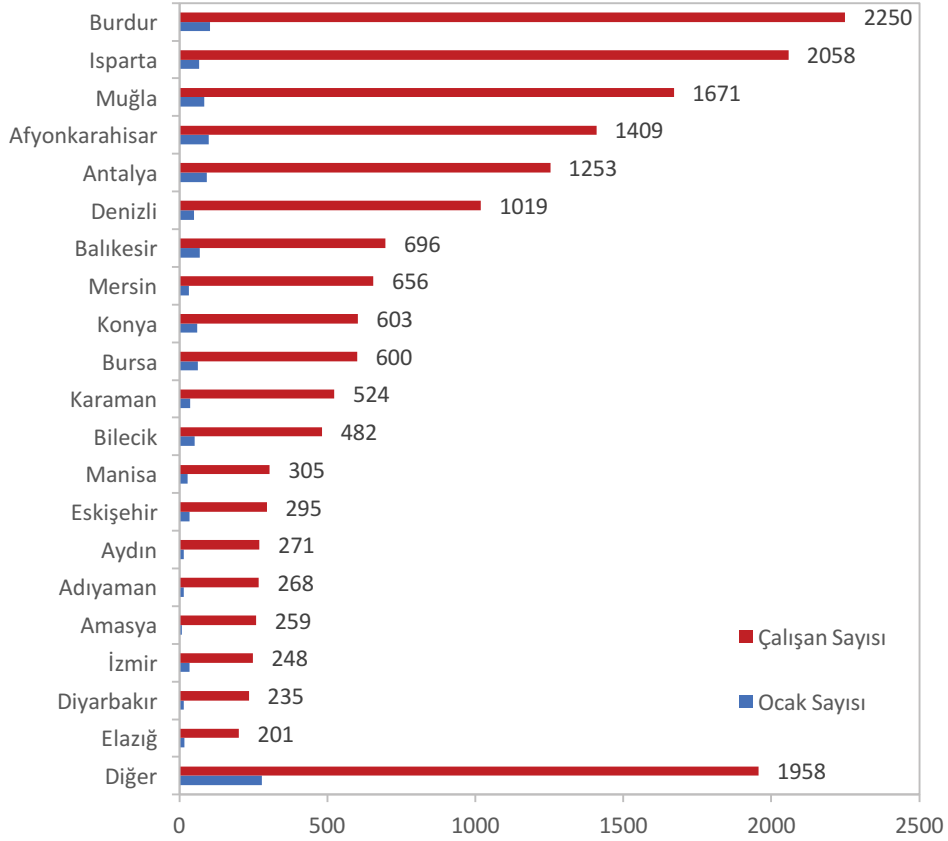


Şekil 5. Yıllara göre Madencilik ve Taş Ocakçılığı sektöründe ücretli çalışan sayısı (TÜİK, 2021b)

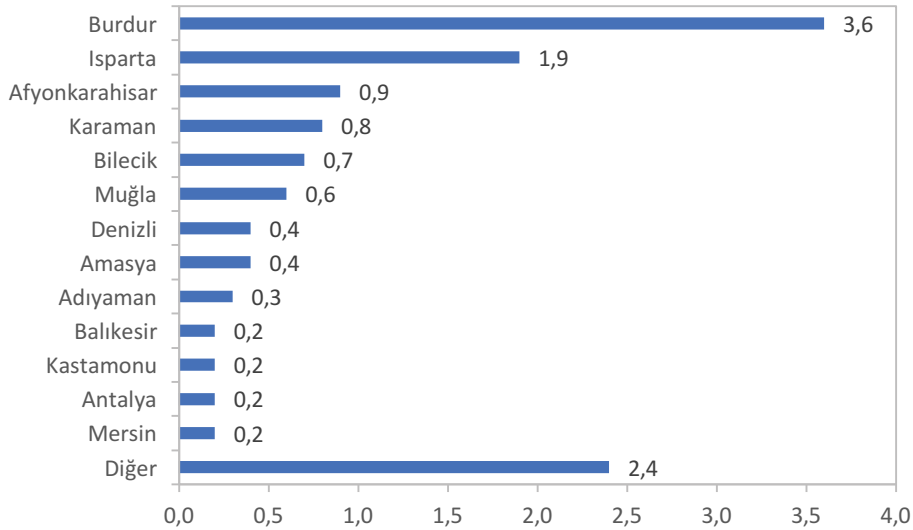
MAPEG (2021)'ten alınan verilere göre 2021 yılı doğal taş ocakçılığı sektöründe 1253 ocakta 17261 kişi çalışmaktadır. Çalışanların büyük kısmının ocak sayılarının da diğer bölgelere fazla olduğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde olduğu görülmektedir. Akdeniz Bölgesinde faaliyet gösteren 322 ocakta 6376, Ege Bölgesinde faaliyet gösteren 350 ocakta 5234 kişi çalışmaktadır (Şekil 6). Şekil 7'ye bakıldığında il bazında doğal taş ocaklarında 1000'den fazla işçi çalışan iller sırasıyla 2250 kişi ile Burdur, 2058 kişi ile Isparta, 1671 kişi ile Muğla, 1409 kişi ile Afyon, 1253 kişi Antalya ve 1019 kişi ile Denizli olmuştur. Şekil 8'de ise illere göre doğal taş ocaklarında çalışan sayısının zorunlu sigortalı çalışan sayısına oranı verilmiştir. Burdur %3,9 ile doğal taş ocaklarında çalışan sayısının zorunlu sigortalı çalışan sayısına oranının en yüksek olduğu il olmuştur. Onu %1,9 ile Isparta ve %0,9 ile Afyon izlemiştir.



Şekil 6. Bölgelere göre ocak ve çalışan sayıları (MAPEG, 2021)



Şekil 7. İllere göre ocak ve çalışan sayıları (MAPEG, 2021)



Şekil 8. Doğal Taş Ocak Çalışan Sayısı/Zorunlu Sigortalı Çalışan Sayısı, % (SGK İstatistik Yıllıkları'ndan hazırlanmıştır) (SGK, 2021)

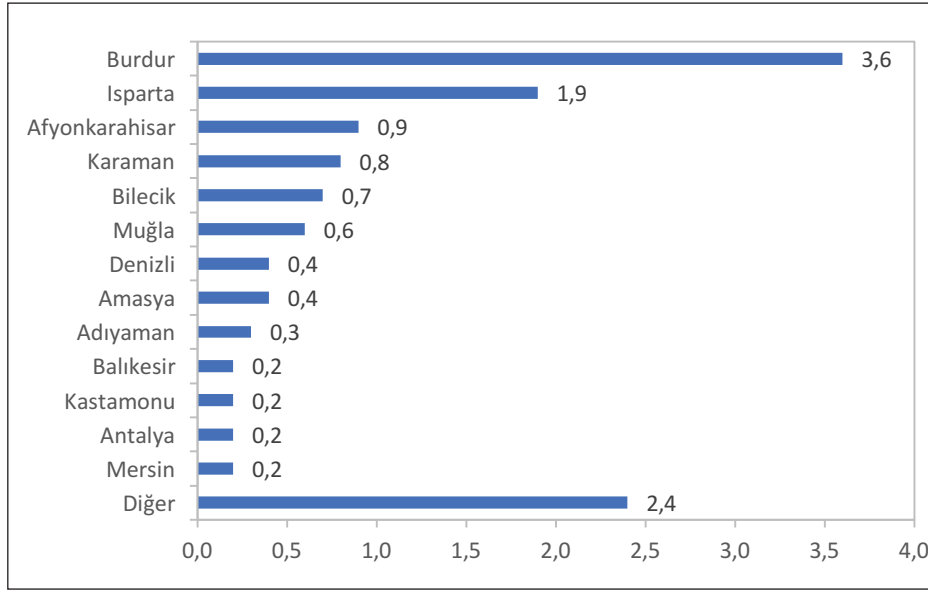
Büyük ölçekli maden üretimi, birçok ülkenin ekonomik ve toplumsal kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Madencilik, işsizlik ve yoksulluğun yüksek olduğu kırsal bölgelerde, gerek doğrudan gerekse söz konusu faaliyetin yarattığı yan ekonomik faaliyetler sonucu binlerce kişiye istihdam olanağı sağlamakta, istihdam ile yaratılan gelir, kırsalda üretilen mal ve hizmetlerin tüketilmesi bakımından da yaşamsal ve sürdürülebilir ekonomik döngü açısından da önem taşımaktadır (Demirdağ vd., 2018).

Madencilik katma değeri yüksek, emek yoğun bir sektördür. Bilimsel çalışmalara göre 1 maden çalışanı yanında 12 kişiyi daha istihdam etmektedir. Diğer bir ifadeyle maden ocağında çalışan bir kişi dolaylı olarak 12 kişiye daha iş imkânı yaratmaktadır. Hem istihdam boyutuyla hem de arz güvenliği boyutuyla yerli kaynaklara yönelmesi gerekmektedir. İstihdam yaratmada öncelikli sektör olan madencilik sektörünün önü açıldığı takdirde ve yeni üretim alanları devreye alındığı takdirde bu iş gücünün hızla artacağı tahmin edilmektedir (Demirdağ vd., 2018).

Doğal taş sektörü genelde kırsal kesimde açtığı ocaklarda yöre halkını çalıştırmakta, köylüye kendi memlekinde yeni bir iş imkânı sağlamakta, kırsalda bulunan ve tarım ile uğraşan kişilere ikinci bir seçenek sunmakta, köylünün kendi köyünde çalışarak kente göçünü önlemektedir. Genelde doğal taş sektörü diğer madencilik faaliyetlerine kıyasla daha az yatırımla istihdam yaratma özelliğine sahiptir. Bu kapsamda Türkiye genelinde TOBB Sanayi veri tabanında bulunan doğal taş ile ilgili alanda faaliyet gösteren firmaların üretim alanları ve üretim kodları Çizelge 3'te verilmiştir. 28.10.2021 tarihi itibarıyla Türkiye genelinde yaklaşık 3853 adet doğal taş sektöründe faaliyet gösteren firma (fabrika, atölye ve ocak) mevcuttur. Bu firmalarda da 2744'si mühendis, 1879'i teknisyen, 6351'ü usta, 66761'si işçi ve 7654'ü idari personel olmak üzere toplamda yaklaşık 85912 kişi istihdam edilmektedir (TOBB, 2021). Şekil 9'a bakıldığında 24323 kişi ile "23.70.12.10.00-Doğal taşlardan kaldırım döşemeleri, kaldırım kenar taşları, büyük ve yassı döşeme taşları (kayağantaşından (arduvaz - kayraktaşı) olanlar hariç)" alanında faaliyet gösteren firmaların istihdamda en büyük payı oluşturduğu görülmektedir. Onu 13838 kişi ile "08.11.11.33.00- Mermer ve traverten, ham veya kabaca tıraşlanmış" ve 10826 kişi ile "23.61.11.50.00-Karolar, döşeme taşları ve benzeri ürünler, çimentodan, betondan veya suni taştan olanlar (inşaat blokları ve tuğlaları hariç)" alanlarında faaliyet gösteren firmalar izlemektedir.

Çizelge 3. TOOB sanayi veri tabanı doğal taşla ilgili faaliyet alanları ve üretim kodları (TOBB, 2021)

-
- 08.11.11.33.00- Mermer ve traverten, ham veya kabaca tıraşlanmış
- 08.11.11.36.00-Mermer ve traverten, dikdörtgen veya kare bloklar ya da kalın tabakalar (slab) şeklinde kesilmiş
- 08.11.12.36.00-Granit, dikdörtgen (kare dahil) bloklar ya da kalın tabakalar (slab) şeklinde kesilmiş
- 08.11.12.90.01-Porfir (somaki taşı), bazalt ve diğer anıtsal/inşaat amaçlı taşlar, ham, kabaca tıraşlanmış/ yalnızca kesilmiş (kalkerli anıtsal/inşaat taşlarından yoğunluğu > 2,5 kg/10m³ granit, kumtaşları hariç) (Bazalttaşı - Tuvenan dahil) (Kuvarsit hariç)
- 08.12.12.50.02-Mermer granül ve parçaları
- 08.12.12.50.03-Mermer tozları
- 08.12.12.90.00-Traverten, ekosin, granit, porfir (somaki taşı), bazalt, kumtaşı ve diğer anıt taşlarının granül, mıcır ve tozları
- 23.61.11.30.00-İnşaat blokları ve tuğlaları, çimentodan, betondan veya suni taştan
- 23.61.11.50.00-Karolar, döşeme taşları ve benzeri ürünler, çimentodan, betondan veya suni taştan olanlar (inşaat blokları ve tuğlaları hariç)
- 23.70.11.00.01-Traverten; yontulmuş/kesilmiş, silinmiş/tornalanmış, süslenmiş veya heykeltıraşlık çalışması yapılmış
- 23.70.11.00.02-Su mermeri; yontulmuş/kesilmiş, süslenmiş veya heykeltıraşlık çalışması yapılmış
- 23.70.11.00.03-Mermerden salon süs eşyaları; heykeltıraşlık sanatına göre yontulmuş
- 23.70.11.00.04-Mermerden kurna, banyo ve lavabolar; heykeltıraşlık sanatına göre yontulmuş
- 23.70.11.00.05-Mermer; yontulmuş/kesilmiş, parlatılmış veya süslenmiş
- 23.70.11.00.06-Diğer mermer, traverten ve su mermeri; yontulmaya elverişli
- 23.70.11.00.07-Cilalanmış su mermeri, tezyin edilmiş/başka şekilde işlenmiş, yontulmamış
- 23.70.12.10.00-Doğal taşlardan kaldırım döşemeleri, kaldırım kenar taşları, büyük ve yassı döşeme taşları (kayağantaşından (arduvaz - kayraktaşı) olanlar hariç)
- 23.70.12.30.00-Karolar, küpler ve benzeri ürünler, dikdörtgen/kare şeklinde olsun veya olmasın, en geniş yüzeyi, kenar uzunluğu < 7 cm. olan bir karenin içine sığabilecek boyanmış granüller, küçük parçalar ve tozlar olanlar; suni olarak
- 23.70.12.70.00-İşlenmiş anıt veya bina taşları ve bunlardan yapılan ürünler (en geniş yüzeyi < 7 cm² olan ve granit veya kayağantaşından (arduvaz - kayraktaşı) yapılmış karolar, küpler ve benzeri ürünler hariç)
- 23.99.19.90.00-Başka yerde sınıflandırılmamış taştan veya diğer mineral maddelerden ürünler
-



Şekil 9. Doğal taşla ilgili faaliyet üreten firma sayıları ve istihdam durumları (TOBB, 2021)

Sonuç ve Öneriler

Her geçen gün büyüyen yapısıyla doğal taş madenciliği istihdama ve ekonomiye katkı sağlamaktadır. Tüm madencilik faaliyetleri içinde istihdam edilenler içinde doğal taş ocakçılığı %13 ile kömür ve linyit çıkarılması (%26) ve madenciliği destekleyici faaliyetlerin (%23) ardından üçüncü sırada gelmektedir. Bölgesel anlamda istihdamda en büyük katkısı zengin doğal taş yataklarına sahip olan Akdeniz ve Ege Bölgeleri almaktadır. İl bazında bakıldığında ise doğal taş ocakçılığında en çok çalışan sayılarının sırasıyla Burdur (2250 kişi), Isparta (2058), Muğla (1671), Afyon (1409), Antalya (1253) ve Denizli'de olduğu görülmektedir. Doğal taş ocak çalışan sayısının zorunlu sigortalı çalışan sayısına bakıldığında ise Burdur'un %3,6 ile başı çektiği görülmektedir. Doğal taş ocak çalışan sayılarının fazla olduğu iller arasında nüfus olarak en küçük il olan Burdur'da toplam sigortalı çalışan her 100 kişiden neredeyse 4'ünün doğal taş ocaklarında çalıştığı görülmektedir. Doğal taş ocakları istihdama doğrudan büyük katkı sağlamaktadır. Onu %1,9 ile Isparta ve %0,9 ile Afyon izlemektedir. TOBB sanayi verilerine (2021) incelendiğinde doğal taş ile ilgili faaliyet üreten firmalarda istihdam edilenlerin sayısı yaklaşık olarak 86 bin kişidir. Bu rakam toplam kayıtlı istihdam edilenlerin içinde binde 6,3'tür. Diğer bir ifadeyle Türkiye'de çalışan her bin kişiden 6'sı doğal taş ile ilgili faaliyet üreten bir firmada çalışmaktadır. Bu sayıya lojistik, ulaşım, yemek, giyecek, ekipman, sağlık vs. dahil edildiğinde doğal taş sektörünün istihdam açısından önemi daha iyi anlaşılacaktır.

İşsizliği azaltmak ve yüksek düzeyde bir büyüme oranı elde etmek bütün ülke ekonomilerinde olduğu gibi Türkiye ekonomisi için de büyük bir öneme sahiptir. Son yıllarda ekonomik büyümeye rağmen istihdamın istenilen boyutlara ulaştırılması noktasında Türkiye'nin de sorunlar yaşadığı bir gerçektir. Türkiye ekonomisi için ekonominin iş yaratma kapasitesinin yetersizliği, emek piyasasında hüküm süren aşırı düzenlemelerin varlığı, vergi yükü vb. sebepler istihdam yaratmayan büyüme sorununun oluşmasına zemin hazırlayan etkenler olarak sıralanmaktadır.

İşsizliğin azaltılması ve yüksek bir büyüme hızının sağlanması diğer tüm ülkeler için olduğu gibi ülkemiz için de büyük önem taşımaktadır. Son yıllardaki ekonomik büyümeye rağmen Türkiye'nin

istenilen istihdam düzeyine ulaşamadığı görülmektedir. Bunun nedenleri arasında firmaların istihdam yaratma kapasitelerinin düşük oluşu, aşırı bürokrasinin varlığı, yüksek istihdam vergilerinin neden olduğu yüksek işgücü maliyetleri, kayıt dışı istihdam ve işe uygun olmayan işgücünün sayılabilir.

Madencilik sektörü ise var olduğu günden bu yana yaratmış olduğu katma değer ve istihdam ile hem ekonomiye hem de büyümeye katkı sağlamıştır. Doğal taş sektörü, madencilik sektörü içinde en hızlı gelişen sektör konumundadır, ihracat kalemleri içinde ülkemizin lokomotif sektörlerinden biri olma yolunda hızla ilerlemektedir.

Doğal taş sektörü doğası gereği bulunduğu kırsaldaki, yakın olduğu köy gibi iş/istihdam açısından kısır olan bölgelerde bir iş bir ekmek kapısı anlamına gelmektedir ve çalışanın ayağına gelen iş niteliği taşımaktadır (Uzer, 2014). Böylece iş bulmak/çalışmak için büyük kente göçü engellemektedir.

Sektörün bulunduğu yöreye/bölgeye istihdam sağlamanın yanında ihtiyacı olan vasıflı iş gücünü de dışarıdan karşılamaktadır. Çalışmaya gelen işveren, yönetici, mühendis, işçi alışveriş yaparak esnafa alışveriş yapmakta, yeme içme sektöründen faydalanmakta, kazandığı paranın bir kısmını orada harcayarak ekonomiyi canlı tutmaktadır. Böylece bu işleri yapanların da dışarıya göçünü engellemektedir.

Doğal taş ocakları aynı zamanda, bulunduğu yörenin/bölgenin ihtiyaçlarını karşılamakta, yol, su, okul, kütüphane, halı saha vb. hizmetler için de hem maddi hem manevi destek olmaktadır. Böylece yörenin/bölgenin sosyo ekonomik olarak da katkı sağlamaktadır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmada kullanılmak üzere talep edilen değerli istatistik verilerini paylaşarak çalışmaya katkı sunan MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü)'e teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Adanalı, R. (2012). Keçiborlu Kükürt Fabrikası'nın Kapatılmasından Sonra Kentin Sosyo-Kültürel ve Ekonomik Özelliklerindeki Değişimler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 128 s.
- Demirdağ S., Altındağ R., Şengün N. ve Akbay D. (2018). Isparta Yerel Ekonomik Kalkınma Vizyonu 2018 Isparta İli Mermercilik ve Doğal Taş Sektörü Analizi. Konya, Adım Matbaacılık.
- Ihracat Genel Müdürlüğü (Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi) (2021). Doğal Taşlar Sektör Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, Ankara, 10 s.
- MAPEG (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) (2021). Resmi bilgi talebine verilen cevap. II-B-Grubu-Ruhsatlar-da-Ocak-ve-Äal²! an-Say²s². xlsx
- SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu) (2021). SGK İstatistik Yıllıkları, 2020. http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari (Erişim Tarihi: 28.10.2021)
- Şeref, S.Ç. (2018). Üretim- İstihdam İlişkisi: Sektörel Analiz. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 67 s.
- TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) (2021). TOBB - Sanayi Veri Tabanı. https://sanayi.tobb.org.tr/index_pass.php (Erişim Tarihi: 28.10.2021)

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2021b). TÜİK İş Gücü İstatistikleri <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Agustos-2021-37490> (Erişim Tarihi: 26.10.2021)

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2021b). TÜİK Ücretli Çalışan İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ucretli-Calisan-Istatistikleri-Agustos-2021-37505#:~:text=T%C3%9C%-C4%B0K%20Kurumsal&text=Sanayi%2C%20in%C5%9Faat%20ve%20ticaret%2Dhizmet,-732%20bin%20736%20ki%C5%9Fi%20oldu> (Erişim Tarihi: 26.10.2021)

Uzer, O. (2017). Mermercilik Sektörünün Ekonomik ve Toplumsal Kalkınmaya Etkilerinin Sosyolojik Analizi: Batı Akdeniz Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 154 s.

INFLUENCE OF THERMAL DAMAGE ON PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF CARBONATE ROCKS

KARBONATLI KAYAÇLARIN FİZİKSEL-MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE TERMAL HASARIN ETKİSİ

E. Akgül^{1,*}

(*Sorumlu yazar: elifakgul@mu.edu.tr)

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü

ABSTRACT

Effect of thermal damage on marble blocks has been investigated conducting the tests at temperatures of 25, 100, 200, 300, 400 and 500°C. Experimental works were performed on different carbonate rocks supplied from various marble quarries in Muğla Region. Shore hardness, P-wave velocity and the weight loss tests were made following each temperature step. P-wave velocity, Shore hardness and the weight values were observed to decrease after thermal damage tests.

ÖZET

Termal hasarın mermer bloklar üzerindeki etkisi 25, 100, 200, 300, 400 ve 500°C sıcaklıklarda testler yapılarak araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar Muğla Bölgesi'ndeki çeşitli mermer ocaklarından temin edilen farklı karbonatlı kayaçlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Shore sertliği, P-dalga hızı ve ağırlık kaybı testleri her sıcaklık adımını takiben yapılmıştır. Termal hasar testleri sonrasında P-dalga hızı, Shore sertliği ve ağırlık değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir.

INTRODUCTION

Rock that can be cut and polished is defined as marble in the natural stone industry. Marble is also named as metamorphosed rock containing limestone and dolomitic limestone at a rate of about 90-98% CaCO₃. Metamorphism causes the original carbonate mineral grains to change and re-crystallize. The resulting marble rock is typically from a series of carbonate crystals which interlock with each other (Johnson et al., 2017; Yüçetürk, 2010).

Marble blocks have many natural micro cracks and pores in their internal structures. Internal rock structure deteriorates with the increase and coalescence of cracks. This phenomenon changes the physical and mechanical properties of marble. High temperature results in thermal damage inside the rock. Heating and cooling cause a large number of micro cracks inside the rock (Liu and Xu, 2013).

Several researchers have investigated the effect of heating on the mechanical properties of different marble blocks. Yavuz et al. (2010) demonstrated the compaction of rock structure up to 150°C based on the microscopic investigations and ultrasonic pulse velocity evaluations. They

showed that induced calcite dilation had no significant damage effect on the rock sample. Also, compaction of rock structure was observed to lead to a rise in the ultrasonic pulse velocity and slight reduction in porosity. Brotóns et al. (2013) clarified the relationship between mechanical properties and heating temperature: The uniaxial compressive strength and elastic parameters decreased as the temperature increased for the tested range. Also, slake durability index was found to reduce with temperature. Uğur et al. (2014) evaluated the ratio of the ultrasonic velocity measurements before and after water saturation. They found the developed internal stress with the increasing temperature. The length and numbers of cracks were also observed to increase, and the higher pore shape factor and lower quality index values were obtained with the increasing temperature.

Zhang, et. al. (2016) studied on the thermal damage features of limestone and underlying mechanism. They identified that the ultrasonic pulse velocity, peak compressive strength and elastic modulus decreased with the increase of temperature in the experimental range, but the peak strain increased. Similarly, Peng et. al. (2016) studied the physical and mechanical behaviors of a thermally-damaged coarsely crystallized marble block in uniaxial compression experiments. They found that Young's modulus, uniaxial compressive strength, and the longitudinal wave velocity decreased gradually as the applied temperature increased whereas the peak strain increased corresponding to the peak strength.

In this work, experimental studies were carried out to measure and evaluate the thermal and mechanical properties of three different marble types: Muğla white marble, beige and travertine. The aim of this study was set as to reveal the resistance of Muğla white marble against thermal damage in relation to beige and travertine type marbles. Muğla white marble was selected as marble type of interest owing to its distinctive properties like fine crystalline structure, high purity and high carbonate content.

MATERIALS AND METHODS

Three different samples were used for the thermal damage tests. All these samples were collected from different marble quarries in Muğla Province, western Turkey, and appeared in different colors. These samples were cut into 150x150x150 mm³ for the experiments (Figure 1).



Figure 1. Pre-thermal damage (original samples)

All the experiments were carried out in Rock Mechanics and Natural Stones Research Laboratories of the Department of Mining Engineering at Muğla Sıtkı Koçman University. Thermal damage experiments were carried out in a muffle furnace (Protherm Furnace). Experiments were carried out to determine weight, *P*-wave velocity and Shore hardness values of the samples prior to and post-heating processes. Equotip 3 Shore Hardness Tester and Proceq Ultrasonic Test Machine were used for the analyzes.

In the experimental tests, six different temperature levels (25°C, 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C) were applied on three different kind of marbles. In this test, maximum temperature was applied as 500°C, owing to the fact that the samples were seen to disintegrate at higher temperatures.

Thermal damage experiments were consisted of three stages (Zhang, et. al. 2016): First, the samples were heated in a muffle furnace at the rate of 5°C/minute until the target temperature was reached. Then, each specimen was kept at its predetermined temperature for about 2 hours before the power was automatically cut off. After thermal treatment, the samples were cooled down naturally to room temperature in the furnace (Zhang, et. al. 2016).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Each sample was gradually heated to the step of temperatures. Table 1 displays experimental results of the samples. Also, the effect of sample size on weight, *P*-wave velocity and Shore hardness can be seen.

Table 1. The experimental results of the tests for samples at different temperature steps
(A: Muğla white; B: Beige; C: Travertine)

Sample	Temperature (°C)	Weight (gr)	<i>P</i> -wave Velocity (m/s)	Shore Hardness (SH)					
				x	n	s	max	min	R
A-15	25	8669.0	6988.8	49.8	40	3.31	61.9	42.6	10.4
	100	8669.0	5403.8	47.4	40	2.84	60.2	43	8.9
	200	8667.7	3966.5	46.4	40	2.95	56.0	42.5	9.0
	300	8667.1	3377.5	45.8	36	2.90	56.7	42.4	8.8
	400	8666.6	2401.3	18.6	20	1.60	54.0	0	4.6
	500	8665.8	2031.8	18.2	19	1.06	50.3	0	2.9
B-15	25	8554.4	4296.3	55.8	40	4.87	66.8	45.2	14.9
	100	8553.2	4307.0	53.9	40	5.82	66.8	42.9	18.6
	200	8548.0	3861.3	54.0	40	4.58	66.0	44.9	15.1
	300	8544.2	3148.8	55.4	40	4.58	66.1	45.8	14.6
	400	8539.8	2514.8	51.5	40	3.71	61.4	43.7	11.9
	500	8533.5	1722.8	49.0	40	3.65	58.7	43.1	11.3
C-15	25	8817.3	6137.0	63.4	20	4.17	71.5	51.1	15.1
	100	8816.3	6088.0	59.6	20	7.49	71.8	44.1	23.9
	200	8810.3	5944.0	61.7	20	6.95	70.8	47	21.7
	300	8806.0	5398.0	59.9	20	5.56	68.3	45.1	18.0
	400	8800.8	2864.0	57.5	20	6.78	66.3	43.5	20.3
	500	8787.5	1392.5	51.9	21	4.82	59.8	42.4	16.1

A negligibly slight decrease (0.037%) in the weight was observed in sample A-15. As the temperature increases, relatively higher losses in weights of the samples were observed for the samples B-15 (0.24%) and C-15 (0.34%).

P-wave velocities of the same samples were also evaluated. Results indicate that the highest decrease in *P*-wave velocity was noted in sample C-15 (77%). Samples A-15 and B-15 yielded lower decreases in *P*-wave velocity values to be 71% and 60%, respectively. Depending on the crystalline structure, *P*-wave velocities was thought to decreased from C to A (Brotóns et al., 2013; Uğur et al., 2014; Yavuz et al., 2010).

When Shore hardness values were scrutinized, a wide difference was noticed in the results of sample A-15 and the samples B-15 and C-15. Shore hardness value of sample A-15 was reduced by 63% at 500°C temperature while the reduction in samples B-15 and C-15 was determined to be 12% and 18% at the same temperature, respectively. This can be explained by more destructive degradation in sample A-15 as the temperature increases and difficulty encountered during the acquisition of Shore hardness values (Brotóns et al., 2013; Peng et. al., 2016; Zhang, et. al., 2016).

When the effect of temperature on sample weight loss values is examined, it is seen that this value is quite high in samples B and C. However, the lowest weight loss is observed in the sample A (Figure 2). Sample A has less weight loss than other samples because of its fine crystal structure (Yavuz et al., 2010).

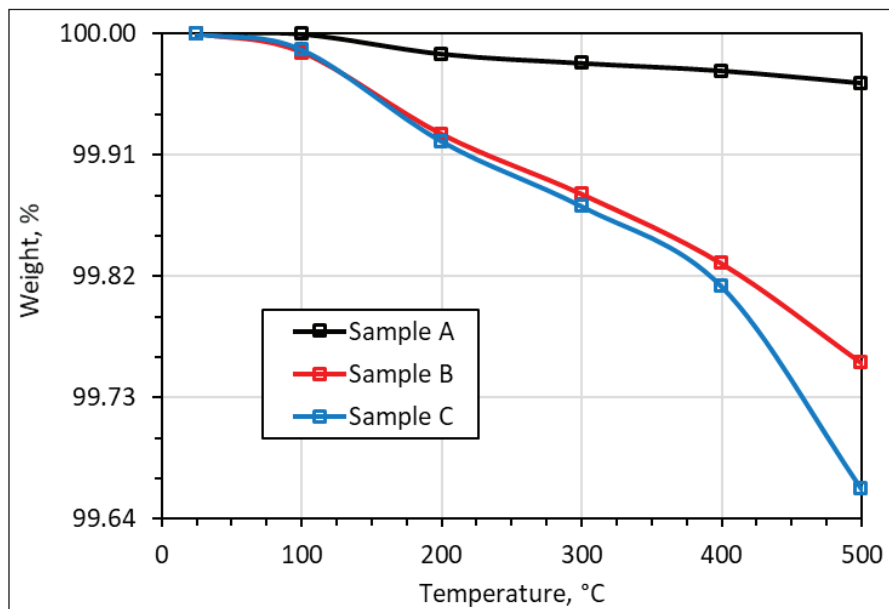


Figure 2. Variations in weight loss as the temperature increases for samples

Variation in *P*-wave velocities with respect to the change in temperature is shown in Figure 3. *P*-wave velocity decreases significantly up to 70% for the samples as the temperature increases. The sample A (Muğla white marble) gave higher results than the sample B (beige marble), lower than the sample C (travertine). This finding was attributed to the difference between crystalline structures of tested samples, and therefore the origin of the marble as well as the marble type (Uğur et al., 2014; Yavuz et al., 2010).

Brotóns et al. (2013) evaluated the attenuation variation of ultrasonic waves before and after heat treatment by testing on water-cooled and air-cooled samples. It has been found that the heating process increases the attenuation in a way that cannot be clearly determined as linear. No difference was observed between water-cooled and air-cooled samples. Peng et.al (2016) show that the longitudinal wave velocity reduces dramatically with an increase in the temperature. The

longitudinal wave velocity is very sensitive to discontinuities in the rock specimens, because high numbers of microcracks have been developed inside the specimens after the thermal treatment. Zhang (2016) shows that there is a decreasing trend of variation with temperature in 300-600°C while P-wave velocity changes slightly above 600°C.

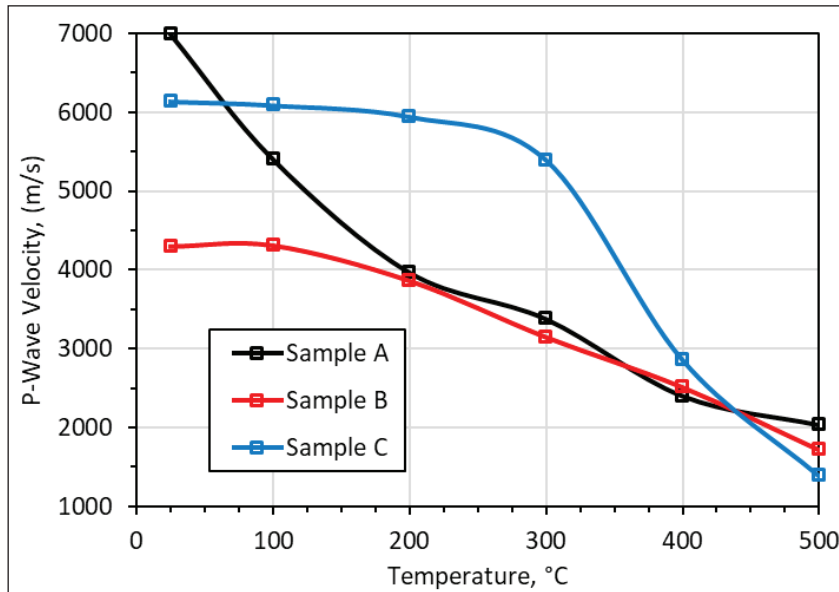


Figure 3. Variations in P-wave velocities as the temperature increases for samples

Variation in Shore Hardness values with the increasing temperature is shown in Figure 4. Especially the sample A demonstrated a significant drop on Shore hardness values at the temperature between 200°C-300°C because of the fact that sample A tended to disintegrate beyond such temperatures, and it became so difficult to acquire Shore hardness data on samples A.

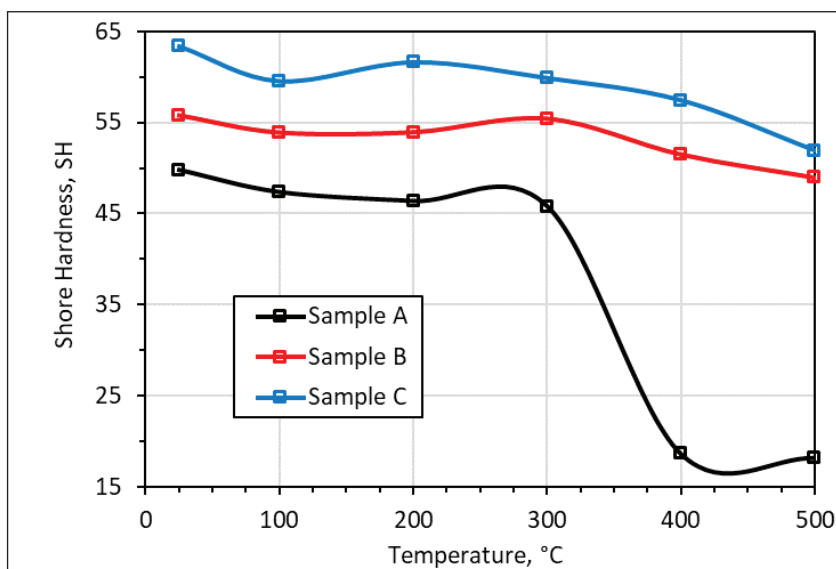


Figure 4. Variations in Shore hardness as the temperature increases for samples

In the experimental work, samples prepared from 3 different marble types were utilized in the investigation of the effects of thermal damage at high temperature of 25-500°C. It was found that the index properties such as weight, *P*-wave velocity and Shore hardness of the treated samples decreased by varying levels when compared to the original values. Especially *P*-wave velocity and Shore hardness values were seen to decrease significantly as the temperature increased to high degrees.

In the result of thermal stresses, micro or visible macro cracks grew and coalesced or new cracks were formed and induced notable strength losses, decreases in certain physical and mechanical properties of rocks, depending on various factors such as temperature, duration of heating, cooling and some other rock properties like mineralogical content, grain size, micro cracks before the heating process. Strength loss is usually caused by the variations in strains of different minerals that make cracking at the contacts of minerals and grows through present cracks. By this process, physical weathering of rock like materials will occur. On the other hand, high temperatures will induce chemical weathering and that must be noted as to why strength losses should occur in rock like natural materials due to the thermal changes. For chemical weathering, mineralogical content of rock and temperature level will be deciding parameters. In this study, only influence of physical weathering was rather considered. Also, the importance of the effect of chemical weathering on the evolution in physical and mechanical properties is known.

CONCLUSIONS

Following conclusions were drawn from experimental findings:

- Weight loss for beige and travertine was higher than that for Muğla white due possibly to the presents of low temperature calcined minerals in the composition of beige and travertine.
- *P*-wave velocity curve differs from that for weight loss: Curves for Muğla white and beige decreased almost linearly while that for travertine drew parabolic path due to high porosity of travertine sample.
- Muğla white was affected of heating more than travertine and beige. Shore hardness value of Muğla White decreased sharply above 300 C due to the decomposition of crystalline structure.

REFERENCES

- Akgül E. (2019). Influence of thermal damage on physico-mechanical properties of carbonate rocks: Porosity, hardness, UCS and ultrasonic wave evolutions, Muğla Sıtkı Koçman University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Muğla (Supervisor: Prof. Dr. Avni Güney).
- Brotóns V., Tomás R., Ivorra S. and Alarcón J.C. (2013). Temperature influence on the physical and mechanical properties of a porous rock: San Julian's calcarenite. [Engineering Geology, 167, 117-127.](#)
- Johnson, C., Affolter, M.D., Inkenbrandt, P., Mosher, C. (2017). An Introduction to geology. Salt Lake Community College, 484p.
- Liu S., Xu J.Y. (2013). Study on dynamic characteristics of marble under impact loading and high temperature. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 62:51–58.
- Peng J., Rong G., Cai M., Yao M.D. and Zhou C.B. (2016). Physical and mechanical behaviors of a thermal-damaged coarse marble under uniaxial compression. [Engineering Geology, 200, 88-93.](#)

- Ugur I., Sengun N., Demirdag S. and Altindag R. (2014). Analysis of the alterations in porosity features of some natural stones due to thermal effect. [Ultrasonics](#), *54 (5)*, 1332-1336.
- Yavuz H., Demirdag S. and Caran S. (2010). Thermal effect on the physical properties of carbonate rocks. [International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences](#), *47(1)*, 94-103.
- Yüçetürk G. (2010). Yapay mermerde kullanılan kuvars ve kalsit minerallerin fiziko-mekanik özellikleri. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, *2:3*, 72-80.
- Zhang W., Sun Q., Hao S. and Wang B. (2016). Experimental study on the thermal damage characteristics of limestone and underlying mechanism. *Rock Mech. Rock Eng.*, *49*, 2999-3008.

TÜRKİYE DOĞAL TAŞ SEKTÖRÜNÜN YAKIN GELECEK ANALİZİ

NEAR FUTURE ANALYSIS OF TURKISH NATURAL STONE INDUSTRY

R. Altındağ^{1*}, N. Şengün¹, İ. Uğur¹,
D. Akbay², G. Ekincioglu³

¹ SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta
(*Sorumlu yazar: rasitalindag@gmail.com)

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu,
Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü

³ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kaman Meslek Yüksekokulu,
Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye Doğal Taş Sektörünün yakın geleceğine ışık tutmak, pazar yatırımcılarının ve sektörde yer alan kilit oyuncuların, sektörün büyüme fırsatları, gelecekteki yatırım imkânları ve artan pazar payı ile birlikte büyümenin arttırılmasına yönelik hayati kararlar almalarını sağlayacak tedbirleri ortaya koymaktır. Ayrıca, Türkiye ve dünyada sağlanan gelişmelerle birlikte, küresel doğal taş ticaretinde daha yüksek pay sahibi olmak ve uygulanacak yenilikçi stratejiler hakkında bir tartışma ortamı yaratmaktır.

Anahtar Sözcükler: Türkiye, Doğal taş, İhracat.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to shed light on the near future of the Turkish Natural Stone Industry, to reveal the measures that will enable market investors and key players in the sector to take vital decisions to increase growth with the sector's growth opportunities, future investment opportunities and increasing market share. In addition, with the developments in Turkey and in the world, it is to have a higher share in the global natural stone trade and to create a discussion about innovative strategies to be applied.

Keywords: Turkey, Natural stone, Export.

GİRİŞ

Türkiye’de doğal taş sektöründeki gelişmeler Mermer’in 3213 sayılı Maden Kanunu kapsamına maden olarak alınmasıyla öncelikle mermer ve travertenle başlamış daha sonra diğer kayaç türlerini de kapsayarak Doğal Taşın ekonomik olarak değer kazanmasıyla devam etmiştir.

Türkiye’nin 1980’li yıllarda birkaç milyon dolar olan mermer (doğal taş) ihracatı 2014 yılı iti-

barıyla 2,4 Milyar \$ seviyesine ulaşmıştır. Ancak ülkemizdeki ve dünyada süregelen bazı olumsuz gelişmeler sonucunda 2020 yılı doğal taş ihracatımız 1,736 Milyar \$, 2021 Ekim ayı itibariyle ise 1,730 Milyar \$ olarak gerçekleşmiş olup, 2021 yılı sonu itibariyle ihracat değerinin 2,1 Milyar \$ düzeyinde gerçekleşmesi öngörülmektedir.

Bugün gerek üretim miktarı, gerekse ihracat verileri açısından bakıldığında Türkiye Dünyanın ilk 5 ülkesi arasında yer almaktadır. Türkiye doğal taş sektörüne sadece doğal taş üretimi ve ihracatı açısından bakılmamalıdır. Son 30 yıllık süreç incelendiğinde, doğal taş ocak ve mermer işleme ekipmanları ile sarf malzeme imalat teknolojisinde sağlanan gelişmelerle yerli üretim oldukça iyi bir konuma gelmiş bulunmaktadır. Bugün ülkemizdeki tüm ocaklarda yerli üretim iş makinelerinin giderek yaygınlaşmasının yanı sıra, yurtdışında da birçok ülkeye mermer makineleri ve yardımcı malzemeleri ihracatı yapılmaktadır. Doğal taş sektörünün vardığı bu seviyeyi korumak ve daha da yukarılara çıkarmak için ülke içinde ve dışında gelişen dinamikleri iyi analiz etmek gerekir. Bu bağlamda, bu değişimleri ve gelişmeleri öngörerek şirketlerin pozisyon almaları da son derece önem arz etmektedir. Ülkemiz doğal taş sektöründeki gelişmeler iç ve dış dinamikler olmak üzere iki temel başlık altında irdelenmiştir.

Dünya doğal taş ihracatında Çin %32, İtalya %12, Türkiye %11, Hindistan %10, Brezilya %6 ve geri kalan diğer ülkeler ise % 29'unu gerçekleştirmektedir. Dünya doğal taş blok üretimi 2019 yılında 316 milyon ton düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Bu bloklardan 154,5 milyon ton yarı mamul üretilmiş ve 1,685 milyar m² kaplama amaçlı kullanılacak ürüne karşılık gelen 91,15 milyon ton nihai ürün elde edilmiştir.

Türkiye 2020 yılından 22,8 milyon ton doğal taş üretimi gerçekleştirmiş olup, bunun 6,468 milyon tonunun ihracatı yapılmış, 16,4 milyon tonu ise iç pazarda satılmıştır. Doğal taş üretiminin bölgesel dağılımında, Ege Bölgesi %42, Akdeniz Bölgesi %28, Marmara Bölgesi %11, İç Anadolu Bölgesi %9, Güneydoğu Anadolu Bölgesi %5, Karadeniz Bölgesi %4 ve Doğu Anadolu Bölgesi %1 ile pay sahibi olmuştur.

ÜLKE DIŞINDAKİ DİNAMİKLER

Bu çalışmada, ülke dışı dinamikler tanımından doğal taş sektöründe ülkemiz ile aynı orojenez kuşağında yer alan ve ülkemiz gibi karbonat kökenli kayaların hakim olduğu ve doğal taş sektörü açısından önemli bir potansiyel rakip rolünde olan İran analiz edilmeye çalışılmıştır.

Ülke dışındaki dinamiklerin başında komşumuz olan İran'daki gelişmeler dikkat çekici noktadadır. Bilindiği gibi İran geçtiğimiz süreçte almış olduğu kararlara bağlı olarak üzerindeki ambargoların ve yaptırımların kaldırılmaya başlanmasıyla diplomatik olarak ikili işbirlikleri arayışına girmiştir. İran yetkili kaynaklarının dile getirdiğine göre yıllık 30-50 Milyar \$ yabancı yatırım ihtiyacının devreye gireceği öngörülmektedir. Önümüzdeki yıllarda havaalanları, oteller, büyük alışveriş merkezleri (AVM), toplu konut alanları ve modern yapılar gibi altyapı projelerinin devreye gireceği dikkate alındığında Türk müteahhitlerin ve doğal taş sektör temsilcilerinin proje bazlı girişimlerde bulunması Türk doğal taş sektörüne yeni bir açılım getirebileceği de unutulmamalıdır. Ayrıca, Türkiye ile İran arasında 1 Ocak 2015'te devreye giren tercihli ticaret antlaşması da bulunmaktadır.

Türkiye ve İran arasındaki ilişkiye coğrafi açıdan bakıldığında sınır komşusu olan bu iki ülke, Alp-Himalaya Orojenez kuşağında yer almakta (Şekil 1) ve oluşum itibariyle çoğunluğu Sedimanter kökenli kayalardan oluşmakla beraber metamorfik ve Mağmatik kayaların da bulunduğu bir kuşak içerisinde bu hemen hemen % 50'lik bölümüne sahiptirler.



Şekil 1. Alp-Himalaya orojenez sistemi

Her iki ülkenin bazı sayısal değerleri de Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’den de görüldüğü gibi Türkiye ve İran’ın nüfusları hemen hemen aynı olup yüz ölçümü bakımından İran, Türkiye’nin 2 katı büyüklüğündedir. Her iki ülke arasında ticaret hacmi zaman içinde 25 Milyar \$ civarında iken 2020 yılı itibariyle 3,5 Milyar \$ seviyesinde gerçekleşmiştir. İran’ın dış ticareti, gerek iç dinamikleri gerekse dış dinamiklerindeki değişikliklerle dalgalanmalar yaşamakta olup, 2010 yılında 165 Milyar \$ dolaylarında iken 2020 yılında 55 milyar \$ seviyelerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 1: Türkiye ve İran’ın bazı sayısal değerleri (2020 yılı itibariyle) (TÜİK, 2020; TB, 2020)

	Türkiye	İran
Yüz ölçümü (km ²)	780 000	1 648 195
Nüfus	83,3 Milyon	84,1 Milyon
İhracat (milyar \$)	169,5	27
İthalat (milyar \$)	219,4	27,5
Türkiye’nin İran’a ihracatı (milyar \$)	2,2	-
Türkiye’nin İran’dan ithalatı (milyar \$)	3,1	-
Doğal taş ihracatı (\$)	1.7 Milyar	150 Milyon
Doğal taş ithalatı (\$)	80 Milyon	113 Milyon
Doğal taş yıllık üretimi (milyon ton)	22,8	13,5
Doğal taş rezervi (milyar ton)	14-21	47

Son yıllarda İran’ın dünya ile entegrasyona girmesi kararının ardından başta ABD ve Çin olmak üzere Avrupa ülkeleri ile diplomatik ve ekonomik girişimlerde bulunmaya başlamıştır. Birçok ülke ve/veya şirketler İran’da gerek yatırım yapma, gerekse yatırım oranlarında paylarını arttırma açısından birbirleriyle yarış içine girmiş durumdadırlar. Bu yarış içinde Türk doğal taş sektörünün gerek ocak üretimi gerekse mermer üretim ve işleme makineleri sektörünün de girişimlerde bulunması ve/veya girişimlerini güçlendirmesi gerekmektedir.

İran ekonomisi; geliri esas itibarıyla petrol ve doğalgaz ihracatına bağlı, aşırı düzenleyici çerçeveye sahip, içe dönük ve kapalı, kısıtlı rekabetin olduğu, vergilemenin etkili bir şekilde çalışmadığı, sübvansiyonların yaygın bir şekilde bulunduğu, düşük faktör verimliliğine sahip kamunun dominant olduğu bir ekonomik görünüm sunmaktadır.

İran'da bilinen doğal taş rezervi 47 milyar ton olup, yıllık 27 milyon ton işleme kapasitesine ve 160 milyon m² üretim kapasitesine sahip irili ufaklı yaklaşık 7 000 mermer işleme fabrikası faaliyet göstermekte olup bu fabrikalarda yaklaşık 85 000 istihdam gerçekleşmektedir (Anonim 2). Fabrikalardaki makinalar teknolojik olarak geri kaldığı için ilgili standartlardan saparak üretimler gerçekleştirilmekte ve bu fabrikalarda bulunan makinalarının yakın zamanda yenilenmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda fırsat niteliğindeki bu pazarın ülkemiz doğal taş makine üreticileri tarafından değerlendirilme olanaklarının araştırılması gerekmektedir. İran 1600 civarında faaliyette olan ocaktan mermer, traverten granit, onix ve kumtaşı gibi yaklaşık 13,5 milyon ton doğal taş üretimi gerçekleştirmektedir. İran iç pazarında yılda 60 milyon m² tüketmekte ve geri kalan üretimini de yaklaşık 100 ülkeye ihraç etmektedir. İran'ın Türkiye'den doğal taş ithalatı ise 2020 yılı için 160 000 \$ civarında gerçekleşmiş olup bu seviyenin ülkemiz açısından bakıldığında oldukça düşük olduğu açıkça görülmektedir.

Türkiye gibi Alp-Himalaya kuşağında yer alan İran, doğal taş üretim sektörü içerisinde mermer, oniks, traverten ve granit türü kayalar açısından önemli yer tutmaktadır. Üretilen bu doğal taşlar, mermer işleme fabrikalarında işlenerek mamul ürün veya yarı mamul ürün olarak İngiltere, ABD, B.A.E., Fransa, İtalya, Rusya, Kanada, İspanya, Polonya, Avusturya, İsveç, Belçika, Türkiye, Avustralya, Endonezya, Singapur ve İrlanda gibi Dünyanın bir çok ülkesine ihraç edilmektedir. Bu mermer işleme fabrikalarında da ağırlıklı olarak İtalyan şirketlerinin makineleri kullanılmaktadır.

İran'a yılda ortalama 3 milyar dolarlık yabancı sermaye yatırımı gelmekte ve bazı dönemlerinde bu rakamlar azalmaktadır. İran'da yatırımlara verilen önemli teşvikler olmasına rağmen; uygulamada bürokrasinin ağır işlemesi, kurumlar arasında koordinasyon bulunmaması, muafiyetlerden yararlanılması gibi etkenler yatırımın hayata geçirilmesi konusunda güçlükler yol açabilmektedir.

İran'da uluslararası düzeyde iki önemli doğal taş fuarı organize edilmektedir. İran'ın Mahallat şehrinde 13cü Uluslararası İran Taş Sergisi düzenlenmiştir. %95'i yerli olmak üzere yaklaşık 400 dolayında firmanın katılımı gerçekleşmiştir. Sergide 18 eyaletten, 300 doğal taş ocağından 20 000 tondan fazla doğal taş sergilenmiştir. Hindistan, Bangladeş, Türkiye, İtalya, Rusya, Tacikistan, Kazakistan gibi ülkelerden katılımcılar ziyarette bulunmuştur. İran'ın en büyük fuarı olan 11ci uluslararası doğal taş, ocakçılık, makine ve ekipman sergisi Tahran'da bu yıl gerçekleştirilmiştir. 60 000 m² alanda yer alan bu fuara İtalya, Türkiye, İspanya, Almanya, Polonya, Hindistan, Çin ve Afganistan'dan 55 firmanın ve İran'dan 178 firmanın katılımıyla yapılmıştır.

İran'ın dünya ile ekonomik entegrasyonunu başlatma hamlesi ışığında, yukarıda bahsedilen ekonomik hareketlilik rakamları önümüzdeki süreçte aynı doğal taş yelpaze potansiyeline sahip olan İran'ın doğal taş ihracatındaki hedef pazarlardaki payının artacağını göstermektedir. Doğal taş ithal eden ülkelerin dünya doğal taş sektöründe fazla dolaşım imkânına sahip olmayan albenisi farklı olan taşlara talebinin yüksek olacağı ortadadır. Dolayısıyla aynı pazarda, dünya piyasasında bugüne kadar ortaya çıkmamış farklı doğal taşlarla Türkiye doğal taş sektörünün rekabet etmesi zorlaşacaktır.

İran'ın Çin ile ekonomik ilişkilerinin boyut kazanması durumunda yüksek oranda blok ihraç ettiğimiz Çin'in İran pazarındaki farklı renk/doku özelliğindeki taşlara olan talebi ve İran'ın yüksek

enerji arzının getirdiği avantajın daha yüksek rekabet gücü sağlayacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda ülkenin düşük fiyatla arz oluşturabilme potansiyeli ve Çin'in nakliye yakınlığı (Şekil 2) açısından da İran'ın daha avantajlı olması, yakın gelecekte Çinli alıcıların Türkiye doğal taşlarına olan talebinin azalmasına yol açma tehlikesi göz ardı edilmemelidir.



Şekil 2. Çin-İran-Türkiye doğal taş nakliye güzergâhı

İran, dünyanın dördüncü büyük petrol rezervlerine ve önemli doğal gaz rezervlerine sahip ve üreticisi ülkelerden biridir. Dünyada önemli enerji tedarikçisi olmanın getirdiği avantajla, endüstride düşük enerji maliyetlerinin yanı sıra, oldukça zengin doğal taş rezervlerine sahip olmasıyla Türkiye doğal taş sektörünün önemli rakiplerinden biri olacaktır.

Bu nedenle, ülkemizdeki doğal taş sektörünün yeterince desteklenmemesi durumunda Türkiye'nin doğal taş sektöründeki rekabet gücünün zayıflayacağı. Ve bu rekabet edememe çarkı içerisinde birçok mermer ocağı ve fabrikanın kapanma noktasına gelmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle, doğal taş sektöründe enerji olarak değerlendirilen elektrik enerjisi ve mazot girdilerinin şirketlerin üretim miktarları ve istihdamları gibi parametreler dikkate alınarak enerji maliyetleri açısından desteklenmesiyle önümüzdeki süreçte İran doğal taş sektörü ile rekabet edebilme potansiyelinde önemli bir avantaj sağlayacaktır.

Doğal taş sektörünü pazarlama unsuru dışında; a) Ocak üretimi ve fabrika işletmeciliği, b) Mermer ocak ve fabrika makineleri üretim sektörü olarak iki grupta değerlendirmek gerekmektedir. İran'da üretim yapan ocaklarda ve mermer işleme fabrikalarında başta ve ağırlıklı olarak İtalyan şirketlerinin makineleri kullanılmaktadır. Türk mermer makineleri üreticilerinin ulaştıkları teknolojik seviye oldukça memnuniyet verici seviyede olup, bu seviyenin de mutlaka AR-GE faaliyetlerini yenilikçi bakış açılarıyla birleştirerek yüksek bilgi birikimli teknolojik makine ve ekipmanlar üretmek suretiyle bu alanda Dünyadaki payını arttırmalıdır. Ülkede doğal taş ocakçılığı ve mermer işleme fabrikalarının önümüzdeki yıllarda artması durumu göz önüne alındığında, Türk mermer makineleri üreticilerinin de bu yeni pazarda yerini alması ve payını üst düzeylere çıkarabilmesi için gerekli teşebbüsleri bir an önce yaparak lobi faaliyetleri ve yatırımlarını hızlandırması gerekmektedir.

ÜLKE İÇİNDEKİ DİNAMİKLER

Türkiye doğal taş rezervinin ve dünyadaki payımızın ne kadar olduğu hususu henüz tam olarak belirlenebilmiş değildir. “Dünya mermer rezervinin yaklaşık % 40’ı Türkiye’dedir.”, “Türkiye 5,2 Milyar m³ (13,9 Milyar ton) mermer rezervine sahiptir.” şeklindeki ifadeler birçok sözel ortamlarda veya yazılı kaynaklarda rastlanmaktadır. “Türkiye 5,2 Milyar m³ (13,9 Milyar ton) mermer rezervine sahiptir” şeklindeki ifade bundan 55 yıl önce yani 1966 yılında MTA tarafından yapılan çalışmaların (MTA, 1966) raporlarında ifade edilmiştir. O yıllarda mermer olarak tanımlanan rezerv jeolojik anlamda mermer olarak tanımlanan kayaçların rezervidir. O tarihlerde Traverten, limra, oniks ve mağmatik kayaçlar ticari anlamda mermer olarak tanımlanmadığından, o günlerdeki kayıtlarda bu kayaçlar mermer olarak değerlendirilmemiştir. Oysaki günümüzde jeolojik olarak tanımlanan kayaçların yanı sıra, kesilip parlatılan, dekoratif özellikleri olan ekonomik olarak işlem gören her türlü taşa doğal taş ve bu sektöre de doğal taş sektörü denilmektedir. Bu ticari gerçeğin ışığında MTA’nın 1966 yılındaki raporunun üzerinden 55 yıl sonra hala aynı sayısal büyüklüklerin gerek çeşitli platformlarda sözlü olarak gerekse yazılı metinlerde yer almaya devam etmesi gerçeği yani günceli yansıtmaktan çok uzaktır. Bu tür mesnetsiz veya doğruyu yansıtmayan ifadeler sektörü yanıltmaktan öteye geçmeyecektir.

1990-1994 yılları arasında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) adına, İTÜ Maden Fakültesi öğretim elemanları tarafından, arazide ocak bazında yapılan “Türkiye Mermer Envanteri” çalışması sonucunda ise, bu miktar bilimsel anlamdaki mermerler için 3.870.000.000 m³, renkli kireçtaşları ve travertenler için 2.720.000.000 m³, ekonomik olarak işletilebilecek sert taşlar için ise 101.700.000 m³ olmak üzere toplam 7.600.000.000 m³ olarak hesaplanmıştır (DPT, 1994). Günümüzde doğal taş olarak tanımlanan kayaçların Türkiye’deki rezerv durumunu araştırıp rapor eden ne bir bilimsel çalışma ne de resmi bir yayın bulunmamaktadır. Dolayısıyla, biz daha Türkiye’deki doğal taş rezervinin tam olarak ne olduğunu bilmeden ve dünya rezervi ile mukayese edemediğimiz Türkiye, dünya rezervinin % 40’ına sahiptir demek son derece yanıltıcı olabilmektedir.

Enerji bakanlığının verilerine (Anonim 1) göre ise 4 milyar m³ mermer, 2,8 milyar m³ traverten ve 1 milyar m³ granit rezervi (toplamda yaklaşık 21,1 milyar ton) olduğu ifade edilmektedir. Ancak bu verilerin nasıl hesaplandığı veya hangi çalışmaya göre belirlendiği bilinmemektedir.

MAPEG (2020) verilerine göre 2020 yılı itibarıyla doğal taş potansiyelinin (yaklaşık 2000 adet işletme ruhsatlı) bölgelere göre dağılımları sırasıyla Ege bölgesi % 28, İç Anadolu bölgesi % 25, Akdeniz bölgesi % 21, Marmara bölgesi % 13, Karadeniz bölgesi % 7, Doğu Anadolu bölgesi % 3 ve Güneydoğu Anadolu bölgesi % 3’lük pay almaktadır.

Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin fiziki yapısının dağlık ve ağırlıklı olarak karbonat kökenli kayaçlardan oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda, bu iki bölgenin doğal taş potansiyelinin % 6 gibi çok çok düşük düzeyde olması dikkat çekicidir. Bu durumu ortaya çıkaran olumsuz faktörlerin önümüzdeki süreçte ortadan kalkması durumunda bu iki bölgedeki doğal taş üretim rakamları yüksek oranda artacak ve renk/doku farklılıklarının bölgedeki doğal taş sektörüne talebi/ilgiyi daha da arttıracaktır. Dolayısıyla, artan bu talep karşısında ülkenin birçok bölgesinde çok düşük blok verimlilikleriyle üretim yapan birçok işletme ocaklarını veya fabrikalarını kapatma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilecektir.

Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde önümüzde süreçte doğal taş sektörünün hareketlenmesi, global anlamda ülkemiz doğal taş çeşitliliği ve potansiyeli açısından dünya doğal taş sektörü pazarında avantajları da beraberinde getirirken, hali hazırda düşük ocak verimlilikleriyle çalışan işletmelerin verimliliklerini arttırmaları için araştırma/inceleme yapmaya zorlayacaktır. Bu-

gün özellikle bej olarak tanımlanan kireçtaşı ocaklarında blok verimliliğinin çoğunlukla %0,7 ile %5 arasında üretimlerini devam ettirdikleri gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, işletme sahiplerinin mevcut çalışan ocaklarda verimliliğin artırılmasına yönelik AR-GE çalışmalarına bir an önce geçmeleri gerekmektedir. Aksi halde gerek iç dinamikler, gerekse dış dinamiklerdeki gelişmelerin yanı sıra, artan çevresel hassasiyetler karşısında mevcut üretim verimliliklerinin sürdürülebilirliği mümkün görünmemektedir. Aynı zamanda ocaklardaki blok verimliliğinin artırılması için mutlaka profesyonel anlamda projelerin yapılması, ruhsat sahası içinde arzu edilen renk ve dokuya sahip verimli blok alınabilecek alanların bilimsel ve teknolojik çalışmalarla projelendirilmesi gerekmektedir. Böylece daha yüksek verimlilikte çalışılabileceği ve dolayısıyla daha düşük artık sorunu ile karşılaşılacağı ortadadır.

Türkiye'nin 2023 doğal taş ihracat hedefinin geçtiğimiz 10 yıl içinde çeşitli kaynaklarda 10-15 Milyar \$ olarak öngörüldüğü ifade edilmekteydi. Ancak gerek ülke içindeki gelişmeler gerekse dünyadaki bazı olumsuz gelişmeler her sektörde olduğu gibi doğal taş sektörünü de etkilemiştir. Altındağ (2018) yayınında "2015 yılı doğal taş ihracatının 2,4 Milyar \$ olduğu dikkate alındığında ve yukarıda ifade edilmeye çalışılan gelişmeler karşısında şirketlerin gerekli önlemleri almamaları, Ar-GE faaliyetlerini yapmamaları ve devletin başta enerji maliyetlerinde desteklerin yapılmaması durumunda bu ihracat hedefine ulaşmak mümkün görünmemektedir" şeklindeki öngörüsünün maalesef gerçekleştiği bir gerçektir. Bu açıdan bakıldığında önümüzdeki yıllarda öngörülebilir/gerçekleşebilir hedefler konularak sektörde farklı stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle doğal taş üretim sektörü temsilcileri ve mermer makinaları üretici şirketlerin çeşitli üst kuruluşlarla (İhracatı geliştirme merkezi, ihracatçı birlikleri, dernekler vb.) koordineli çalışarak, gelişen dinamikler karşısında avantaj getirecek girişimlerin bir an önce yapılması gerekmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada dikkat çekilen gelişmeler göz önüne alındığında, Türkiye'nin içindeki ve dışındaki dinamik gelişmeleri yakından takip eden, öngöründe bulunan, ocak verimlilik artışı ve artıkları için AR-GE'ye önem veren şirketler varlığını ve rekabet gücünü koruyarak arttıracaklar, bu gelişmelere kayıtsız kalan şirketler ise sektörden uzaklaşmak durumunda kalarak kapanma noktasına gelecektir. Doğal taş sektörünün Dünya ekonomisinde elde etmiş olduğu pazar payını ve önümüzdeki zaman dilimi içinde hedeflerine ulaşabilmesi için, şirketlerin verimlilik artışı için gerekli araştırmalara öncelik vermesi gerekmektedir. İhracatı Geliştirme Merkezi (İGEME), ihracatçı birlikleri, dernekler vb. gibi şemsiye kuruluşların koordineli çalışmasına ve devletin ilgili kurumlarının bu sektörün beklediği başta enerji desteğinin bir an önce sağlanması önem arz etmektedir. Bu zincir halkalarından birinin aksaması durumunda ülkemiz doğal taş sektörünün Dünya pazarındaki payının kayba uğraması kaçınılmaz olacaktır.

İran doğal taş sektörü önümüzdeki yıllarda gerek ocak işletme makinaları, gerekse mermer işleme fabrikalarında modernizasyon çalışmaları kapsamında önemli miktarda makine ve teçhizat ithalatına ihtiyaç duyacaktır. Bu ihtiyaçların karşılanması aşamasında sınır komşusu olan ülkemizin makine sektörü açısından dikkatle izlenmesi bu tarihi fırsatın kaçırılmasının önüne geçecektir.

Türkiye gibi Alp-Himalaya kuşağında yer alan İran, doğal taş oluşumu açısından Türkiye ile son derece büyük benzerlikler taşımaktadır. İran üzerindeki uluslararası bazı ticari sınırlamaların yakın bir zamanda gevşemesi veya kalkması durumunda İran doğal taş portföyüne dünyanın ilgisinin artması kaçınılmaz olacaktır. Dünya pazarında fazla hareketlilik görmeyen farklı renk ve doku özellikleri ile cazibe merkezi olabilecek ve dolayısıyla ülkemiz doğal taş sektörü önemli ölçüde

pazar kaybı yaşayabilecektir. Ancak diğer taraftan ülkemizin Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin bölgesinde yaşanan çeşitli olumsuzların ortadan kalkması durumunda, bu bölgelerde yeni keşfedilecek farklı renk ve dokudaki doğal taşların da dünya pazarında ilgi görme potansiyeli mevcuttur. Dolayısıyla bu potansiyelin de iyi kullanılması için gerekli düzenlemelerin bir an önce yapılması ve çeşitli pazarlama stratejilerin geliştirilmesinde fayda bulunmaktadır.

Türkiye'nin doğal taş ihracatının yaklaşık %50'lik bölümünün Çin'e yapıldığı gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, İran'ın Çin'e deniz yolu açısından çok daha yakın olması nedeniyle Çinli alıcıların İran pazarına yönelmesi durumunda ülkemiz doğal taş sektörünün önemli ölçüde olumsuz yönde etkileneceği bir gerçektir. Bu durumun olumsuzluklarından etkilenmemek veya etkilerini minimuma indirmek için çeşitli pazarlama stratejilerin geliştirilmesi gerekecektir.

KAYNAKLAR

- Altındağ, R. (2018). Türkiye Doğal Taş Sektöründe Fırsatlar Ve Tehditler. Turquaz Dergisi.
- Anonim 1, Erişim tarihi: (09.08.2021) <https://enerji.gov.tr/info-banknatural-resourcesnatural-stones>
- Anonim 2, Erişim tarihi: (21.07.2021) <https://www.iranstoneexpo.com/en/blog?id=60f5764ad-dcd9>
- DPT, 1994. Devlet Planlama Teşkilatı adına, İTÜ tarafından hazırlanan rapor.
- Durceylan, H. M. (2020), II-B Grubu Ruhsatlar ve Mevzuat Düzenlemeleri. 6. Uluslararası Taş Kongresi, İzmir.
- M.T.A. (1966). Türkiye Mermer Envanteri, Yayın no: 134, Ankara.
- T.B., (2020), T.C. Ticaret Bakanlığı Dış Temsilcilikler ve Uluslararası Etkinlikler Genel Müdürlüğü, İran Ülke Profili. S.20.
- TÜİK, (2020), Türkiye İstatistik Kurumu, 2020 yılı istatistikleri.

DOĞAL TAŞ OCAKLARINDA BAZI SAYALAMA (BLOK EBATLAMA) YÖNTEMLERİNİN VERİMLİLİK ANALİZİ

EFFICIENCY ANALYSIS OF SOME COUNTING (BLOCK SIZING) METHODS IN NATURAL STONE QUARRIES

R. Altındağ^{1*}, S. U. Tire²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü

(*Sorumlu yazar:rasitaltindag@sdu.edu.tr)

²SDR Madencilik A.Ş.

ÖZET

Bu çalışma ile mermer ocakçılığında kullanılan blok ebatlama teknikleri incelenmiştir. Bu çalışma için Burdur ili Bucak ilçesinde bulunan bir traverten ocağı seçilmiştir. Mermer ocakçılığında kullanılan blok ebatlama tekniklerinin maliyetleri incelenerek en düşük maliyet en yüksek verimlilik hesapları yapılmıştır. Kullanılan blok ebatlama sistemlerinin kesim süresi, su sarfiyatı, işçilik giderleri, sarf malzeme tüketimi ve enerji tüketimleri ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda veriler mukayese edilerek irdelenmiştir. Günümüzde gelişmiş ülkelerin en çok önem verdiği konulardan biri olan aktif zaman kullanımı ve verimli çalışma incelenmiştir. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelenerek blok ebatlama teknikleri mukayese edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mermer, Doğal taş, Sayalama, Verimlilik

ABSTRACT

This thesis has been examined with the block wiring technics of marble quarrying. A Travertine quarry in Bucak district of Burdur province has been picked for this study. The costs of the block sizing techniques used in marble quarrying were examined and the lowest cost and highest efficiency calculations were made. Cutting time, water consumption, labor costs, consumables consumption and energy consumption of the used block sizing systems were measured. As a result of the measurements, the data were analyzed and compared. Active time use and efficient working, one of the most important issues of developed countries today, are examined. The obtained findings were analyzed statistically and the block sizing techniques were compared.

Keywords: Marble, Natural stone, Block sizing, Efficiency.

GİRİŞ

Antik çağlardan günümüze kadar uzanan doğal taş, medeniyetlerin gelişmişliğini, sanata verdikleri önemi yansıtmaya devam etmektedir. Bugün hayatımızın her alanında ayrı bir öneme sahip olan doğal taş Türkiye’de ve Dünya’da inşaat ve mimari tasarım sektörünün gelişmesinde ivmelenmeyi takip ederek mermer, traverten, limra gibi doğal taş çeşitleri madencilik sektörünün önemli

bir alanını oluşturmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemi daha da artmıştır. Bu neden ile doğal taş rezervine sahip olan ülkelerin önemli gelir kaynaklarından olmuştur. Doğal taşa olan talebin artmasının yanında ülkemizin rezerv bakımından dünyada önemli bir paya sahip olması üretim yöntemlerimizin teknolojik gelişmesini olumlu yönde etkilemiştir. Bugün dünyada doğal taş sektöründe söz sahibi olan ülkelerde gerek ocak üretiminde gerekse doğal taş işleme fabrikalarında hangi teknolojik makine ve ekipman var ise ülkemizde de onlar bulunmaktadır. Ayrıca söz konusu bu üretim ve işleme makinalarını üreten son derece gelişmiş bir makine imalat sanayimizde bulunmaktadır. Bugün ülkemizdeki doğal taş ocak işletmelerinde kullanılan blok üretim ekipmanlarının çok büyük bir oranda yerli üretim makinalar olduğu bilinmektedir.

Doğal taş ocaklarında kullanılan üretim şekli klasik açık ocak işletmeciliğindeki basamak şeklindeki işletmelerdir. Yealtı işletmeciliği ile blok üretim şekli ülkemizde bulunmamaktadır. Açık ocak işletmeciliğinde basamaklar ise dağ kesme diye tanımlanan elmas tel kesme makinaları, köprülü elmas tel kesme makinaları ve kollu kesicilerle yerinde prizmatik dilimler şeklinde kesim yapılarak oluşturulmaktadır. Basamak genişlikleri de maden yatağının jeoteknik özellikleri dikkate alınarak blok alma verimlilikleri ve basamaklarda kullanılacak iş makinalarının boyut ve iş yoğunluğu dikkate alınarak belirlenmektedir.

Basamaklarda dilimler şeklinde kesilen kütleler ekskavatörler, loderler ve bu makinalara takılan çeşitli yardımcı ekipmanlar ve su yastıkları gibi çeşitli ekipmanlarla ana kütleden (yerinden) ayrılarak bir alt basamağa devrilmektedir. Devrilen kütleler loaderler ile taşınabilecek boyutlara kadar yerinde elmas tel makinaları yardımıyla daha küçük kütle/bloklara ayrılmaktadır. Ayrılan bu bloklar söz konusu basamaktan iş makinaları yardımıyla ocağın herhangi bir noktasına taşınarak sayalama olarak tanımlanan satılabilir düzgün geometrik yapıya sahip bloklar haline getirilmektedir. İşte bu aşamada rampalı sayalama makinası, köprülü ebatlama elmas tel makinası, kollu kesici gibi çeşitli sayalama ekipmanları ve yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Burdur-Bucakta bulunan ve özel bir işletmeye ait travetren ocağında rampalı sayalama makinası, hidrolik ekskavatöre monteli kollu kesici ve dağ kesme makinası olarak tanımlanan elmas tel kesme makinasıyla blok ebatlama/sayalama sistemleri incelenmiştir (Tire, 2021). . Rampalı sayalama makinası ve hidrolik ekskavatöre monteli kollu kesici ile ebatlama işlemleri düz bir zemine konmuş blokların ebatlaması işlemi yapılırken dağ kesme makinası olarak tanımlanan elmas tel kesme makinasıyla ise ocakta oluşturulan belli bir eğime sahip rampa yüzeyine birden fazla (genellikle 5-6 adet) bloğun satılabilir nitelikteki düzgün geometrik boyutlara getirilmesi için sayalama yöntemi kullanılmıştır.

Saylama/ebatlama sistemlerinde kullanılan makine özellikleri, kullanılan sarf malzemeler, su sarfiyatı, aktif zaman kullanımı, operatör faktörü gibi parametreler dikkate alınmıştır. Yine bu çalışma ile sistemlerde kullanılan enerji hesaplamaları yapılmıştır. Toplamda üç ayrı sayalama sisteminde 90 farklı kesim yapılmış olmakla beraber toplamda 136 adet blok ebatlanmıştır.

Bu kapsamda analiz edilmiş sayalama sistemleri aşağıdaki gibi 3 şekilde tanımlanmıştır.

1. Klasik Tekli Ebatlama Sistemi (Şekil 1).
2. Mobil Zincirli Kollu Kesici ile Ebatlama Sistemi (Şekil 2).
3. Eğimli Platform Çoklu Ebatlama Sistemi (Şekil 3).

Klasik Tekli Ebatlama Sistemi

Bu çalışma kapsamında klasik tekli ebatlama sistemi analiz edilmiştir. Elmas tel ile üretimin mermer ocakçılığında kullanımından itibaren en yaygın yöntem, klasik tekli ebatlama yöntemidir.

Ocak içerisinde yapılan üretimde klasik tekli ebatlama sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Makinenin özellikleri şöyledir;

Makine Üretici Firma : Portsan Makine

Makine Üretim Yılı : 2016

Ana Motor Gücü : 22 kW

Yürüyüş Motoru Gücü : 1,5 kW

Kullandığı Enerji Tipi : Elektrik

Kesim Grubu Tipi : Elmas Tel

Soğutma ve Temizleme Sistemi : Su

Bu sistemde kullanılan makine; ana gövde, kasnak, ayar panosu, kablolu kumanda ve ray olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır.



Şekil 1: Klasik tekli ebatlama sistemi

Bu çalışma kapsamında kesim hızını bulmak, elmas tel aşınmasını gözlemlemek, su sarfiyatını belirlemek, enerji maliyetini hesaplamak ve tel açısının kesime etki değerini belirlemek için ölçümler alınmıştır.

Kesim hızı: Çalışılan sistemde kesim hızını ölçmek ve doğruya en yakın değere ulaşmak için ebatlama makinesi üzerine zaman saati montajı yapılmıştır. Bu sayede ebatlanacak kütlenin kesim hızına (m2/saat) ulaşılabilmektedir. Bu çalışma başlangıcında yüzeyi kesilecek kütlenin ölçümleri alınarak kesilecek alanın yüzey alanı hesaplanmaktadır. Kesim başlama esnasında zaman saati kayıt edilmiştir. Kesim bittiği an zaman saati tekrar kayıt edilerek, bitiş ve başlama arasında ölçülen zaman kesim için harcanan net süredir. Kesilen alan zamana oranlandığında kesimin saatteki hızı ortaya çıkmaktadır.

Bu ölçüm esnasında normal saatte kayıt altına alınmıştır. Bu sayede sistemin gerçek zamandaki kesim hızı ve vardiyadaki aktif çalışma zamanı ortaya çıkmıştır.

Boncuk çapı ölçümü: Elmas boncukların kesime başlamadan ve kesim bitişinde çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Bu ölçüm doğrultusunda sistemin elmas boncuk aşınması belirlenerek diğer sistemler ile kıyaslanacaktır. Boncuk çapı ölçümü doğrultusunda sistemin tel harcaması hesaplanmıştır.

Açı ölçümü: Klasik tekli ebatlama sisteminde elmas telin kesilen blok ve kasnak ile yaptığı açı ölçülmüştür. Bu ölçüm verileri doğrultusunda telin farklı açılardaki hızı yorumlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca sistemde çalışılan doğal taşın tabakalanma (su yollarının) ve köşelerinin düzgün olabilmesi için gönyeleme işleminde aynı açı ölçer kullanılmaktadır.

Elektrik maliyeti belirleme: Bu tez kapsamında verimlilik mukayesesi yapılmaya çalışılmıştır. Mukayese yapılırken maliyet hesapları çıkarılmıştır. Mermer üretiminin en önemli maliyetleri arasında enerji bulunmaktadır. Kullanılan sistem elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. Bu çalışmada sistemin maliyet yükünün büyük bir bölümünü oluşturan elektrik tüketimi ölçülmüştür. Yapılan çalışmada kullanılan elektrik enerjisinin 380 V ve amper gücünün yüksekliğinde ölçüm yapabilecek elektrik sayacı temin edilmiştir. Şekil 5.10'da gösterilmektedir. Sayaç sistemden elektrik ölçümünü yapabilmeleri için bir pano içerisine yardımcı devreler kurularak ölçüm yapması sağlanmıştır. Taşınabilir portatif bir pano içerisine yardımcı devrelerle monte edilmiştir. Bu sayede elektrik ölçümü yapılmıştır.

Su tüketim ölçümü: Bu tez çalışması kapsamında sistemleri karşılaştırırken temiz su kullanımları da incelenmiştir. Mermer ocak işletmeciliğinde su sarfiyatı maliyet yükü getirmektedir. Ayrıca temiz suyun kirletilmesi ile çevreye de zarar verilmektedir. Bu kapsamda yaptığımız analizler sonucunda klasik ebatlama sisteminde suyun çok fazla kullanıldığını bir geri dönüşümün yapılmadığını göstermiştir. Ölçümler kesim esnasında harcanan su ile bir litrelik bir kabın doldurulma süresi ile hesaplanmıştır. Ölçümler sayesinde saatte kullanılan su miktarı ve 1 m²'de harcanan su sarfiyatı hesaplanmıştır.

Maliyet hesabı: Yapılan çalışmalar kapsamında klasik sistem tekli ebatlama sisteminin sahada kullanılması için gerekli olan makine ve teçhizatın maliyetlendirmesi yapılmıştır. Kullanılan tel kesme makinesinin piyasa fiyatı baz alınmıştır. Ebatlama sisteminin çalışması için kullanılan elmas teli oluşturan sarf malzemelerin aşınması ve yıpranması sonucu elmas boncuklar ayrılarak diğer yardımcı malzemelerin yenilenmesiyle tekrar dizilmektedir. Elmas tel maliyetine ek olarak yeni tel dizimi ve kasnak lastiğide eklenmektedir. Klasik tekli ebatlama sisteminde maliyet analizi yapılırken su giderleri ve elektrik giderleri önemli bir paya sahiptir. Sistemin çalıştığı alanda kesilecek kütlelerin ebatlanacak şekilde tezgahlanması için iş makinesine ihtiyaç duyulmaktadır. İş makinesi operatörü ve iş makinesi yakıtı maliyet analizine dahil edilmektedir. Ancak iş makinesi fiyat amortismanı ve bakım onarım masrafları detaylı ocak maliyeti olduğu için bu sistemde maliyet analizine alınmamıştır. Bunlara ek olarak sistem iki kişi tarafından kurulmaktadır. Maliyet analizinde işçilik maliyeti kısmına iki çalışan ücreti baz alınarak hesaplama yapılmıştır. Bu doğrultuda elde edilen maliyetler \$ bazında hesaplanmıştır.

Aktif zaman kullanımı: Klasik tekli ebatlama sisteminde yapılan hesaplamalar için net zamanı görebilmek adına makine zaman saati baz alınmıştı. Ancak sistemin günlük çalışma saatinde ne kadar çalıştığını, çalışma saati içerisinde kullanılan aktif zamanını öğrenmek, kurulum kayıplarının bu süreye etkisini değerlendirmek ve sistemin asıl hızına ulaşabilmek adına normal saat analizlere dahil edilerek aktif zaman hesabı yapılmıştır.

Mobil Zincirli Kollu Kesici İle Ebatlama Sistemi

Bu sistemde İtalyan Fantini firmasının ürettiği JCB/ME01.7/V2G/2016 modeli kullanılmıştır. Sistem JCB traktör üzerine monte edilmiş zincirli testere makinesinden oluşmaktadır. Sistemde 3.40 metre uzunluğunda pala/kesici kol kullanılmaktadır. Hardox malzemedan yapılan pala üzerinde zincir gövdesi ve bakla birbirine L gupilya-pim ile bağlanarak zinciri oluşturmaktadır. Zincir üzerinde 78 adet kater bulunmaktadır. Elmas soketler bu katerlere monte edilmektedir. Pala üzerinde ki oluğun içerisinde dişli tahriki ile hareket etmektedir. Makine üzerine monte edilmiş otomatik yağlama sistemi saatte 380 gr gres harcamaktadır (Fantini, 2016).

Bu çalışmasında kullanılan mobil zincirli kollu kesme makinesinin özellikleri şöyledir,

Makine Üretici Firma	: Fantini Spa
Makine Üretim Yılı	: 2016
Ana Motor Gücü	: 68 kW
Kullandığı Enerji Tipi	: Dizel
Kesim Grubu Tipi	: Elmas Soket
Soğutma ve Temizleme Sistemi:	Yağ (Gres)



Şekil 2. Mobil Zincirli Kollu Kesici ile Ebatlama Sistemi

Blok ebatlama makinesi dizel yakıt sistemi ile çalışmaktadır. Bu çalışma kapsamında saatlik yakıtı ve m²'deki yakıt tüketimi ölçülmüştür. Makine çalışması PLC tarafından yönetilmektedir. Bu çalışma kapsamında kesim hızını bulmak, kesici soket aşınmasını gözlemek yağlama sarfiyatını belirlemek ve enerji maliyetini hesaplamak için ölçümler yapılmıştır.

Kesim hızı: Çalışılan sistemde kesim hızını ölçmek ve doğruya en yakın değere ulaşmak için makine üzerindeki zincir saati ölçümlerde kullanılmıştır. Bu saat sistemi kol üzerindeki zincirin dönme

ve aşıya doğru kol hareketinin aynı anda gerçekleşmesi ile çalışmaktadır. Makine kesim yapmadan çalışırken yada kesim için kurulum aşamasındayken zincir dönüş saati çalışmamaktadır. Kesilen alanın m² ölçümleri de yapılmaktadır. Bu doğrultuda kesim hızı net ölçülebilmektedir. Ayrıca traktör kısmının motor saati sürekli çalışmaktadır. Bu saat ile makinenin zincir saatinin oranlanması ile makine aktif çalışma zamanı bulunmuştur. Bir vardiyada makinenin kaç saat çalıştığını ve bu sürenin ne kadarının kesim için harcadığı hesaplanmıştır.

Kesici soket aşınması: Kesici elmas soket aşınmaları gözle görülebilir şekilde belli olmaktadır. Yüzeyler dikliğini kaybetmesinden sonra elmas soketin diğer kesici köşesi kesim yüzüne denk gelecek şekilde katere monte edilmektedir. Soket aşınmaları net bir ölçü sistemi ile belirlenemediği için ölçüm tutulmamıştır.

Dizel yakıt ölçümü: Bu tez çalışması kapsamında çalışma yapılan işletmede mühürlü yakıt istasyonu bulunmaktadır. Günlük olarak yakıt dolumu gerçekleştirilmektedir. Yakıt hesabı yapılmadan önce makinenin yakıt tankı tamamen doldurulmaktadır ve makine motor saati kayıt edilmektedir. Sahada çalışmasını tamamlayan makine tekrar dolum istasyonuna gelerek yakıt temini yapılmaktadır. Aldığı yakıt iki motor saati farkına bölünerek saatlik yakıt tüketimi bulunmaktadır. Alınan yakıt zaman saati çalışmasına oranlanarak kesim için harcanan yakıt hesaplanabilmektedir. Kesim için anlık yakıt ölçümü makine bir saat kesim yaptıktan sonra olduğu yerde mobil yakıt tankı ile deposu doldurularak hesaplanmıştır.

Gres sarfiyatı ölçümü: Mobil zincirli kollu kesici gres sarfiyatını elektropompa üzerinden yaptığını anlatmıştı. Makine gres sarfiyatını kendisi ölçmektedir. Ayrıca zincir saati baz alınarak yapılan eklemeler ile makine verileri birbirini tutmaktadır.

Maliyet hesabı: yapılan çalışmalar kapsamında mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sisteminin sahada kullanılması için gerekli olan makine ve teçhizatın maliyetlendirmesi yapılmıştır. Maliyetlendirme yapılırken kullanılan ebatlama makinesinin fiyatı üreticiden güncel istenmiştir. Ebatlama sisteminin çalışması için kullanılan kesim grubunu oluşturan elmas soketlerin aşınması ve yıpranması sonucu köşe döndürmeleri ve elmasın toplam kullanım süresi hesaplanmıştır.

Mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sisteminde maliyet analizi yapılırken gres giderleri ve yakıt giderleri önemli bir paya sahiptir. Sistemin çalıştığı alanda kesilecek kütlelerin ebatlanacak şekilde tezgahlanması için iş makinesine ihtiyaç duyulmaktadır. İş makinesi operatörü ve iş makinesi yakıtı maliyet analizine dahil edilmektedir. Ancak iş makinesi fiyat amortismanı ve bakım onarım masrafları detaylı ocak maliyeti olduğu için bu sistemde maliyet analizine alınmamıştır. Bunlara ek olarak sistem iki kişi tarafından kurulmaktadır. Maliyet analizinde işçilik maliyeti kısmına iki çalışan ücreti baz alınarak hesaplama yapılmıştır. Bu doğrultuda elde edilen maliyetler \$ bazında hesaplanmıştır.

Aktif zaman kullanımı: Mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sisteminde yapılan hesaplamalar için net zamanı görebilmek adına makine zincir saati baz alınmıştır. Ancak sistemin günlük çalışma saatinde ne kadar çalıştığını, çalışma saati içerisinde kullanılan aktif zamanını öğrenmek, kurulum kayıplarının bu süreye etkisini değerlendirmek ve sistemin asıl hızına ulaşabilmek adına normal saat analizlere dahil edilmiş aktif zaman hesabı yapılmıştır.

Eğimli Platform Çoklu Ebatlama Sistemi

Bu çalışma kapsamında eğimli bir platform oluşturularak birden fazla blok ebatlaması yapılmıştır. Çalışmalarda elmas tel kesme makinesi kullanılmıştır. Kullanılan makine işletme içerisinde mev-

cut kullanılan dağ kesme makinelerindedir. Sistemin kurulduğu platform ocak içerisinde üretim bölgelerinin ortasına kurulmuştur.

Kurulan platformda eğimin iki amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi sistemde kullanılan suyun toplanıp düşük bir kottaki bir havuzda çöktürülüp yeniden kullanılmasıdır. Diğer amacı ise makine motorunun elmas teli hareket ettirmesine yardımcı olmaktadır.



Şekil 3: Eğimli platform çoklu ebatlama sistemi

Su geri dönüşümü: Sistemde kullanılan su platformu suyun tekrar kullanılması için yapılmıştır. Bu doğrultuda kesim makinesinin hemen sağ arka kısmına havuz kazılmıştır. Kazılan çökme havuzu kil malzemesi ile sıvanarak su geçirgenliği engellenmiştir. Elde edilen çökme havuzu için kullanılan kil, kireçtaşının yan kayacı olarak çalışma sahasında mevcuttur. Havuz sistemde kullanılmış suyun toplanıp çökmesi için yapılmıştır. Havuzun en dip noktasından 35 cm yukarısına 40mm çapında su hattı yerleştirilmiştir. Kullanılmış su içerisinde gelen çamur ve başka malzemeler havuz dibinde çökerek yüzeyde temiz su kalmaktadır. Bölgeden 35 cm yukarıya yerleştirilen 40 mm çapındaki su hortumu sayesinde nispeten dinlenmiş su kot farkı kullanılarak su stok tankerine aktarılmaktadır. Su stok tankerinde depolanan su elektrikli su pompası ile sistemin ilk beslediği tankere basılmaktadır. Çökme havuzu ile dinlendirilmiş su tankeri arasındaki su hortumu blok tezgahlama sırasında hasar görmemesi için yeraltına gömülmüştür. Böylece sistemde soğutma ve temizleme amaçlı kullanılan suyun arıtılıp geri kazanımı sağlanmaktadır.

Motor volanının yükünün hafiflemesi: Platformun rampalı olması volana telin yüklediği yükü azaltmaktadır. Sistemde kullanılan elmas tel kesme makinesinin ağırlık merkezi eğim sebebi ile değişmektedir. Ağırlık merkezinin aşağıya kayması makine volanını rahatlatmaktadır.

Eğimli platform sisteminde kullanılan makine ve teçhizatlar şöyledir, elmas tel kesme makinesi, bir tonluk iki adet su tankeri, yirmibeş metre 40 mm su hortumu, elektrikli su motoru, çökeltme havuzu, elmas tel, elektrik sayaç panosu, dijital kumpas, açı ölçer, otuz metre su hortumudur. Sistemde çalışma sahasında mevcut kullanılmakta olan elmas tel kesme (dağ kesme) makinesi kullanılmıştır. Makine özellikleri aşağıda verilmiştir.

Makine Üretici Firma	: Kur Makine
Makine Üretim Yılı	: 2013
Ana Motor Gücü	: 55 kW
Yürüyüş Motoru Gücü	: 1,5 kW
Kullandığı Enerji Tipi	: Elektrik
Kesim Grubu Tipi	: Elmas Tel

Soğutma ve Temizleme Sistemi : Su

Platformda kurulan sistemde makinanın yüksek motor kapasitesinden yararlanılmıştır. Makine yatay ve dikey kesim yapma özelliklerine sahiptir. Kurulan platformda dikey kesim yapılmıştır. Elmas tel kesme makinesi; Motor bölümü, kasnak, ray, ayar panosu ve kablolu kumanda bölümlerinden oluşmaktadır.

Kesim süresi: Çalışılan sistemde elmas telin kesim hızını ölçmek için elmas tel kesme makinesine zaman saati takılmıştır. Bu sayede sistemde ebatlanan kütlenin tek blok ve toplam bloklar için saatte kestikleri süreler okunabilmektedir. Kesim hızının ölçülebilmesi için öncelikle sistemde ebatlanacak blokların kesilecek yüzeyleri belirlenmektedir. Kesim başlama-bitiş zaman saati kayıtları her bir blok için özenle tutulmaktadır. Bitiş zaman saatinden , başlama zaman saatini çıkararak kesim süresi bulunur. Toplam alan toplam süreye bölüldüğünde sistemin saatte kesim hızı hesaplanabilmektedir.

Boncuk çapı ölçümü: Elmas boncukların kesime başlamadan ve kesim bitişinde çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Bu ölçüm doğrultusunda sistemin elmas boncuk aşınması belirlenerek diğer sayalama sistemleri ile kıyaslanacaktır. Ölçümler kesimden çıkan tellerin iki sıkma arasından bir ölçüm olmak kaydı ile alınarak aritmetik ortalamasıyla kayıt edilmiştir. Boncuk çapı ölçümü doğrultusunda sistemin tel aşınması hesaplanmıştır.

Açı ölçümü: Eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde elmas telin kesilen blok ve kasnak ile yaptığı açı ölçülmüştür. Bu ölçüm verileri doğrultusunda telin farklı açılardaki hızı yorumlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca sistemde platformun ve makinanın yaptığı açı ölçülmüştür.

Elektrik ölçümü: Bu çalışmada verimlilik mukayesesi yapılmaya çalışılmıştır. Mukayese yapılırken maliyetler de dikkate alınmıştır. Mermer üretiminin en önemli maliyetleri arasında enerji yer almaktadır. Kullanılan sistem elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. Bu çalışmada sistemin maliyet yükünün büyük bir bölümünü oluşturan elektrik tüketimi ölçülmüştür. Sistemde kullanılan su motoru ekstra bir enerji yükü getirmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan elektrik enerjisinin 380 V ve amper gücünün yüksekliğinde ölçüm yapabilecek elektrik sayacı temin edilmiştir. Sayaç sistemden elektrik ölçümünü yapabilmesi için bir pano içerisine yardımcı devreler kurularak ölçüm yapılması sağlanmıştır. Taşınabilir portatif bir pano içerisine yardımcı devrelerle monte edilmiştir. Bu sayede elektrik ölçümü yapılmıştır.

Su tüketimi ölçümü: Bu çalışma kapsamında en önemli hedeflerimizden bir tanesi temiz su tüketimini azaltmaktır. Hedefimize ulaşip suyu doğal yol ile toplayabilmek için eğimli bir platform kurulmuştur. Kullanılan su rampada ki eğim ve yönlendirme kanalları sayesinde çökeltme havuzunda toplanmaktadır. Çökeltme havuzundan hortum yardımı ile dinlendirilmiş su, su tankına aktarılmaktadır. Sayalamada kullanılan su, çökeltme havuzuna gelirken ve havuzda çökeltmesi gerçekleşirken bir miktarda kayba uğramaktadır. Bu çalışma kapsamında sistemde kullanılan temiz su ve kazanılmış su ölçülmüştür. Kullanılan su ölçümü için bir litrelik bir kabı doldurduğu süre üzerinden hesaplama yapılmaktadır. Kullanılan su miktarı Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$C=(60-y) \times 60 \quad (1)$$

Burada; C: satte geçen su miktarı(l), y: ölçüm sırasında bir litre kabın doldurulma süresi (s)'dir.

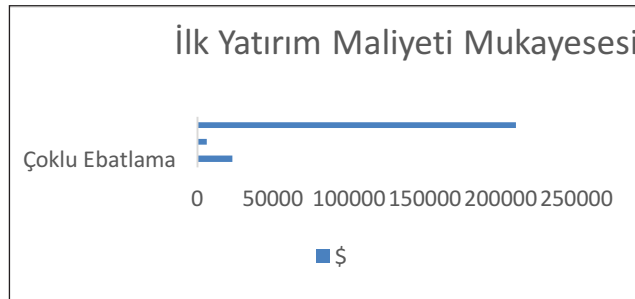
Ölçümler doğrultusunda sistemde kullanılan toplam su miktarı, sistemde kullanılan temiz su takviyesi, sistemin geri dönüşürebildiği atık su hesaplanmıştır.

Maliyet hesabı: Yapılan çalışmalar kapsamında eğimli platform çoklu ebatlama sisteminin sahada kullanılması için gerekli olan makine ve teçhizatın maliyetlendirmesi yapılmıştır. Maliyetlendirme yapılırken kullanılan ebatlama makinesinin fiyatı üreticisinden güncel olarak alınmıştır. Ebatlama sisteminin çalışması için kullanılan elmas teli oluşturan sarf malzemelerin aşınması ve yıpranması sonucu elmas boncuklar ayrılarak diğer yardımcı malzemelerin yenilenmesiyle tekrar dizilmektedir. Elmas tel maliyetine ek olarak yeni tel dizimi ve kasnak lastiğide eklenmektedir.

Eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde maliyet analizi yapılırken su giderleri ve elektrik giderleri önemli bir paya sahiptir. Sistemin çalıştığı alanda kesilecek kütlelerin ebatlanacak şekilde tezgahlanması için iş makinesine ihtiyaç duyulmaktadır. İş makinesi operatörü ve iş makinesi yakıtı maliyet analizine dahil edilmektedir. Ancak iş makinesi fiyat amortismanı ve bakım onarım masrafları detaylı ocak maliyeti olduğu için bu sistemde maliyet analizine alınmamıştır. Bunlara ek olarak sistem bir kişi tarafından kurulmaktadır. Maliyet analizinde işçilik maliyeti kısmına iki çalışan ücreti baz alınarak hesaplama yapılmıştır. Bu doğrultuda elde edilen maliyetler \$ bazında hesaplanmıştır.

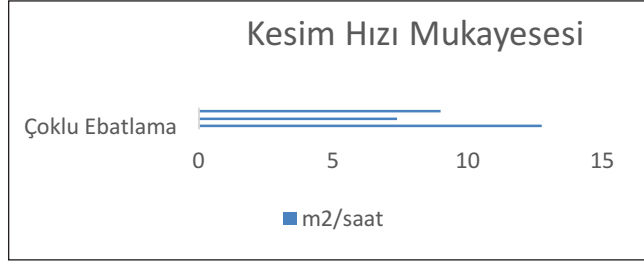
Genel Değerlendirme

Yapılan analizlerde kullanılan makinelerin ilk yatırım maliyeti olarak makine fiyatı baz alınmıştır. Klasik sistem tekli ebatlama sisteminde kullanılan makinenin fiyatı 6000 \$, mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sisteminde kullanılan makinenin fiyatı 210000 \$'dır. Eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde kullanılan makinenin fiyatı ise 23000 \$'dır (Şekil 4).



Şekil 4: İlk yatırım maliyeti mukayesesi.

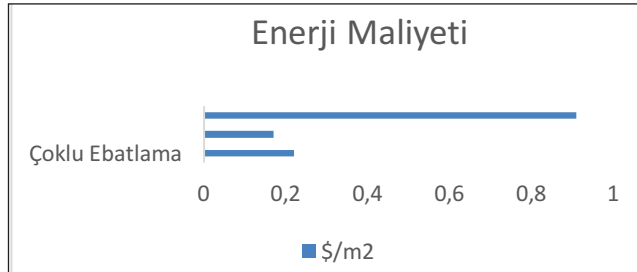
Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda kesim hızı, en yüksek eğimli platformda 12,74 m²/saat olarak ölçülmüştür. Bu sistemi sırasıyla 8,99 m²/saat ile ikinci sırada mobil kollu kesici ile ebatlama sistemi, 7,36 m²/saat ile üçüncü sırada klasik sistem tekli ebatlama modeli gelmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Kesim hızı mukayesesi.

Yapılan çalışmalar kapsamında aktif zamanı en iyi kullanan sistemin mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sistemi olduğu gözlenmektedir. Bu sistem 60 dakikanın 42,9 dakikasında aktif üretim yapabilmektedir. Bu sistemde kesilecek kütlelerin tezgahlaması kesim devam ederken yapılabildiği için aktif zamanı etkilememektedir. Sistemin % 28,5 'lik kaybı ise kolun toz alması ve kırık elmas kontrol işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Bu sistemi 60 dakikanın 40,98 dakikasını aktif üretim yaparak kullanan eğimli platform çoklu ebatlama sistemi takip etmektedir. Bu sistemde % 31,7'lik kayıp tezgahlama ve tel alımından kaynaklanmaktadır. Üçüncü sırada ise klasik sistem tekli ebatlama sistemi 60 dakikanın 37,8 dakikasında aktif üretim yapmaktadır. Sistemin %37 'lik zaman kaybı makine konumlandırmasından ve tel alımından kaynaklanmaktadır.

Sistemlerin çalışma sistemi farklılığından dolayı enerji harcamalarının karşılaştırılması m² maliyetleri üzerinden yapılmıştır. En yüksek enerji maliyetine sistemin çalışma enerjisini motorin ile sağlayan mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sistemi sahiptir. Kesimde enerji maliyeti 0,91 \$/m²'dir. Mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sistemini enerji maliyetinde ikinci sıra ile eğimli platform çoklu ebatlama sistemi takip etmekte ve enerji maliyeti 0,22 \$/m²'dir. En düşük enerji maliyetine klasik sistem tekli ebatlama sistemi sahiptir. Bu sistem kesimde 0,17 \$/m² ile son sırada bulunmaktadır (Şekil 6).

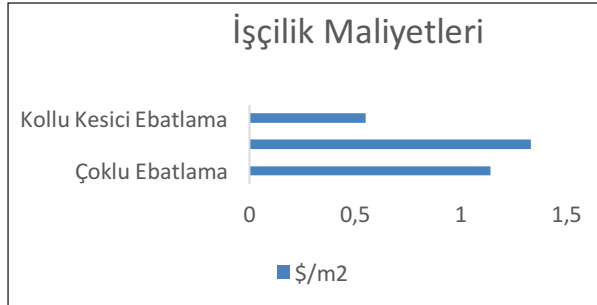


Şekil 6: Enerji maliyeti mukayesesi

Yapılan çalışmalar kapsamında sistemlerin kesim için soğutma ve temizleme yöntemleri farklılık göstermektedir. Klasik sistem ve eğimli sistem su ile soğutma ve temizleme yapmaktayken Mobil zincirli kollu kesici sistem ise madeni yağ ile soğutma ve temizleme yapmaktadır. Karşılaştırmanın en ideal yöntemi soğutucu maliyetinin hesaplanması olarak öngörülmüştür. Yapılan analizlerde 0,3 \$/m² ile mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sistemi birinci sırada yer almaktadır. Sistemi

0,044 \$/m² ile klasik sistem tekli ebatlama takip etmektedir. Soğutu kullanımı maliyeti olarak en düşük maliyete 0,0009 \$/m² ile eğimli platform sahiptir. Suyun geri kazanılması sayesinde maliyet düşmüştür.

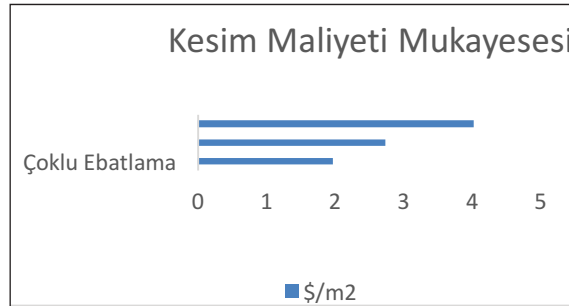
Bu kapsamda sistemlerin işçilik maliyetleri arasında yapılan kıyaslamada en yüksek maliyete 1,33 \$/m² ile klasik sistem tekli ebatlama yöntemi sahiptir. Bu sistemi sırasıyla 1,14 \$/m² ve 0,55 \$/m² ile mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama ve eğimli platform çoklu ebatlama sistemi izlemektedir (Şekil 7).



Şekil 7: İşçilik maliyet mukayesesi.

Sonuçlar Ve Öneriler

Bu tez kapsamında ilk yatırım maliyetleri amortismanının dahil edilmemesi ile hesaplanan m² kesim maliyetleri şöyle sonuçlanmıştır. En yüksek kesim maliyetine 4,02 \$/m² ile mobil zincirli kollu kesici sistemi sahiptir. Bu sistemi m² 'de 2,73 \$ ile klasik sistem tekli ebatlama yöntemi takip etmektedir. En düşük m² kesim maliyetine sahip olan eğimli platform çoklu ebatlama sistemi olmuştur. Bu sistemin maliyeti ise 1,97 \$/m²'dir (Şekil 8).



Şekil 8: Kesim maliyeti mukayesesi

Yapılan analizlerin sonucunda kesilen yüzeyden blok kalitesinin ve renginin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Blok kalitesinin ve renginin belirlenebilmesi için yüzeyin pürüzsüz olması gerekmektedir. Bu doğrultuda klasik sistem tekli ebatlama yöntemi ile eğimli platform çoklu ebatlama yönteminin uygulandığı yüzeyler pürüzsüz ve kalite belirlenebilir niteliktedir. Ancak mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sisteminde kesim yüzeyi çok pürüzlüdür. Renk ve kalite belirlenmesi bu yüzeyden yapılamamaktadır. Bu nedenle blok ihracatı yapan ocaklarda kullanımı tercih edilmemektedir.

Yapılan çalışmalar kapsamında kullanılan sistemler içerisinde eğimli platform çoklu ebatlama sistemi ile blok gönyelenmesi mevcut platform üzerinde yapılamamaktadır. Diğer iki sistemde en az iki kenarı kesilip gönyelendikten sonra eğimli platform sistemine dahil edilebilmektedir.

Bu çalışması kapsamında ebatlanacak kütlelerin tezgahlanması sistemlerin zaman kaybına ve maliyetine etki etmektedir. Sistemlerin zaman kaybına etkisi değerlendirildiğinde mobil zincirli kollu kesici sisteminin aktif ebatlama yaparken diğer blokların tezgahlanması ile bir bağlantısı olmadığından mobil zincirli kollu kesici sistemine tezgahlamanın zaman kaybı açısından etkisi olmamaktadır. Klasik sistem tekli ebatlama sisteminde ise enerji ve su hattının ebatlama alanında bulunması ve alanı iş makinesi girişine kapatması sonucunda makine faaliyetde iken tezgahlama mümkün olmamaktadır. Sistemin aktif zaman kaybının bir bölümü tezgahlama süresinden kaynaklanmaktadır. Eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde kesilecek kütleler aynı platformda aynı su hattı ve enerji hattı içerisinde bulunduğundan tezgahlama işlemi kesim tamamen bitmeden yapılamamaktadır. Sistemin aktif zaman kaybının bir bölümü tezgahlama süresinden kaynaklanmaktadır.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda sistemlerin kurulum ve aktif kullanımında operatörün ne denli etki ettiği görülmüştür. Klasik sistem tekli ebatlama ve mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama sistemleri her bir kütle için ayrı ayrı konumlandırıldıkları için konumlama süresinde operatörün zaman kaybını arttırabileceği gözlemlenmiştir. Ancak eğimli platform çoklu sistem ebatlama sisteminde tek tezgahlama ve makine konumlandırması ile sıralanan bütün bloklar ebatlandığından dolayı operatörünün zaman kaybını arttırabileceği bölüm sadece tel alımlarıdır. Operatörün aktif zamanı düşürmesi bu sistem açısından güçtür.

Bu çalışmalar kapsamında ana hedeflerimizden biri olan çevreye duyarlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Sistemlerde kullanılan soğutma yöntemleri su ve madeni yağdır. Madeni yağ ile soğutma sistemi tarafımızdan uygun görülmemektedir. Klasik sistemde suyun kontrolsüz kullanılıp depolanamaması ise temiz su kaynaklarımızı göz göre göre üretim hedefiyle kaybetmemize sebep olabilmektedir. Bu doğrultuda ebatlama sistemlerine alternatif olarak geliştirdiğimiz eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde kullanılan temiz suyun kurulan platform sayesinde geri dönüşümü sağlanarak 1 m2 blok ebatlanması için harcanan temiz su sarfiyatı 15,82 litreye düşürülmüştür. Sistemde kullanılan temiz suyun %70'i geri kazanılmıştır. Bu sayede kontrolsüz ve geri dönüşümü olmayan bir su kullanımının önemli bir ölçüde önüne geçilmiştir.

İş güvenliği ve işçi sağlığı açısından sistemler değerlendirildiğinde yapılan çalışmalarda en güvenilir sistemin mobil zincirli kollu kesici ile ebatlama yöntemi olduğu gözlenmektedir. Çalışanın operatör kabini içerisinde bulunması bunun en büyük sebebidir. Güvenlik açısından ikinci sırada eğimli platform çoklu ebatlama sistemi gelmektedir. Sistemin tek bir noktada ebatlama yapması tel kopmalarına karşı alınacak önlemler tek bir alanla yoğunlaştırmayı sağlayacaktır. Sistem çalışması sırasında elmas tel çalışma doğrultusunda insan bulunmaması kumanda panosunun makine ve sistemde uzakta olması sistem operatörü açısından önemlidir. Ebatlama yöntemleri arasında çok tehlikeli olarak sınıflandırılacak yöntem klasik sistem tekli ebatlama yöntemidir. Tel aşındırması fazla olduğundan elmas teli daha kolay yıpratılarak kesimde kopmasına ve yıpranmasına sebep olmaktadır. Ebatlama alanının genişliği sebebi ile ocak içerisinde diğer çalışanlarında güvenli bölgede olmasını engellemektedir.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde tezgahlama süresini minimuma çekerek aktif zamanı daha iyi kullanabilmek için platformda üzerinde hareketli bir vinç yerleştirilebilir. Bu sayede sistemde ki bloklar kesim bittiği an vinç yardımıyla alınabilir. Ve tezgahlama iş makinesinin eğimli platformda rahat ve kolay çalışmadığı için uzamaz.

Eğimli platform çoklu ebatlama sisteminde kullanılan su döngüsü için oluşturulan çökeltme havuzu platformun yüzeyi su geçirmeyen beton benzeri bir malzemedir yapılarak su kaybı önlenir. Su kazanımı bu sayede %70'in üstüne çıkabilir.

Blokların düzgün bir prizmatik şekle sahip olması için gönyelenmesi şarttır. Eğimli platform çoklu ebatla sisteminde gönyeleme yapabilmek şuan itibari ile mümkün görülmemektedir. Ancak sistemde blokların kesimi sırasında kullanılan takozlar hidrolik ayarlanabilir olursa her bir blok için ayrı ayrı eğim ayarı yapılabilir. Sistem geliştirildikten sonra gönyelenme işlemi mümkün olacaktır.

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda doğal taş blok üretim ocaklarında rampalı çoklu ebatlama sisteminin kullanılmasıyla elektrik enerji tükeminde ve maliyetlerinde azalma, su sarfiyatında %70'ler düzeyinde tekrarlı kullanım dolayısıyla su tüketiminde azalma ve temininde kolaylıklar, işgüvenliğinde artış, ocak genelinde alan kullanımında yoğunluk azalması gibi birçok faydaların oluşacağı sonucuna varılmıştır. Bu tür uygulamaların ve oluşturulabilecek daha etkin uygulamaların ülke genelinde diğer doğal taş ocaklarında kullanılması enerji tüketiminde ve su sarfiyatı azalması çarpan etkisi oluşturduğu dikkate alındığında sürdürülebilir ve doğa ile barışık madencilik faaliyetlerinden bir aşamanın daha kat edilmiş olunacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbilgiç, M.N, 1997, Analysis of the influences of marble characteristics on the marble production cost parameters.
- Fantini Spa, 2016. Fantini ürün kataloğu.
- Anonim, 2019. İMİB: İstanbul Maden İhracatçıları Birliği- İhracat İstatistikleri (imib.org.tr)
- Atıcı, Ü.,1999, Mermer kesme makinalarındaki kesicilerin aşınma mekanizmaları.
- Aycan, İ, O, 2007, The marble sector and its future in Turkey.
- Demir, B.G, 2013, Mermer madenciliği ve çevre.
- Demirdağ, S, 2001, Mermer işletmeciliğinde elmas telle kesim performansının araştırılması.
- Dilmaç, M.K, 2009 Effects of bench geometry on cutting performance of marble production with diamond wire.
- Ersoy, M., Yeşilkaya, L., Gülseren, H., 2012, Mermer işletme tesislerinde moloz ve blok kesme verimlerinin karşılaştırılması (TÜBAV), s:33-42, Afyonkarahisar-TURKEY.
- Ersoy, M., Yeşilkaya, L. Dinçer, A.L, Mermer doğaltaş açık ocak işletmelerinde üretim planlaması, Afyonkarahisar – Turkey.
- Gürbulak, O, 2007 Mermerlerin kesilebilirlik özelliklerinin incelenmesi.
- Kanbir, E.S, 2013, Kesme parametreleri ve boncuk özelliklerinin elmas tel kesme verimine etkisi.
- Karaca, Z, 2002, The Investigation of the marbles' behaviour under compression.
- Kekeç, N, 2001, Tel kesme makinelerinde elmaslı tellerde kesme performansının belirlenmesi üzerine bir inceleme.
- Öğünç, H, 2010, Hedef maliyetleme sisteminin mermer sektöründe uygulanması.
- Özçelik, Y, 1999, Mermercilikte kullanılan elmas tel kesme makinalarının çalışma koşullarının incelenmesi.
- Sarıtaş, A, 2006, Burdur ili mermer sektörünün kurumsal ve ekonomik yapısı.
- Savatyapan, M, 1994, Marble potential in Turkey and production techniques.
- Shafaei F, 1994, Comparision of Iran and Turkish stone industry.
- Tire, S.L. 2021, Doğal taş ocaklarında sayalama (blok ebatlama) teknikleri ve verimlilik mukayesesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, Yayınlanmamış.

MERMER, RADYASYON VE İNSAN ETKİLEŞİMİ

MARBLE, RADIATION AND HUMAN INTERACTION

S. Baler*

*Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Hekimhan Mehmet Emin Sungur Meslek Yüksekokulu,
Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü (serdar.baler@ozal.edu.tr)

ÖZET

Tüm canlılar, toprakta, suda ve havada bulunan radyasyondan etkilenirler. Özellikle kapalı alanlarda ışınım veya solunum yoluyla insanlar radyasyona daha fazla maruz kalır. Radyasyona maruz kalınan süre, radyasyon şiddeti ve kaynağı, doğrudan doğruya insan ve çevre sağlığıyla ilişkilidir. Genellikle evlerde, iş yerlerinde dekoratif amaçlı ve yapı malzemesi olarak kullanılan mermerlerin radyoaktif özelliklerini bilmek, insan sağlığı ve çevre açısından çok önemlidir. Magmanın derinlerde soğuyup katılaşması ve ticari anlamda mermer özelliklerini karşılmasıyla magmatik kökenli mermerler oluşur. Bu da, onların bileşimini diğer tip mermerlerden farklı kılar. Magmatik mermerlerin bileşiminde birden fazla mineral bulunmaktadır. Bu minerallerin her biri farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Sertlik, renk, yoğunluk, iletkenlik, radyoaktivite gibi özellikler mermere farklı nitelikler ve önem kazandırır. Genel anlamda magmatik kökenli mermerlerin sediment ve metamorfik kökenli mermerlere göre radyoaktivitesinin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Mermerlerin radyoaktivitesi ve radyoaktif mineral miktarı, diğer tüm kayaç ve minerallerde olduğu gibi bölge jeolojisine etki etmektedir. Çevre jeolojisinin iyi bilinmesi, üretilen mermerin kullanım alanının daha iyi belirlenmesine katkıda bulunabilir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin farklı bölgelerinde işletilmekte olan mermerlerin radyoaktivite oranlarının ve insan üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Mermer, Radyoaktivite, Sağlık

ABSTRACT

All living things are affected by radiation in soil, water and air. Especially in closed areas, people are more exposed to radiation through diffraction or respiration. The duration of radiation exposure, radiation intensity and source are directly related to human and environmental health. Knowing the radioactive properties of marbles, which are generally used as decorative and building materials in houses and workplaces, is very important for human health and the environment. Marbles of magmatic origin are formed when the magma cools and solidifies in the deep and provides the marble properties in the commercial way. This makes their composition different than the other types of marbles. There are more than one mineral in the composition of igneous marbles. Each of these minerals has different physical and chemical properties. Properties such as hardness, color, density, conductivity and radioactivity give marble different qualities and impor-

tance. In general, it is known that the radioactivity of magmatic marbles is higher than sedimentary and metamorphic marbles. The radioactivity of the marbles and the amount of radioactive minerals affect the geology of the region, as in all other rocks and minerals. Knowing the environmental geology well can contribute to a better determination of the usage area of the produced marble. Within the scope of this study, it was aimed to investigate the radioactivity ratios of marbles that are operated in different regions of Turkey and their effects on humans.

Keywords: Marble, Radioactivity, Health

GİRİŞ

Mermer bilimsel ve ticari olmak üzere iki farklı tanıma sahiptir. Ticari anlamda, köken ayırt etmeksizin blok verebilen, kesilip parlatılarak (cila alabilen) kullanılan her türlü doğal taş mermerdir. Bilimsel anlamda ise, kireçtaşı veya dolomitik kireçtaşlarının, yüksek sıcaklık ve/veya basınç altında yeniden kristalleşmesi ile oluşan metamorfik kayalardır (Temur, 2001). Metamorfizma sonucunda yeni yapı, doku ve kimyasal özellikler kazanır. Bileşimleri genel anlamda kalsiyum karbonattan oluşmasına rağmen, düşük oranda magnezyum, kalsiyum, silis, feldspat, demir, hematit, limonit, pirit, grafit, klorit, mika, organik maddeler veya renk veren pigmentler (mineraller) bulunabilir. Bu renklerde, gri ve siyah renk grafit veya karbon bileşiklerinden, yeşil renk klorit veya silikat grubundan, pembemsi-kırmızımsı tonlar hematit ve mangandan, sarı ve kremi renkler ise limonitten kaynaklıdır.

Ticari anlamda, konglomera, granit, labradorit, siyenit, diyorit, kumtaşı, serpantin, diyabaz, bazalt, traverten, tüf, gnays gibi farklı kökenden kayalar mermer olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla isimlendirmede karışıklığı önlemek için, siyenit mermeri, granit mermeri, serpantin mermer gibi kayaç isimleri önlerine getirilerek kullanılırlar.

Sedimanter kayalarda metamorfizma öncesi bünyelerinde bulunabilecek fosiller, rekristalizasyon sonucunda ya çok az kalarak ya da tamamen kaybolarak, yeni metamorfik mineraller oluşur. Saf dolomit mermerler çok kıymetlidir, ancak kalsit miktarı arttıkça mermerin kalitesi düşer. Mermerler içerisinde silikatların artmasıyla beraber kıymetli taşların bulunma ihtimali artar ve bu mermerler “kalk-epidotşist” veya “ofi-kalsit” adını alırlar.

Homojen ve sertlikleri yüksek olan mermerlerin kesimi zor olmasına rağmen cila tutma oranları yüksektir. Ancak kesim ve cilalama süreleri uzundur. Homojen olmayan mermerlerde ise, bloğun farklı yerlerinde farklı sertlikte mineraller bulunacağından, kesim esnasında tanelerin parçalanması/ayrılması gibi sorunlar gözlenirken, parlatma işleminde ise, bir kısım iyi cila tutarken, başka bir kısım iyi cila tutmayabilir.

Doğal Taş İhracatı ve İthalatı

Dünyanın en zengin mermer yataklarının bulunduğu Alp kuşağında yer alan Türkiye, 5.1-13.9 milyar ton muhtemel mermer rezervine sahiptir. Dünya toplam rezervinin 15 milyar metreküp olduğu tahmin edilmektedir ve ülkemizin rezervi dünya toplam rezervinin %33'üne karşılık gelmektedir. (Doğal Taşlar Sektör Raporu, 2021). Doğal taşlar kategorisinde Alp kuşağı içerisinde yer alan ülkelerin, (Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan) sedimanter kökenli mermerlerce (kireçtaşı, oniks, traverten) zengin rezervleri bulunmaktadır. Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika'da ise magmatik kökenli mermer rezervleri fazladır. Ülkemiz hem Asya, hem Avrupa'da üretim ve ticaret konusunda söz sahibi ül-

keler arasında bulunmaktadır. Sedimanter kökenli mermerler ülkemizde genellikle Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde, magmatik kökenli mermerler ise İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır.

Ülkemizde farklı renk, köken ve desenlerde mermerler bulunmaktadır. Bölgelere göre rezerv dağılımları; Ege %32, Marmara %26, İç Anadolu %11, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi %31 şeklindedir. Ülkemizde yıllık doğal taş üretimi 11.5 milyon ton civarındadır. Doğal taş grubunda mermerden sonra ikinci en önemli kayaç granittir. Grinin çeşitli tonlarında olan granit, genellikle dış kaplama, yer döşemesi ve mutfak tezgahlarında kullanılmaktadır.

Ülkemizin doğal taş ihracatında en büyük ihracatçımız, %31.2'lik pay ile Çin'dir. 2020 yılında Çin'e yapılan ihracat değerleri %22'lik bir düşüşle 540 milyon ABD Doları seviyelerine gerilemiştir. Diğer Dünya ülkelerine yapılan doğal taş ihracatı 2020 yılında %7 düşüşle 1.73 milyar ABD Doları seviyesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye Doğal Taş İhracatı Ülke Dağılımı (Milyon ABD \$)

ÜLKELER	2018	2019	2020	2019-20 Değişim	2020 Pay %
ÇİN	773,5	694,5	540,2	-22%	31,2%
A.B.D.	299,3	285,7	325,1	14%	18,7%
SUUDİ ARABİSTAN	105,6	125,1	139,3	11%	8,0%
İSRAİL	60,1	65,0	75,8	17%	4,4%
FRANSA	55,4	61,9	67,3	9%	3,9%
IRAK	62,0	63,9	61,7	-3%	3,6%
HİNDİSTAN	90,0	91,6	61,3	-33%	3,5%
AVUSTRALYA	39,9	39,6	42,1	6%	2,4%
B.A.E	54,0	39,8	37,0	-7%	2,1%
ALMANYA	26,9	27,1	34,3	26%	2,0%
LİBYA	11,5	25,7	24,0	-6%	1,4%
KATAR	12,1	16,4	18,8	15%	1,1%
FAS	11,6	18,1	17,2	-5%	1,0%
KUVEYT	15,9	15,5	16,9	10%	1,0%
İTALYA	18,7	22,1	15,3	-31%	0,9%
ROMANYA	9,0	10,5	14,7	40%	0,8%
KANADA	28,1	21,8	13,3	-39%	0,8%
TURKMENİSTAN	1,7	9,0	13,2	47%	0,8%
MISIR	10,0	12,3	13,0	6%	0,7%
İNGİLTERE (B.K.)	15,3	15,2	12,5	-18%	0,7%
İLK 20 ÜLKE	1.701	1.661	1.543	-7%	89%
TOPLAM	1.903	1.859	1.734	-7%	0%

Ülkemizin 2020 yılı doğal taş ihracatının %95'ini mermer oluşturmaktadır. İhracatta işlenmiş mermer 994 milyon, blok mermer ise 658 milyon ABD doları seviyelerindedir. İşlenmiş ürünlere ilgi son yıllarda artmaktadır. Çin'de daralan inşaat ve sanayi sektörü, doğal taş ihracatımızın düşmesine sebep olmuştur. Ayrıca yaşanan pandemi tüm dünyada ihracatı olumsuz etkilemiş, ülkemizde son 4 yılda %43'lük bir kayıp yaşanmıştır. Granit ihracatı ise 2020 yılı için, 31.6 milyon ABD doları olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Doğal Taş İhracat Değerleri (Milyon ABD \$)

	2019	2020	2019-20 Değişim	2020 Pay
Ürünler	Değer	Değer	%	%
Blok Mermer	852,8	658,2	-23%	38%
Blok Granit	9,3	10,7	15%	1%
İşlenmiş Mermer	931,5	994,1	7%	57%
İşlenmiş Granit	10,6	20,9	97%	1%
Diğer Doğal Taşlar	55	50	-9%	3%
TOPLAM	1.859	1.734	-7%	100%

2020 yılında ülkemizde doğal taş sektöründe ithalatta ilk sırada yer alan ülke %32.3'lük oran ile Hindistan olmuştur. Diğer önemli ithalat gerçekleştirilen ülkeler İtalya ve İspanya olmuştur. 2020 yılında ithalat bir önceki yıla oranla %17 artış göstermiştir. İthalat ürün dağılımında ise en yüksek payı 56.7 milyon ABD doları ile işlenmiş granit oluşturmuştur (Çizelge 3-4). Yıllara göre gerçekleşen dünya doğal taş ithalat-ihracat değerleri ile, bu değerlere ait değişim ve pazar payları aşağıda verilmiştir (Çizelge 5-6).

Çizelge 3. Türkiye Doğal Taş İthalatı (Milyon ABD \$)

ÜLKELER	2018	2019	2020	2019-20 Değişim	2020 Pay %
HİNDİSTAN	41,28	27,59	30,06	9%	32,3%
İTALYA	10,22	13,40	14,04	5%	15,1%
İSPANYA	13,16	8,49	12,61	49%	13,6%
YUNANİSTAN	5,36	5,81	8,05	38%	8,7%
İRAN	8,86	5,44	7,81	44%	8,4%
MISIR	0,34	0,29	5,37	1770%	5,8%
VİETNAM	13,78	8,99	4,04	-55%	4,3%
ÇİN	4,66	4,37	2,68	-39%	2,9%
PORTEKİZ	0,19	0,43	2,65	516%	2,8%
FRANSA	1,11	1,04	1,05	1%	1,1%
MAKEDONYA	0,75	1,24	1,05	-15%	1,1%
BELÇİKA	0,00	0,28	0,67	138%	0,7%
BREZİLYA	1,90	0,22	0,64	186%	0,7%
ABD	0,23	0,15	0,43	181%	0,5%
TUNUS	0,29	0,21	0,29	36%	0,3%
IRAK	0,01	0,00	0,20	4900%	0,2%
BULGARİSTAN	0,22	0,06	0,17	196%	0,2%
PAKİSTAN	0,09	0,07	0,14	112%	0,2%
UKRAYNA	0,27	0,10	0,13	32%	0,1%
KANADA	0,05	0,00	0,12	2900%	0,1%
İLK 20 ÜLKE	103	78	92	18%	99%
TOPLAM	105	79	93	17%	100%

Çizelge 4. Yıllara göre Türkiye Doğal Taş İthalatı Değişimi (Milyon ABD \$)

	2019	2020	2019-20 Değişim	2020 Pay
Ürünler	Değer	Değer	%	%
Blok Mermer	4,4	4,7	7%	5%
Blok Granit	0,38	0,28	-26%	0%
İşlenmiş Mermer	23,6	24,3	3%	26%
İşlenmiş Granit	46,8	56,7	21%	61%
Diğer Doğal Taşlar	4,22	7,02	66%	8%
TOPLAM	79	93	17%	100%

Çizelge 5. Dünya Doğal Taş İhracatı (Milyon ABD \$)

ÜLKELER	2018	2019	2020 (Mevcut Veri)	2018-19 Değişim	2019 Pay %
ÇİN	5.498	5.094	-	-7%	30,6%
İTALYA	2.221	1.993	-	-10%	12,0%
HİNDİSTAN	1.905	1.878	-	-1%	11,3%
TÜRKİYE	1.903	1.859	1.734	-2%	11,2%
BREZİLYA	956	973	934	2%	5,8%
İSPANYA	868	784	777	-10%	4,7%
PORTEKİZ	487	477	418	-2%	2,9%
YUNANİSTAN	529	458	352	-13%	2,8%
İRAN	305	324	-	6%	1,9%
MISIR	219	213	-	-3%	1,3%
KANADA	208	200	162	-4%	1,2%
FİLİSTİN	196	189	-	-3%	1,1%
VİETNAM	155	172	-	11%	1,0%
ALMANYA	182	164	148	-10%	1,0%
BELÇİKA	161	141	-	-13%	0,8%
ABD	150	129	110	-14%	0,8%
FRANSA	117	117	105	0%	0,7%
UMMAN	110	107	-	-3%	0,6%
NORVEÇ	89	80	82	-10%	0,5%
HOLLANDA	74	73	-	-2%	0,4%
İLK 20 ÜLKE	16.334	15.426	-	-6%	93%
TOPLAM	17.688	16.653	-	-6%	100%

Çizelge 6. Dünya Doğal Taş İthalatı (Milyon ABD \$)

ÜLKELER	2018	2019	2020 (Mevcut Veri)	2018-19 Değişim	2019 Pay %
ABD	3.191	2.915	2.752	-9%	18,0%
ÇİN	2.617	2.638	-	1%	16,3%
KORE	977	802	700	-18%	5,0%
İNGİLTERE (B.K.)	680	701	644	3%	4,3%
JAPONYA	585	587	465	0%	3,6%
FRANSA	561	571	533	2%	3,5%
ALMANYA	594	570	542	-4%	3,5%
İTALYA	370	376	-	2%	2,3%
AFGANİSTAN	308	368	-	19%	2,3%
SUUDİ ARABİSTAN	340	359	-	5%	2,2%
BAE	353	321	-	-9%	2,0%
HİNDİSTAN	329	307	-	-7%	1,9%
KANADA	301	258	206	-14%	1,6%
İSVİÇRE	259	244	246	-6%	1,5%
BELÇİKA	255	225	-	-12%	1,4%
AVUSTRALYA	221	211	209	-5%	1,3%
HOLLANDA	212	204	-	-3%	1,3%
VİETNAM	137	177	-	29%	1,1%
POLONYA	157	172	-	9%	1,1%
KATAR	190	168	-	-12%	1,0%
İLK 20 ÜLKE	12.638	12.173	-	-4%	75%
TOPLAM	17.010	16.163	-	-5%	100%

Kullanım Alanları

Mermerlerde kullanım alanlarına göre farklı özellikler aranmaktadır. Örneğin iç mekanda kullanılacak mermerlerde, dayanım, görünüm, parlaklık gibi özellikler aranırken, dış mekanlarda kullanılacak mermerlerin atmosferik koşullara daha dayanımlı olması istenir. Bu yüzden karbonat kökenli mermerlerin yağış alan bölgelerde dış mekanlarda kullanılması pek uygun değildir. Asit

yağmurları veya asidik kökenli sular bu mermerlerin aşınmasına sebep olabilirler. Aynı şekilde, boşluklarında/çatlaklarında kil, limonit, grafit ve bitüm gibi bileşenler suyla temas ettikleri takdirde bozunarak mermere renk verdikleri için atmosfer etkilerine açık alanda kullanılmamalıdır. Bünyesinde çok fazla kırık ve çatlak bulunmayan, su emme özelliği zayıf, dayanımı ve sertliği yüksek, aşınmaya karşı dirençli olan granit ve bazı magmatik kökenli mermerler dış mekan için daha uygun bir tercih olacaktır. İç mekanda kullanılacak mermerlerde ise, hem renk seçeneğinin fazla olması hem de kırık ve çatlak yapılarının bulunması ve bu yapıların başka bir malzeme ile dolarak daha iyi bir görsellik sunmasından dolayı sedimanter kökenli mermerler tercih edilebilir.

Mermerlerde ve Yapı Malzemelerinde Radyoaktivite

Doğal taş sektöründe, taşları oluşturan minerallerin radyoaktif özelliklerine olan araştırmalar son yıllarda artarak önem kazanmıştır. Doğada bulunan her madde az ya da çok oranda radyasyon içerir (Çizelge 7). Suda, havada, yediğimiz ve içtiğimiz besinlerde farklı oranlarda radyasyon mevcuttur. Önemli olan ise bu radyasyon değerinin canlı sağlığına zarar verecek boyutlara ulaşmamasıdır. Doğal radyasyon kaynaklarının %48'i radon, %18'i gama, %15'i kozmik, %10'u yiyecek ve %9'u içsel kaynaklıdır (TAEK, 2015).

Çizelge 7. Çeşitli kayaç ve toprak cinslerinin tipik özgül radyoaktiviteleri (Atakan, 2008)

Kaya ve Toprak Cinsi	Özgül Radyoaktivite (Bq/Kg)		Kuru Madde
	K-40	Th-232	U-238
Granit	1000	80	60
Bazalt	250	10	10
Kireçtaşı/Kalker	90	7	30
Kumtaşı	350	10	20
Kiltaşı	700	50	40
Gri Toprak	650	50	35
Kara Toprak	400	40	20
Ağartma Toprağı	150	10	7
Bataklık	100	7	7

Son yıllarda, mermerlerin iç mekan ve kapalı alanlarda kullanımının artması, mermerlerin doğal radyoaktivite seviyelerinin bilinmesini gerekli kılmaktadır. Genel olarak mermerlerde ve yapı malzemelerinde radyoaktivite; radyum, toryum ve potasyum kaynaklıdır. Granit bünyesinde ortoklaz, feldspat gibi mineraller barındırır. Bu mineraller ⁴⁰K içerirler. Ayrıca eser miktarlarda bulunabilecek zirkon, apatit gibi minerallerde uranyum ve toryum bulundurulabilir. Dolayısıyla özellikle granitlerde, radonun yanında ⁴⁰K ve ²³²Th aktiviteleri bulunabilir. MTA farklı bölgelerdeki granitlerde bir çalışma yaparak, radyoaktivite konsantrasyonlarını belirlemiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. MTA Jeofizik İdaresi Tarafından Granitler üzerinde yapılan radyoaktivite konsantrasyonları (Küçük, 2014)

Bölge Adı	Örnek Sayısı	K (Bq/Kg)		U (Bq/Kg)		Th (Bq/Kg)		Ra _{eq} (Bq/Kg)	
		En az	En çok	En az	En çok	En az	En çok	En az	En çok
Ordu Top- çam	122	50.4	2318.4	4.9	349.7	5.65	451.6	18.6	983.2
	Ortalama	1133.7		86.11		122.5		348.6	
Giresun Ş.Karahisar	253	25.2	1713.6	2.4	239.7	4.44	248.8	19.88	551.5
	Ortalama	687.4		44.3		62.7		186.9	
Manisa Eğrigöz	58	604.8	2167.2	25.9	132.2	14.9	181.3	202.5	437.2
	Ortalama	1052.7		71.4		108.0		306.9	

Bina malzemelerinde ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra radyonüklidlerinden yayılan gama ışınları bulunur. Bu radyonüklidler bina içinde ışınım yaparlar. Bu yüzden Ra, K, Th içeren bina malzemelerinin spesifik aktivitelerini standartlaştırmak ve karşılaştırabilmek için radyum eşdeğer aktivitesi "Ra(eq)" adı verilen uluslararası bir indeks kullanılmaktadır. Bu aktivitenin "Ra(eq)" 370 Bq (Bekerel)/kg'ı geçmemesi istenmektedir. (UNSCEAR, 2000).

Doğal taşlar ve radyoaktivite ilgili çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır. Özellikle ülkemizde bulunan mermerlerin radyoaktivite konsantrasyonları üzerine çalışmalar yapılmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Bazı Türk Doğal Taşlarının Radyoaktivite Konsantrasyonları (Türkmen vd., 2003).

Doğal taş Adı	K (Bq/Kg)	Ra (Bq/Kq)	Th (Bq/Kq)	Ra (eq) (Bq/Kg)
Aksaray Yaylak (Granit)	1082±13	82±3	62±2	253±12
Bergama Gri (Granit)	972±13	97±6	73±3	275±20
Ege Bordo	104±4	3.3±0.7	3.75±0.5	17±2
Antalya Limra	<4	8±1	<4	<14±2
Denizli Traverten	<4	<2	<4	<8±2
Bucak Traverten	<4	<2	<4	<8±2

Radyasyon ve İnsan Etkileşimi

İnsan yaşamının büyük bir kısmı kapalı ortamda geçmektedir. Kapalı alanlar genelde doğal radyasyona karşı koruyucu özellik taşır. Ancak kapalı alanlarda kullanılan malzemelerin radyoaktivite konsantrasyonları bu durumu tersi haline çevirebilir.

Dışsal ışınım, canlıların çevre ile olan etkileşiminden kaynaklanan, doğada her zaman maruz kalınan radyasyondur. Canlılar dışsal ışınımı, yiyecek ve içeceklerden, sudan, havadan ve topraktan alırlar.

Canlılar kendi bünyelerinde K_{40} ve C_{14} gibi radyoaktif elementler barındırır. Bu elementler vücut içerisinde sürekli ışınım yaparlar. Ayrıca solunum, sindirim ve vücut üzerinde bulunan yaralar ile de radyoaktif maddeler vücut içerisine girerek ışınım yapabilirler. Bu ışınım içsel ışınım adı verilir. İçsel ışınım sonucunda tek bir organ zarar görebileceği gibi bütün vücut da zarar görebilir. Bu aşamada ışınımın hangi organa etki ettiği önemlidir. Bunun yanında akciğer kanseri oluşumu, kemik ve iliklerde hastalıklar görülebilir.

Radon, uranyum ve toryum içeren kayalardan ve topraktan gelir ve gaz halinde olduğu için bulunduğu ortamdaki boşluklardan geçerek atmosfere sızır. Radon bozunduğunda, ortaya çıkan ürünlerin bir kısmı katı parçacık şeklinde bulunur ve bu parçacıklar havada asılı kalan parçacıklara tutunur. Bu parçacıklar bulunduğu zaman akciğere yerleşerek alfa ışınımı ile akciğerlere zarar verirler (Mohammed, 2012). Açık havada ihmal edilebilecek düzeylerde olan ^{222}Rn , kapalı ortamlarda uzun süreli maruziyette insan sağlığını etkileyebilir. Uluslararası Radyasyondan Korunma Konseyi (ICRP) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) raporlarında, akciğer kanseri olmanın sebebi olarak sigaradan sonra kapalı alanda radon ve radonun bozunma ürünlerine maruz kalmak olduğunu belirtmişlerdir (ICRP, 2014) (WHO, 2009). Dünya genelinde radon gazından dolayı maruz kalınan yıllık ortalama doz miktarı 1.2mSv'dir. Avrupa Komisyonu tarafından 1999 yılında 112-Radyasyondan Korunma adlı bir rapor yayımlanmış, bu rapora göre, yapı malzemelerinden kaynaklanan yıllık etkin doz miktarı 1mSv olarak sınırlandırılmış ve bu dozun üzerinde değer oluşturabilecek yapı malzemelerinin, Avrupa Birliği üye ülkeleri tarafından kullanımının kısıtlandırılması tavsiye edilmiştir.

Uluslararası Radyasyondan Korunma Konseyi (ICRP) radona maruz kalma miktarı için limit değerler tavsiye ederek yıllık doz için eylem seviyesi belirlemiştir. Buna göre eylem seviyesi 3-10 mSv (300-1000 mrem) arasında sınırlandırılmıştır. Bu doza karşılık gelen radon miktarı evler için 200-600 Bq/m³, iş yerlerinde ise 500-1500 Bq/m³ dür. Uranyumun bozunma ürünü olduğu için

belirlenen bu değerler bölgenin jeolojisine göre değiştiğinden dolayı her ülkenin limit değerleri farklılık göstermektedir (Solecki, 2010). Örneğin; İngiltere 200 Bq/m³, Avrupa ülkelerinde 400 Bq/m³, Kanada'da 800 Bq/m³ gibi limitler belirlenmiş olsa da son zamanlarda özellikle Avrupa'da yeni yapılacak binalar için 200 Bq/m³, eski yapılar için ise 400 Bq/m³ değerleri kullanılmaktadır. Ülkemizde ise, radon için izin verilen konsantrasyon seviyeleri yıllık ortalama olarak evlerde 400 Bq/m³, işyerlerinde 1000 Bq/m³ değerlerini aşamaz. Ayrıca Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 37' ye göre; "Maruz kalınan doğal radyasyon seviyesinin yapı malzemeleri nedeniyle artmasının önlenmesi ve toplum üyelerinin alacağı radyasyonun mümkün olan en düşük seviyede tutulması amacıyla bu malzemelerdeki radyoaktivitenin kontrolü esastır." ibaresi bulunmaktadır. Avrupa birliği komisyonu tarafından 1999 yılında "Yapı Malzemelerinin Doğal Radyoaktivitelerine Karşı Radyolojik Korunma Prensipleri" isimli bir rapor yayımlanmış ve bu rapora göre;

Tuğla, beton gibi yapı malzemeleri 150 Bq/kg-1

Duvar kaplamalarında kullanılacak fayanslarda 200 Bq/ kg-1

Altyapı inşaatı ve yollarda kullanılacak malzemelerde ise limitler 1000Bq/kg-1 olarak belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Doğal taş tanımı içerisinde yer alan mermerler, ticari anlamda farklı kökenlerde olabilir. Ülkemizde ve Dünya çapındaki araştırmalar, sedimanter ve metamorfik kökenli mermerlerdeki radyoaktivite konsantrasyonlarının, magmatik kökenli mermerlerden daha düşük olduğunu göstermektedir. Granit gibi magmatik kökenli mermerler, radyoaktif mineraller olan ⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra içerebileceği gibi, uranyum içeren mineraller de bulundurabilir. Özellikle bu tarz mermerlerin kullanım alanlarına göre radyoaktivite konsantrasyonları ölçülmelidir. Kapalı alanlarda ²²²Rn seviyeleri kontrol edilmelidir. Toprakta, havada, suda bulunan bu gaz insan vücudunda alfa ışınları yaparak ciddi tehditler oluşturabilir. Kapalı mekanlarda kullanılacak mermerlerdeki kırık ve çatlak yapıları içerisine yerleşerek tehlikeli miktarlara ulaşabilir. Ülkemiz doğal taş ithalat ve ihracatında radyoaktif konsantrasyon seviyelerinin belirtilmesi ve istenmesinin hem sağlık hem de güvenilirlik açısından olumlu etkisi olacaktır. Yapılan çalışmalar, mermerlerin radyoaktivite konsantrasyonlarının genel olarak belirlenen değerlerin altında olduğunu, insan sağlığı açısından tehlikeli boyutlara ulaşmadığını göstermektedir. Ancak unutulmamalıdır ki, topraktaki radyoaktif madde miktarı bölgenin jeolojisiyle direkt ilişkili olup, değişiklik göstermektedir. Yeni keşfedilecek mermer sahalarında bu değerler çok yüksek seviyelere çıkarak insan sağlığı açısından tehlikeli olabilir. Ayrıca her ne kadar uranyumun magmatik kökenli mermerler içerisinde bulunma ihtimali olsa da, taşınımıyla beraber sedimanter kayalarla da yatak oluşturabilecek kadar büyük miktarlarda bulunabilir. Dolayısıyla, kökeni ne olursa olsun, özellikle yeni keşfedilmiş, işletilmeye açılacak sahalarında ve kapalı mekanlarda kullanılacak mermerlerde radyoaktivite konsantrasyonlarının mutlaka belirlenmesi, bu sayede canlıların en az maruziyete uğramaları ve çevre-canlı-radyasyon etkileşimini minimuma indirmek gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Atakan, Y. (2008). Doğal Radyoaktivite, Doğal Radyasyon Ve İnsanda Oluşturduğu Dozlar. Uluslararası Katılımlı Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı, 51-63.

EC (European Commission), (1999). Radiological Protection Principles Concerning The Natural Radioa-

- ctivity of Building Materials, Radiation Protection 112. Directorate- General Environment, Nuclear Safety And Civil Protection.
- ICRP, (2014). Radiological protection against radon exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3).
- İhracat Genel Müdürlüğü, Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi, (2021). Doğal Taşlar Sektör Raporu.
- Küçük, M. (2014) Ülkemizdeki Granitlerin Radyoaktivite Konsantrasyonlarının Bilinmesinin Önemi. Mta Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni.
- Mohammed, W. M., (2012). Ninova (Irak) Bölgesindeki Yapı Malzemeleri İçin Kullanılan Ticari Mermer ve Granit Kayaçlarında Doğal Radyasyon Seviyesi. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı.
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği, 3. Kısım Madde 37. Resmî Gazete Tarihi: 24.03.2000 Resmî Gazete Sayısı: 23999.
- Solecki, T. A., (2010). Geochemistry of Radon. IV. Ulusal Jeokimya Sempozyum Bildirileri. Elazığ.
- TAEK, (2015). Kapalı Ortamlarda Radon Ve Yapı Malzemelerindeki Radyoaktiviteye İlişkin Kılavuz.
- Türkmen F., Kun N., Yaprak G., (2003). Ülkemizde Üretilen ve Amerika-Uzak Doğu Pazarlarında İlgili Gören Bazı Doğal Taşların Radyoaktivite Özellikleri. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (Mersin) Bildiriler Kitabı. Aralık 2003.
- UNSCEAR (United Nations Scientific Committee On The Effects Of Atomic Radiation) (2000). Sources And Effects Of Ionizing Radiation. Vol. I. Sources Report To The General Assembly, With Scientific Annexes.
- WHO, (2009). Handbook On Indoor Radon: A Public Health Perspective. WHO, France.

TÜRKİYE MERMER İHRACAT BİRİM FİYATI ANALİZİ

TURKISH MARBLE EXPORT UNIT PRICE ANALYSIS

E. Çetin

Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü (erhan@dicle.edu.tr)

ÖZET

Mermerler, her ne kadar yapılarda, heykelticilikte, mezar taşlarında ve çeşitli süs eşyaları yapımında kullanılan, boyutlandırılabilen metamorfizma geçirmiş kalkerli taşlar olarak bilinse de, aynı amaçla kullanılan, gerek metamorfik, gerek sedimanter, gerekse magmatik kökenli çeşitli taşlar mermer olarak addedilmektedir.

Türkiye, önde gelen mermer ihracatçısı ülkeler arasında, mermer ihracatının ülkenin toplam ihracatına oranı açısından ilk sırada bulunmasına rağmen, mermer ihracat birim fiyatı açısından son sırada bulunmaktadır. Ülkelerarası fiyat düzeyi farklılaşmasını ölçen ve bu kapsamda fiyat düzeyi farklılaşmasının elimine edilmesinde kullanılan satın alma gücü paritesinin mermer ve mermer ürünleri ihracat birim satış fiyatları farklılaşmasında ne derece önemli bir etken olabileceğinin ortaya konulduğu bu çalışma, alanında farklı bir bakış açısı ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, İhracat, Birim Fiyatı, Satın Alma Gücü Paritesi.

ABSTRACT

Although marbles are known as metamorphosed calcareous dimension stones that are used in buildings, sculptures, tombstones and various ornaments, any stones which are of metamorphic, sedimentary or magmatic origin used for the same purpose are considered as marble.

Turkey ranks first among the leading marble exporting countries in terms of the ratio of marble exports to the country's total exports. However, it is in the last place in terms of marble export unit price. This study, which measures the price level differentiation between countries and reveals how purchasing power parity, which is used in eliminating the price level differentiation, can be an important factor in the differentiation of export unit sales prices of marble and marble products, presents a different perspective in its field.

Keywords: Marble, Export, Unit Price, Purchasing Power Parity.

GİRİŞ

Mermerler, yer yüzeyinde oluşan karbonatlı tortul kayaçların, yer altında yüksek sıcaklık ve basınç marifetiyle başkalaşarak oluşan taşlardır. Bu taşlar, kesilerek, parlatılarak, yontularak; heykelticilik, süs eşyaları yapımı, mezar taşları ve inşaatlarda döşeme, basamak, tezgah, denizlik, cephe kaplamalarında kullanılmaktadır. Ayrıca, aynı sektörlerde, aynı amaçla kullanılan mermer

dışındaki gerek başkalaşım, gerek tortul, gerekse magmatik kayaçlar da mermer olarak addedilmektedir.

Makro ekonomide, özellikle uluslar arası milli gelir hesapları karşılaştırmalarında, ulusları oluşturan bireylerin zenginliğinin ölçülmesi için, parasal ifadeler, nominal yerine, satın alma gücü paritesine göre tanımlanır. Satın alma gücü paritesi, ülkeler arası fiyat düzeyi farklılaşmasını ortadan kaldıran bir para birimi dönüştürme oranıdır. Bir ülkenin iç piyasasındaki fiyat düzeyi temel kabul edilerek, diğer ülkelerin piyasalarındaki fiyat düzeylerinin o temel alınan ülke fiyat düzeyinden farkları satın alma gücü paritesini verir. Böylece, her ülke vatandaşının, alış veriş ülke sınırları dahilinde yaptığı sürece, mal ve hizmet satın alma gücü anlamında gerçek geliri bulunur. Satın alma gücü paritesi, fiyat ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi ölçmekte ve uluslar arası karşılaştırmalarda kullanılmaktadır (Aslan ve Kanbur, 2014).

Dünyada mermer ihracatında önde gelen ülkelerin ihracat birim fiyatları çeşitli sebeplerle farklılaşabilmektedir. Mermerler, pazarlama açısından, diğer bir çok maden kaynağının tersine, renk ve desen farklılığı dolayısıyla albenileri değişen, bu albenilere göre fiyat skalaları oldukça geniş olabilen türden bir maden kaynağıdır. Özellikle enerji hammaddeleri ve metalik madenler dünya çapında benzer şekilde fiyatlandırılırken, mermerler arasında büyük fiyat farkları görülebilmektedir.

Hal böyleyken, özellikle son yıllarda, hem tarihsel olarak hem de teknolojik yatırımlarla mermercilik sektörünün öncüsü konumundaki İtalya ile, mermer ihracatında önde gelen ülkeler arasında bulunan ve önemli mermer ihracatçısı ülkeler arasında mermer ihracatının ülkenin toplam ihracatı içerisindeki ağırlığı itibarıyla ilk sırada bulunan Türkiye, mermer ürünleri ihracat birim fiyatları bakımından oldukça ayrılmaktadır.

Bu çalışmada, mermer ve mermer ürünleri dışsatım birim satış fiyatları farklılaşmasında ülkelerarası fiyat düzeyi farklılaşmasının olası etkileri değerlendirilmiştir. Uluslar arası mermer ve mermer ürünleri fiyatlandırmasında, ülkelerarası fiyat düzeyi farklılaşmasının bir göstergesi olan satın alma gücü paritesinin ne derece önemli bir etken olabileceğinin ortaya konulduğu bu çalışma, alanında farklı bir bakış açısı ortaya koymaktadır.

MERMER İHRACATI

Dünyada üretilen mermerlerin önemli bir kısmı dış ticarete tabidir. mermer ocaklarından çıkarılan blokların yaklaşık %20'si ikinci bir ülkeye satılmaktadır. Mermer fabrikalarında kesilerek boyutlanan taşların ise yaklaşık %30'u o ülke dışına satılmaktadır. Bu rakamların takip edilebildiği, ülkeler itibarıyla mermer ocak üretim miktarları, mermer ham blok ihracat miktarları ve işlenmiş mermer ihracat miktarları, Çizelge 1., Çizelge 2. ve Çizelge 3.'de verilmiştir. Ayrıca, mermer ihracatında önde gelen ülkelerin mermer ham blok ihracat değerleri ve işlenmiş mermer ihracat değerleri Çizelge 4. ve Çizelge 5.'de, toplam mermer ihracat değerleri ise Çizelge 6.'da görülmektedir.

Çizelge 1. Ülkeler itibariyle mermer ocak üretimi (*1000 ton) (Montani, 2020)

Ülke / yıl	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Çin H. C.	39 500	42 500	45 000	46 000	49 000	48 000	50 000
Hindistan	19 500	20 000	21 000	23 500	24 500	26 000	26 500
Türkiye	12 000	11 500	10 500	10 750	12 250	12 000	11 750
İran	6 500	7 000	7 500	8 000	8 750	9 000	8 250
Brezilya	9 000	8 750	8 200	8 500	8 350	8 250	8 200
İtalya	7 000	6 750	6 500	6 250	6 300	6 000	5 850
İspanya	5 000	4 850	4 750	5 000	4 900	4 950	4 850
Mısır	3 000	4 200	5 000	5 250	5 300	5 000	4 000
Portekiz	2 650	2 750	2 700	2 600	2 750	3 000	3 350
Amerika B. D.	2 750	2 650	2 700	2 800	2 750	2 850	3 150
Diğer Ülkeler	23 100	25 550	26 150	26 350	28 200	27 950	28 600
Toplam	130 000	136 500	140 000	145 000	152 000	153 000	154 500

Çizelge 2. Mermer ham blok ihracatı (*1000 ton) (Montani, 2020)

Ülke/ihracat	Kalkerli Ham Blok			Silisli Ham Blok			Toplam Ham Blok		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Hindistan	256	241	246	8 948	9 961	9 947	9 204	10 202	10 193
Türkiye	5 667	5 057	4 489	87	75	127	5 754	5 132	4 616
İtalya	1 432	1 245	1 205	119	127	122	1 551	1 372	1 327
Portekiz	461	660	844	324	350	422	785	1 010	1 266
İran	924	972	900	0	83	61	924	1 055	961
Brezilya	17	30	44	976	982	879	993	1 012	923
Mısır	2 570	2 030	891	3	2	1	2 573	2 032	892
Yunanistan	921	907	842	6	6	7	927	913	851
İspanya	767	515	432	228	367	272	995	882	704
Çin H. C.	83	67	62	387	425	473	470	492	535
Fransa	100	28	174	50	62	51	150	90	225
Amerika B. D.	40	44	37	91	85	71	131	129	108
Toplam	15 498	13 945	12 057	15 582	16 225	17 275	31 080	30 170	29 332

Çizelge 3. İşlenmiş mermer ihracatı (*1000 ton) (Montani, 2020)

Ülke / Yıl	2017	2018	2019
Çin H. C.	10 855	9 622	9 118
Hindistan	2 276	2 413	2 756
Türkiye	2 230	2 381	2 599
İtalya	1 374	1 271	1 197
Brezilya	1 308	1 126	1 164
İspanya	1 198	1 179	1 161
Portekiz	850	890	954
Mısır	1 547	1 211	541
İran	127	499	507
Yunanistan	248	226	248
Fransa	166	158	159
Amerika B. D.	84	48	48
Toplam	26 889	26 271	26 683

Çizelge 4. Mermer ham blok ihracat değeri (*1000 \$) (Montani, 2020)

Ülke/ihracat	Kalkerli Ham Blok			Silisli Ham Blok			Toplam Ham Blok		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Türkiye	1 103	944	864	9	9	13	1 112	953	877
Hindistan	39	39	38	813	820	771	852	859	809
İtalya	453	436	425	40	41	40	493	477	465
Brezilya	6	11	15	178	176	148	184	187	163
Portekiz	72	100	118	32	37	41	104	137	159
İspanya	143	102	74	34	52	48	177	154	122
Çin H. C.	18	14	15	32	36	27	50	50	42
Toplam	2 700	2 425	2 280	1 675	1 725	1 610	4 375	4 150	3 890

Çizelge 5. İşlenmiş mermer ihracat değeri (*1000 \$) (Montani, 2020)

Ülke / Yıl	2017	2018	2019
Çin H. C.	5 575	5 436	5 036
İtalya	1 689	1 697	1 527
Hindistan	994	1 027	1 056
Türkiye	932	949	982
Brezilya	889	768	809
İspanya	691	709	652
Portekiz	280	312	316
Toplam	16 220	15 995	15 245

Çizelge 6. Toplam mermer ihracat değeri (*1000 \$) (Montani, 2020)

Ülke / Yıl	2017	2018	2019
Çin H. C.	5 625	5 485	5 078
İtalya	2 181	2 176	1 992
Hindistan	1 846	1 886	1 866
Türkiye	2 044	1 902	1 859
Brezilya	1 073	955	972
İspanya	868	863	774
Portekiz	384	449	475
Toplam	20 595	20 145	19 135

Çizelge 1.'de takip edilebildiği gibi, son yıllarda dünya mermer üretimi ortalama %3 artış hızıyla istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Ayrıca, dünya mermer üretiminde miktar olarak 3. sırada bulunan Türkiye'de mermer üretim miktarının artmadığı, yıllık 12 milyon ton civarında seyrettiği de anlaşılmaktadır.

Dünya mermer ihracatında, hem miktar hem de değer olarak, küçük bir miktar azalma gözlenmektedir (Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 6). Ancak, değer olarak azalma, miktar olarak azalmadan daha fazla olduğu için, dünya mermer ihracat birim fiyatlarında bir miktar azalma olduğu da anlaşılmaktadır. Türkiye mermer ihracatında ise, miktar ve değer olarak bir azalma görüldüğü gibi, özellikle ham blok ihracatında ciddi bir azalma, işlenmiş mermer ihracatında ise, güçlü bir büyüme gözlenmektedir.

MERMER İHRACAT BİRİM FİYATI

Mermerler, diğer bir çok maden kaynağının aksine, sabit bir birim fiyatı üzerinden pazarlanmakta, özellikle renk ve desen farklılıklarına binaen, ve toplumların bu renk ve desen tercihlerinin zamanla değişmesinin de etkilediği bir şekilde fiyatlandırılmaktadır. Ayrıca, gerek üretilen ham blokların özellikleri, gerekse fabrikalardaki mermer işleme performansları sebebiyle, farklı ülkelerden yapılan mermer ihracat birim satış fiyatları arasında, büyük farklar ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden, mermerlerin pazarlanmasında birim satış fiyatları ve bu birim satış fiyatlarındaki değişimler ve dalgalanmalar titizlikle takip edilmeli ve bu hususta dikkatlice analizler yapılmalıdır.

Bu hususta, mermer ihracatında önde gelen ülkelerin mermer ham blok ve işlenmiş mermer birim satış fiyatları Çizelge 7 ve Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Önemli mermer ham blok ihracatçı ülkelerin ihracat birim fiyatları (Montani)

Ülke / Yıl	2017	2018	2019
İtalya	318	348	350
Brezilya	185	185	177
Çin H. C.	106	102	79
İspanya	178	175	173
Portekiz	132	136	126
Hindistan	93	84	79
Türkiye	193	186	190

Çizelge 8. Önemli işlenmiş mermer ihracatçısı ülkelerin ihracat birim fiyatları (Montani)

Ülke / Yıl	2017	2018	2019
İtalya	1 326	1 442	1 389
Brezilya	712	719	738
Çin H. C.	564	610	675
İspanya	565	597	547
Portekiz	536	569	537
Hindistan	508	471	471
Türkiye	420	402	381

Gerek ham blok mermer, gerekse işlenmiş mermer ürünleri ihracatında mermer ihracat birim satış fiyatları açısından ülkelerarası fiyat düzeylerinin takip edilebildiği Çizelge 7 ve Çizelge 8'den, ülkeler arasında bu hususta büyük farklılaşmaların olduğu görülmektedir.

Mermer ham blok ihracatında, İtalya menşeli mermerlerin yüksek fiyatla alıcı bulduğu, Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan orjinli mermer bloklarının ise, oldukça düşük fiyatlarla satıldığı Çizelge 7'den anlaşılmaktadır. Türkiye kökenli mermer ham bloklarının ise, İtalya maden ocaklarından çıkarılan mermerlerin yaklaşık yarı fiyatından alıcı bulduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, İtalya ve Türkiye mermerlerinin genellikle kalkerli taşlardan oluştuğu, Çin ve Hindistan ham blok mermer ihracatlarının ise çok büyük oranda silisli taşlardan müteşekkil olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

İşlenmiş mermer ürünleri ihracatında, yine İtalya'daki mermer fabrikaları ürünlerinin birim satış fiyatlarının, sektördeki diğer önemli ülkeler ihracat birim satış fiyatlarından oldukça yüksek olduğu, Türkiye mermer fabrikaları ürünlerinin birim satış fiyatlarının ise oldukça düşük seyrettiği ve son sırada bulunduğu, Çizelge 8'de görülmektedir.

Mermer ham blok ve işlenmiş mermer ürün fiyatlarının kıyaslanması durumunda, mermer fabrikalarındaki kesim fireleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Mermer fabrikalarındaki gerek toz gerek parça olarak söz konusu üretim artıklarının %40 civarında olduğu (Montani, 2020) düşünüldüğünde ve mermer fabrika ürünlerinin, enerji ve işçilik maliyetleri de dikkate alındığında, Türkiye işlenmiş mermer ürünleri ihracat birim satış fiyatının son derece düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 7 ve Çizelge 8).

Türkiye işlenmiş mermer ürünleri ihracatı birim satış fiyatının son yıllarda azalması ve buna binaen uluslararası pazarlarda bu fiyat avantajı ile bulunmanın Türkiye mermer ihracatına etkisi Çizelge 9 ve Çizelge 10'dan takip edilebilmektedir.

Çizelge 9. Mermer ham blok ihracatı (MTA)

Yıl / Ürün	Ham blok ihracat miktarı (*1000 ton)	Ham blok ihracat değeri (*1000000 \$)	Ham blok ihracat birim değeri (\$/ton)
2010	5 501	761	138
2011	6 203	826	133
2012	6 886	986	143
2013	6 956	1 168	168
2014	5 842	1 017	174
2015	5 065	907	179
2016	5 024	898	179
2017	6 263	1 135	181
2018	5 835	980	168
2019	5 125	955	186
2020	4 259	708	166

Çizelge 10. İşlenmiş mermer ürünleri ihracatı (MTA)

Yıl / Ürün	İşlenmiş ihracat miktarı (*1000 ton)	İşlenmiş ihracat değeri (*1000000 \$)	İşlenmiş ihracat birim değeri (\$/ton)
2010	1 671	813	487
2011	1 767	864	491
2012	1 928	942	489
2013	2 109	1 073	509
2014	2 149	1 126	524
2015	2 044	1 015	497
2016	2 042	920	451
2017	2 206	925	419
2018	2 337	941	403
2019	2 337	953	408
2020	2 858	1 036	362

Türkiye mermer ocaklarından çıkarılarak ihracata tabi tutulan mermer bloklarının birim satış fiyatı arttıkça, buna paralel olmak üzere, ham blok ihracat miktarlarının bir miktar azaldığı Çizelge 9'dan ve Türkiye mermer fabrikaları ürünlerinin birim satış fiyatı azaldıkça, buna paralel olarak, ihracat miktarlarının artma eğiliminde olduğu Çizelge 10'dan anlaşılmaktadır.

Hülasa, Çizelge 8 ve Çizelge 10 birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'nin mermer fabrika ürünleri birim satış fiyatında, diğer önemli mermer ihracatçısı ülkeler arasında son sırada bulunduğu, ve bu birim satış fiyatının istikrarlı bir şekilde düşmeye devam ettiği görülmektedir.

Ülkeler arası fiyat düzeyi farklılaşmasını ortadan kaldıran para birimi dönüştürme oranı şeklinde tanımlanan satın alma gücü paritesine bağlı paranın satın alma gücü, fiyat düzeyi temel alınan

ülke için “1”, piyasası fiyat düzeyi temel alınan ülkeden pahalı olan ülkeler için “1”den küçük, piyasası fiyat düzeyi temel alınan ülkeden ucuz olan ülkeler için “1”den büyük değerler alır. Genellikle halkı müreffeh ve ekonomisi güçlü ülkelerde, insan emeği pahalı olduğu için, ücretler ve fiyatlar genel seviyesi yüksek, ekonomisi zayıf ve halkı fakir ülkelerde ise düşük olma eğilimindedir.

Türkiye’nin ve önemli mermer ihracatçısı ülkelerin fiyat düzeyi farklılaşmasının temel göstergesi olan satın alma gücü paritesi ve bu pariteye ve döviz kuruna bağlı olarak, Amerika Birleşik Devletleri piyasası “1” kabul edildiğinde, iç piyasasındaki paranın satın alma gücü Çizelge 11, Çizelge 12 ve Çizelge 13’de verilmiştir.

Çizelge 11. Döviz (\$) kuru (OECD)

Yıl / Ülke	İtalya	Brezilya	Çin H. C.	İspanya	Portekiz	Hindistan	Türkiye
2010	0,76	1,76	6,77	0,76	0,76	45,73	1,50
2011	0,72	1,67	6,46	0,72	0,72	46,67	1,67
2012	0,78	1,95	6,31	0,78	0,78	53,44	1,79
2013	0,75	2,16	6,20	0,75	0,75	58,60	1,91
2014	0,75	2,35	6,14	0,75	0,75	61,03	2,19
2015	0,90	3,33	6,23	0,90	0,90	64,15	2,72
2016	0,90	3,49	6,64	0,90	0,90	67,20	3,02
2017	0,89	3,19	6,76	0,89	0,89	65,12	3,65
2018	0,85	3,65	6,62	0,85	0,85	68,39	4,84
2019	0,89	3,94	6,91	0,89	0,89	70,42	5,68
2020	0,88	5,16	6,90	0,88	0,88	74,10	7,02

Çizelge 12. Satın alma gücü paritesi (OECD)

Yıl / Ülke	İtalya	Brezilya	Çin H. C.	İspanya	Portekiz	Hindistan	Türkiye
2010	0,77	1,39	3,33	0,73	0,62	14,6	0,92
2011	0,76	1,47	3,52	0,71	0,62	15,55	0,97
2012	0,75	1,61	3,56	0,69	0,61	16,16	1,02
2013	0,74	1,7	3,66	0,67	0,58	17,34	1,07
2014	0,74	1,81	3,76	0,66	0,58	18,39	1,1
2015	0,74	1,99	3,87	0,66	0,58	19,24	1,16
2016	0,7	2,13	3,99	0,64	0,57	19,9	1,24
2017	0,69	2,18	4,18	0,63	0,58	20,65	1,38
2018	0,68	2,23	4,23	0,63	0,57	20,92	1,63
2019	0,67	2,28	4,21	0,63	0,56	21,28	1,9
2020	0,66	2,36	4,19	0,62	0,57	21,99	2,13

Çizelge 13. Paranın satın alma gücü

Yıl / Ülke	İtalya	Brezilya	Çin H. C.	İspanya	Portekiz	Hindistan	Türkiye	Amerika B. D.
2010	0,99	1,27	2,03	1,04	1,23	3,13	1,63	1,00
2011	0,95	1,14	1,84	1,01	1,16	3,00	1,72	1,00
2012	1,04	1,21	1,77	1,13	1,28	3,31	1,75	1,00
2013	1,01	1,27	1,69	1,12	1,29	3,38	1,79	1,00
2014	1,01	1,30	1,63	1,14	1,29	3,32	1,99	1,00
2015	1,22	1,67	1,61	1,36	1,55	3,33	2,34	1,00
2016	1,29	1,64	1,66	1,41	1,58	3,38	2,44	1,00
2017	1,29	1,46	1,62	1,41	1,53	3,15	2,64	1,00
2018	1,25	1,64	1,57	1,35	1,49	3,27	2,97	1,00
2019	1,33	1,73	1,64	1,41	1,59	3,31	2,99	1,00
2020	1,33	2,19	1,65	1,42	1,54	3,37	3,30	1,00

Çizelge 13’de verilen ülkeler arasındaki paranın satın alma gücü farklarına bakıldığında, Türkiye’de piyasa fiyatlarının çok düşük olduğu, ve bu durumun son yıllarda geliştiği görülmektedir. Çizelge 13’de verilen rakamlar, herhangi bir para birimi veya para yerine geçen varlığın söz konusu ülkelerdeki satın alma gücünü, söz konusu ülke piyasalarının Amerika Birleşik Devletleri piyasasından kaç kat ucuz olduğunun göstermektedir. Verilerden anlaşılacağı gibi, son 10 yılda iç piyasada fiyatları en fazla azalan ülke Türkiye, en az azalan ülke ise Çin H. C.’dir. Ya da, diğer bir deyişle, 1 ABD dolarının satın alma gücü en fazla artan ülke Türkiye, en fazla azalan ülke ise Çin H. C.’dir.

Hülasa, Türkiye’de son yıllarda döviz kurlarındaki hızlı yükselme sonucu gelişen satın alma gücündeki değişimler ile, ülkenin iç piyasasının ucuzlamasına binaen, özellikle mermer fabrika ürünleri ihracat birim satış fiyatının oldukça gerilemesi arasında bir bağ olduğu düşünülmektedir. Fiyat rekabetinin oldukça yoğun olarak hissedildiği mermercilik sektöründe (Mehta, 2021), Türk Lirasındaki son yıllarda meydana gelen değer kaybı sayesinde, Türkiye mermercilik işletmelerinin güçlü bir rekabet şansı elde ettikleri anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, Türkiye mermer fabrikaları ürünlerinin ortalama birim satış fiyatının gittikçe azalması, sektörün yarattığı katma değer gerilemesinin de bir göstergesidir.

SONUÇLAR

Türkiye’de mermer ihracat birim fiyatının analiz edildiği bu çalışmada, ülkenin uluslar arası mermer birim satış fiyatları incelenmiş ve diğer ülkelerle kıyaslanmıştır. Ülkenin mermer ihracat birim satış fiyatı, özellikle işlenmiş mermer ürünleri fiyatı oldukça düşük seyretmektedir. Bu durum, sektördeki mermer işleme fabrikalarının üretiminden kaynaklı katma değeri geriletmektedir. Son yıllarda giderek artmakta olan bu hususun, ülkenin satın alma gücündeki son yıllardaki değişimlerle paralellik arzettiği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aslan, N., Kanbur, A. (2014). Türkiye’de 1980 Sonrası Satın Alma Gücü Paritesi Yaklaşımı, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Volume 23, Sayı 2, 9 - 43.
- Mehta, A., Varshney, U. (2021). Problem of Price Competition in Marble Industry of Rajasthan. GIS Science Journal, Volume 8, Issue 3, 484-489.
- Montani C. (2020). Marble and Stones in the World, XXXI. Report. Casa di Edizioni in Carrara.
- MTA. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Maden Dış Ticareti. Retrieved from <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-dis-ticaret>.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). PPPS and exchange rates. Retrieved from <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=CPL>.

TÜRKİYE MERMERLERİNİN EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ

ECONOMIC ANALYSIS OF TURKISH MARBLES

E. Çetin

Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü (erhan@dicle.edu.tr)

ÖZET

Türkiye, dünyanın önde gelen mermer üreticisi ve dışsatımcısı ülkelerinden biridir. Alp-Himalaya kuşağında konumlanan ülkenin üretilebilir mermer rezervleri, dünya mermer tüketimini tek başına onlarca yıl karşılayabilecek düzeyde bulunmaktadır.

Bu çalışma, Türkiye mermer madenciliğinin üretim ve dış ticaret açısından Türkiye madenciliği ve dış ticareti içerisindeki yeri hakkında ekonomik bir değerlendirme ortaya koymaktadır.

Türkiye, temelde, güçlü maden kaynakları dışsatımı yapan bir ülke değildir. Tersine, başta enerji hammaddeleri olmak üzere, büyük oranda maden kaynakları dış alımı yapan bir ülke konumdadır.

Türkiye mermer dış ticareti Türkiye maden dış ticaretinin en önemli kalemlerinden biri haline gelmiştir. Türkiye mermer endüstrisi ve dış satımı da Türkiye maden sektörünün en önemli alt birimlerinden biri haline gelmiştir.

Ancak son yıllarda, Türkiye mermer sektörü, gerek üretim, gerekse dışsatım açısından bir durgunluk içerisinde bulunmaktadır. Özellikle 2013 yılından sonra bu konularda bir gerileme gözlemlenmektedir.

Anahtar sözcükler: Mermer, Türkiye, Üretim, Dış Ticaret.

ABSTRACT

Turkey is one of the world's leading marble producer and exporter countries. The marble reserves of the country, located in the Alpine-Himalayan belt, are at a level that alone can meet the world marble consumption for decades.

This study presents an economic evaluation of the place of marble mining of Turkey in mining sector and foreign trade of Turkey, in terms of production and foreign trade.

Basically, Turkey is not a country that exports mineral resources in large quantities. On the contrary, it is a country that imports mineral resources, especially energy raw materials, in big amounts.

Turkey's marble foreign trade has become one of the most important items in Turkey's mining sector foreign trade. The Turkish marble industry and its exportation has also become one of the most important sub-units of the Turkish mining industry.

However, in recent years, the Turkish marble sector has been in a stagnation in terms of both production and exportation. Especially after 2013, a slight decline is observed in these issues.

Keywords: Marble, Turkey, Production, Foreign Trade.

GİRİŞ

Mermerler, karbonatlı kayaların metamorfizma geçirmesiyle meydana gelen başkalaşım kayalarıdır. Bu kayalar, antik çağlardan itibaren yapı taşları olarak, çeşitli sanat eserleri yapımında ve süs eşyaları imalatında kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, aynı amaçla kullanılan, ancak mermer olmayan kireçtaşı, granit, andezit, arduvaz gibi bazı taşlar da, kullanım amacına binaen, günümüzde mermer olarak addedilmekte ve mermer sektörü çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Türkiye, dünyanın önde gelen mermer üreticisi ve dışsatımcısı ülkelerinden biridir. Alp-Himalaya kuşağında konumlanan ülkenin üretilebilir mermer rezervleri, dünya mermer tüketimini tek başına onlarca yıl karşılayabilecek düzeyde bulunmaktadır.

Dünyada, özellikle modern dönemlerde, hızlı seyreden insan nüfusu artışı ve buna paralel seyreden kişi başı yer altı kaynakları tüketiminin artması, bir çok maden kaynağında olduğu gibi, dünya mermer tüketiminin artmasına da neden olmaktadır. Son yıllarda dünya çapında insan nüfusu artış hızı yavaşlansa da, modern insanın ilkel insana nazaran daha fazla maden kaynağı, dolayısıyla mermer, tüketme eğiliminden dolayı, mermer tüketimi ve mermer üretimi artışı hız kesmemektedir. Son 20 yılda, yıllık üretim artış hızı ortalaması yaklaşık %5 olmuştur. Son 10 yıl için ise yaklaşık %3 civarında seyretmektedir.

Dünyada mermer madenciliği, her ne kadar enerji hammaddeleri üretimi veya çeşitli metalik madenler üretimi kadar ekonomik anlamda büyük bir yer tutmasa da, yaklaşık 150 milyon ton büyüklüğünde ve 20 milyar dolar ederinde bir mermer ocak üretiminden söz edilebilir. Toplamda mermer sektörü ise, yaklaşık 60 milyar dolarlık bir değer üretmektedir (Ashmole ve Motloug, 2008).

Türkiye, mermer üretiminde dünya’da söz sahibi ülkelere birisidir. Gerek doğal taş kaynağının bolluğu, gerek jeopolitik konum ve gerekse teknolojik ve ekonomik gelişmişlik seviyesi olarak Türkiye, dünya mermer ticaretinde rakibi ülkelere göre bir çok avantajlara sahiptir (Adıgüzel ve Şengüler, 2019).

REZERV

Dünya Mermer Rezervleri

Dünya çapında mermer rezervlerinin tespiti, yayılımı ve miktarı konusu ihtilafli hususlar içermektedir.

Mermer rezervleri, metamorfik, sedimanter ve magmatik kökenli olabilmektedir. Yerkabuğunda bulunan kayaların tamamı bu tip kayalardan ibarettir. Yerkabuğunu oluşturan bu kayalardan, blok verebilen, belirli mukavemet kriterlerini yerine getiren, renk ve desen albenisi olanları mermer olarak değerlendirilebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında, mermer rezervlerinin sınırsız yakın seviyede, çok büyük miktarlarda olduğu düşünülmektedir. Ancak, yerel düzeylerde ve belirli özellikteki taşlarda rezerv kısıtı olabilmektedir.

İlaveten, yerkabuğunda bol miktarda bulunuşuna paralel olarak, birim satış fiyatı düşük olduğu için, dünya çapında yeterli rezerv tespiti çalışması yapılmamaktadır.

Ayrıca, mermer üretimi ve tüketimi tarihsel olarak Akdeniz havzası ile özdeşleşmektedir. Günümüzde de halen Kuzey Akdeniz ülkeleri mermercilikte önde gelen ülkelerdendir. Mermerciliğin ve yoğun mermer tüketiminin dünyanın her tarafına eşit ölçüde yayılmadığı için, dünyanın bazı bölgelerinde, varolan mermer rezervlerinin tespitine yönelik çalışmaların yeterince yapılmadığı düşünülmektedir.

Kuzey Akdeniz ülkeleri arasında bulunan Türkiye, gerek mermer rezervlerinde, gerek mermer üretimi ve dış ticaretinde öne çıkan ülkelerdendir.

Türkiye Mermer Rezervleri

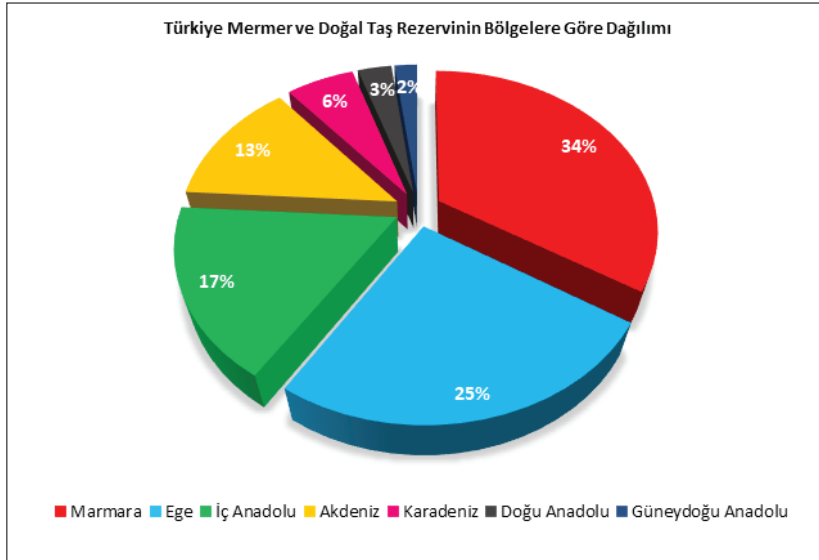
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılan araştırma ve jeolojik etüt raporlarına göre, görünür, muhtemel ve mümkün rezervler toplamı olarak, Türkiye'nin toplam mermer rezerv büyüklüğü 7,8 Milyar m³tür (Karahan, 2018).

MTA tarafından hazırlanan Mermer yatakları haritası Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Mermer yatakları haritası (MTA)

Şekil 1'de de görüldüğü gibi, Türkiye mermer rezervleri, Türkiye'nin Batı bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Türkiye mermer rezervlerinin bölgelere göre dağılımı, Marmara Bölgesi %34, Ege Bölgesi %25, İç Anadolu Bölgesi %17, Akdeniz Bölgesi %13, Karadeniz Bölgesi %6, Doğu Anadolu Bölgesi %3 ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi %2 şeklindedir (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye Mermer Rezervlerinin Coğrafi Bölgeleri Temelinde Dağılımı
(Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

ÜRETİM

Dünyada yılda 150 Milyon tonun üzerinde mermer üretimi yapılmaktadır.

Dünya mermer üretimi, genel olarak kalkerli ve silisli olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Son 10 yıldaki taş çeşitleri ve üretim oranlarına göre dünya mermer üretimi Çizelge 1’de görülmektedir.

Çizelge 1. Dünya mermer üretimi (Montani, 2020)

Yıl	Kalkerli		Silisli		Diğer		Toplam 1000 ton
	1000 ton	%	1000 ton	%	1000 ton	%	
2010	65250	58.5	40500	36.3	5750	5.2	111500
2011	68500	59.0	41700	36.0	5800	5.0	116000
2012	72250	58.5	45750	37.0	5500	4.5	123500
2013	76750	59.0	47500	36.5	5750	4.5	130000
2014	79200	58.0	51900	38.0	5400	4.0	136500
2015	81500	58.3	53200	37.9	5300	3.8	140000
2016	83750	57.8	56000	38.6	5250	3.6	145000
2017	89000	58.6	57500	37.8	5500	3.6	152000
2018	89250	58.3	58250	38.1	5500	3.6	153000
2019	89500	57.9	59500	38.6	5500	3.5	154500

Çizelge 1’den anlaşıldığı gibi, Dünya mermer üretiminin yarıdan fazlası (%60’a yakını) kalkerli taşlardan oluşmaktadır. Ayrıca, son 10 yıl boyunca dünya ortalama mermer üretim artış hızının %3,8 olduğu anlaşılmaktadır.

2019 yılında, yapıtaşları hariç, dünyada 1 yılda üretilen yahut çıkarılan 17 923 milyon ton madene karşılık (Reichl and Schats, 2021), 155 milyon ton mermer üretimi yapılmıştır. Bu durumda mermer madenciliği, mermer harici çeşitli yapıtaşları dışındaki dünya toplam maden üretiminin yaklaşık % 0,9'unu karşılamaktadır. Değer olarak ise, inşaatlarda kullanılan yapıtaşları ve elmas hariç dünya maden üretimi, 4 094 milyar dolar değerinde gerçekleşmiştir (Reichl and Schats, 2021). 2019 yılındaki mermer ham blok ihracat birim değeri 141 dolar/ton olduğu için, dünya toplam mermer madenciliği ederi 22 milyar dolar civarındadır. Bu da, mermer madenciliğinin dünya maden üretiminin parasal olarak yaklaşık %0,5'ini karşıladığını göstermektedir.

2019 yılı için, dünyada nüfus itibariyle 18., yüzölçümü itibariyle 37. sırada bulunan Türkiye, yapıtaşları hariç maden üretim miktarı olarak dünyada 139 milyon ton (dünya üretiminin %0,8'i) ile 22. sırada, üretim değeri olarak ise, 24 milyar dolar (dünya üretim değerinin %0,6'sı) ile 28. sırada bulunmaktadır (Reichl and Schats, 2021). Dünyada nüfus olarak %1,1 ve arazi büyüklüğü olarak (Antarktika hariç) %0,6 yer kaplayan Türkiye'de, bu rakamlar ışığında, yer altı kaynakları üretiminin dünya ölçeğinde vasat bir seviyede olduğu görülmektedir. Hal böyleyken, Türkiye, mermer ocak üretiminde 2019 yılında yaklaşık 12 milyon ton toplam üretim miktarı ile dünya mermer üretiminin %8'ini gerçekleştirerek, dünyada 3. sırayı almaktadır. 2019 yılındaki Türkiye mermer ham blok ihracat birim değeri 190 dolar/ton olduğu için, Türkiye toplam mermer madenciliği ederi 2,3 milyar dolar civarındadır. Bu veriler, Türkiye mermer madenciliğinin, gerek dünya mermer madenciliği içindeki yerinin (miktar olarak %8, değer olarak %10) ve gerekse Türkiye toplam maden üretimi içerisindeki yerinin (miktar olarak %8, değer olarak %9) önemini göstermektedir. Mermer ocak üretimi, Türkiye maden üretiminin çok önemli bir parçasıdır.

Ülkeler itibariyle mermer üretimi Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Ülkeler itibariyle mermer ocak üretimi (Montani, 2020)

Ülke / yıl	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Çin H. C.	39 500	42 500	45 000	46 000	49 000	48 000	50 000
Hindistan	19 500	20 000	21 000	23 500	24 500	26 000	26 500
Türkiye	12 000	11 500	10 500	10 750	12 250	12 000	11 750
İran	6 500	7 000	7 500	8 000	8 750	9 000	8 250
Brezilya	9 000	8 750	8 200	8 500	8 350	8 250	8 200
İtalya	7 000	6 750	6 500	6 250	6 300	6 000	5 850
İspanya	5 000	4 850	4 750	5 000	4 900	4 950	4 850
Mısır	3 000	4 200	5 000	5 250	5 300	5 000	4 000
Portekiz	2 650	2 750	2 700	2 600	2 750	3 000	3 350
Amerika B. D.	2 750	2 650	2 700	2 800	2 750	2 850	3 150
Diğer Ülkeler	23 100	25 550	26 150	26 350	28 200	27 950	28 600
Toplam	130 000	136 500	140 000	145 000	152 000	153 000	154 500

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) tarafından hazırlanan Türkiye'de mermer üretim miktarları verileri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Türkiye mermer üretim miktarları (MAPEG)

Tür/Yıl	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kalkerli	13 539	13 706	18 620	17 362	16 812	16 510	12 818	13 422
Silisli	976	1 150	1 246	1 597	2 107	1 486	825	1 012
Diğer	530	957	793	538	147	232	132	269
Toplam	15 045	15 813	20 659	19 497	19 066	18 228	13 775	14 703

Gerek Çizelge 2 ve gerekse Çizelge 3'te görüldüğü gibi, son yıllarda Türkiye mermer üretiminde 1990'lı ve 2000'li yılların aksine, büyüme yerine, İtalya, İspanya gibi diğer Kuzey Akdeniz ülkelerine benzer bir şekilde, küçülme veya bir durgunluk görülmektedir. Mermer sektöründe, 2.821 adet mermer işletme izinli ruhsat sahası (mermer ocağı), küçük ve orta ölçekli yaklaşık 2.000 fabrika ve 9.000 atölye bulunmakta ve yaklaşık 300.000 kişi istihdam edilmekte, üretimin tamamı özel sektör tarafından yapılmaktadır (Karahana, 2018).

Mermer ve doğal taş sektörü emek yoğun bir sektördür. 2017 yılı itibari ile yaklaşık 150.000 kişi sektörde doğrudan istihdam edilmekte, yan sanayisi ile birlikte bu rakam yaklaşık olarak 300.000 kişiye ulaşmaktadır (Karahana, 2018).

DIŞ TİCARET

Diğer bir çok maden kaynakları gibi, mermer sektöründe de yoğun bir dış ticaret söz konusudur. Dünyada mermer ocaklarından üretilen mermer bloklarının yaklaşık %20'si ikinci bir ülkeye satılmaktadır. Mermer fabrikalarında üretilen işlenmiş ve yarı işlenmiş mermer ürünlerinin ise yaklaşık %30'u ikinci bir ülkeye satılmaktadır.

Mermer ham blok ihracatında önde gelen ülkeler ve son yıllara ait ihracat miktarları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Mermer ham blok ihracatı (Montani, 2020)

Ülke/ihracat (*1000 ton)	Kalkerli Ham Blok		Silisli Ham Blok		Toplam Ham Blok	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Hindistan	241	246	9 961	9 947	10 202	10 193
Türkiye	5 057	4 489	75	127	5 132	4 616
İtalya	1 245	1 205	127	122	1 372	1 327
Portekiz	660	844	350	422	1 010	1 266
İran	972	900	83	61	1 055	961
Brezilya	30	44	982	879	1 012	923
Mısır	2 030	891	2	1	2 032	892
Yunanistan	907	842	6	7	913	851
İspanya	515	432	367	272	882	704
Çin H. C.	67	62	425	473	492	535
Fransa	28	174	62	51	90	225
A. B. D.	44	37	85	71	129	108
Toplam	13 945	12 057	16 225	17 275	30 170	29 332

Mermer fabrika ürünleri ihracatında önde gelen ülkeler ve son yıllara ait ihracat miktarları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. İşlenmiş mermer ihracatı (*1000 ton) (Montani, 2020)

Ülke/yıl	2018	2019
Çin H. C.	9 622	9 118
Hindistan	2 413	2 756
Türkiye	2 381	2 599
İtalya	1 271	1 197
Brezilya	1 126	1 164
İspanya	1 179	1 161
Portekiz	890	954
Mısır	1 211	541
İran	499	507
Yunanistan	226	248
Fransa	158	159
A. B. D.	48	48
Toplam	26 683	26 683

Türkiye’de mermer ocaklarından çıkarılan mermer bloklarının yaklaşık %40’ı ülke dışına satılmaktadır. Türkiye mermer fabrika ürünlerinin de yaklaşık %60’ı yine ihraç edilmektedir. Ülkede mermer ham blok ithalatının çok cüzi bir miktarda gerçekleştiği de göz önüne alındığında, Türkiye’de bulunan ocaklardan çıkan mermerlerin yaklaşık %75’inin işlenmiş veya işlenmemiş halde yurt dışına satıldığı, %25 kadarının iç piyasaya yönelik olduğu söylenebilir. Bu durum, Türkiye’de bulunan gerek mermer ocaklarının, gerekse mermer fabrikalarının dünya ortalamasının çok üzerinde ihracata dayalı bir sektör halinde olduğunu göstermektedir.

Mermer sektöründe önde gelen ülkelerin son yıllardaki mermer ihracat değerleri Çizelge 6’da görülmektedir. İşlenmiş mermer ihracatı, katma değeri yüksek uç ürün olduğu için, daha fazla gelir getirmektedir. O yüzden, büyük miktarda işlenmiş mermer ihracatı yapan ülkeler, toplam mermer ihracat değerleri sıralamasında ilk sıralarda bulunmaktadır.

Çizelge 6. Mermer ihracat değerleri (Montani, 2020)

Ülke/ihracat (*1000000 \$)	Ham Blok		İşlenmiş		Toplam	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Çin H. C.	50	42	5 435	5 036	5 485	5 078
İtalya	477	465	1 699	1 527	2 176	1 992
Hindistan	859	809	1 027	1 056	1 886	1 865
Türkiye	953	877	949	982	1 902	1 859
Brezilya	187	163	768	809	955	972
İspanya	154	122	709	652	863	774
Portekiz	137	159	312	316	449	475
Toplam	4 150	3 890	15 995	15 245	20 145	19 135

İstanbul Maden ve Metal İhracatçıları Birliği (İMMİB), Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM), ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan istatistiklerde (Çizelge 7, Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10), Türkiye mermer madenciliği ihracatı ve Türkiye mermer sektörü ihracatının, Türkiye madencilik ihracatı ve Türkiye toplam ihracatı içerisindeki yeri görülmektedir. Çizelge 9 ve Çizelge 10'da görüldüğü gibi, son yıllarda, Türkiye mermer madenciliği ihracatı, Türkiye maden ihracatının yaklaşık %25'i, Türkiye mermer sektörü ihracatı ise, Türkiye toplam ihracatının yaklaşık %1'i civarında gerçekleşmiştir.

Çizelge 7. Türkiye mermer ihracatı, 2018, 2019, 2020 (*1000\$) (İMMİB)

Tür / Yıl	2018	2019	2020
Granit ham, kabaca yontulmuş veya blok	9.598	12.945	14.885
Kayağan taşı - ham veya kabaca yontulmuş	470	300	272
Mermer-traverten ham, kabaca yontulmuş veya blok	945.009	864.455	663.053
İnşaata elverişli diğer işlenmiş taşlar	18.016	21.840	17.377
İşlenmiş granit	9.044	10.370	17.106
İşlenmiş mermer	696.321	709.011	724.865
İşlenmiş traverten	211.998	222.262	271.233
Kayağan taşı - işlenmiş	2.573	4.856	5.662
Tabi taşlardan karo,ranül,parça ve tozları	8.337	7.839	9.515
Tabii taşlardan kaldırım ve döşeme taşları	6.629	9.106	11.867
Toplam mermer	1.908.000	1.862.990	1.735.838

Çizelge 8. Türkiye madencilik ihracatı ve toplam ihracatı (*1000\$) (TİM)

	2018	2019	2020
Türkiye madencilik ihracatı	4.561.662	4.310.206	4.272.391
Türkiye toplam ihracatı	177.168.756	180.832.722	169.514.167

Çizelge 9. Türkiye mermer madenciliği, madencilik sektörü ve toplam ihracatı (*1000\$) (TÜİK)

Tür / Yıl	2018	2019	2020
Mermer madenciliği (Yontulmaya ve inşaata elverişli taşlar)	954.291	877.285	678.491
Madencilik sektörü	3.399.632	3.200.270	2.932.176
Toplam	167.920.613	180.832.722	169.481.945

Çizelge 10. Türkiye mermer sektörü ve toplam ihracatı (*1000\$) (TÜİK)

Tür / Yıl	2018	2019	2020
Mermer sektörü (Yontulmaya ve inşaata elverişli taşlar + Tabii taşlardan kaldırım, döşeme ve inşaata elverişli işlenmiş taşlar)	954.291 + 948.878 = 1.903.169	877.285 + 981.858 = 1.859.143	678.491 + 1.050.441 = 1.728.932
Toplam	167.920.613	180.832.722	169.481.945

İÇ TÜKETİM

Türkiye Cumhuriyeti devleti, tarihsel olarak, dünyada mermer üretim ve tüketiminin en önemli merkezlerinden birisidir. Bu ülke sınırlarında ilkçağdan kalan mermer tüketim örneklerinin bir kısmı ören yerlerinde halen gözlemlenmektedir. Ayrıca ülkede, Marmara Adası gibi, tarihi mermer üretim bölgeleri bulunmaktadır.

Ancak, 40 yıl öncesine kadar, ülkede mermer üretim tesislerinin küçük ve yetersiz olduğu, iç tüketimin de oldukça az olduğu bilinmektedir. 1990'lı ve 2000'li yıllarda, gerek mermer ham blok, gerekse işlenmiş mermer ihracatına dayalı çok güçlü bir büyüme eğilimi sonucunda, hem çok sayıda mermer ocağı açılarak büyük miktarda ham blok üretimi yapılmış, hem de büyük çaplı, modern mermer fabrikaları kurulmuştur. Her ne kadar sektör ihracata dayalı bir büyüme modeli çerçevesinde gelişse de, zamanla iç tüketimin de arttığı görülmektedir (Çizelge 11). Ancak, Türkiye mermer iç tüketim oranı halen düşük bir seviyede olduğu Çizelge 12'den anlaşılmaktadır.

Çizelge 11. Türkiye mermer profili (Montani, 2020)

*1000 ton	2000	2010	2015	2018	2019
Ocak üretimi	1 750	10 000	10 500	12 000	11 750
Ham blok ihracat	276	4 872	4 465	5 132	4 616
İhracat / ocak üretimi	%15.77	%48.72	%42.52	%42.77	%39.29
Ham blok ithalat	58	71	47	15	25
İşlenen ham blok	1 532	5 199	6 082	6 883	7 159
İşlenmiş ürün	904	3 067	3 589	4 060	4 224
İşlenmiş ürün ihracatı	544	1 731	2 162	2 381	2 599
İhracat / işlenmiş ürün	%60.18	%56.44	%60.24	%57.09	%61.53
İşlenmiş ürün ithalatı	41	275	203	243	186
İç tüketim	401	1 611	1 730	1 922	1 811

Çizelge 11 incelendiğinde, Türkiye mermer sektöründe toplam üretim ve dış ticaret konularındaki eğilimler görülmektedir. 1990'lı ve 2000'li yıllardaki yüksek büyüme hızı yerine, 2010'lu yıllarda çok daha mutedil bir büyüme veya durgunluk görülmektedir. Son yıllardaki üretim miktarı 12

Mton civarındadır. Türkiye mermer üretim miktarının dünya mermer üretimine oranının yakın dönemde %8 civarında seyrettiği söylenebilir. Yine son yıllarda mermer ham blok üretiminin yaklaşık %40'ının, işlenen mermer ürünlerinin ise yaklaşık %60'ının ihraç edildiği görülmektedir. Nihayetinde, Türkiye mermer üretiminin yaklaşık %75'inin, yani ¾'ünün yurt dışına satıldığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 12. Bazı ülkelerde kişi başına mermer tüketim miktarı (m² fayans eşdeğeri) (Montani, 2020)

Ülke / Yıl	2018	2019
İsviçre	1 719	1 612
Suudi Arabistan	1 317	1 338
Belçika	1 303	1 332
Güney Kore	1 340	1 219
Portekiz	798	788
İtalya	751	766
İspanya	683	715
Fransa	453	538
Hollanda	538	504
İngiltere	458	462
Almanya	408	420
Türkiye	436	405
Çin H. C.	372	387
Yunanistan	374	339
Amerika B. D.	303	318
Brezilya	316	314
Hindistan	158	156
Japonya	112	111

SONUÇLAR

Türkiye, mermer rezervleri, üretimi ve dış ticareti açısından, dünyanın en önemli ülkeleri arasında bulunmaktadır. Mermer kullanımının ve mermerciliğin tarihsel olarak beşiği sayılabilecek bir coğrafyada konuşlanmış olan Türkiye, günümüzde de gerek mermer ocaklarında üretilen, gerekse fabrikalarda kesilen mermer blok ve ürünleri büyük miktarlarda ihraç edilmektedir. Türkiye mermer sektörü ihracata dayalı büyüme eğilimini on yıllardır sürdürmektedir. Bu durum, on yıllardır sürekli cari açık veren bir ülke ekonomisi için tercih edilse de, üretimin iç tüketim ile yeterince desteklenmemesi durumunda yurt dışı kaynaklı çeşitli kırılganlıklara maruz kalabileceği düşünülmelidir. Özellikle son yıllarda, içeride inşaata dayalı bir büyüme profili sergileyen Türkiye ekonomisi çerçevesinde, temelde inşaat sektörü ile paralel seyretmesi gereken mermer tüketiminin ülke içinde yeterince artmadığı anlaşılmaktadır.

Güçlü bir iç tüketim talebi, dış ilişkiler paralelinde kırılğan bir yapı arz edebilecek dış talebe nazaran, üreticiler tarafından tercih edilmelidir. Mermer tüketimi amaçlı iç talebin artırılması için, iç tüketimin artırılmasına yönelik reklam faaliyetlerinin yapılması, muadil ürünlere karşı rekabet artırıcı önlemler alınması düşünülebilir.

1990'lı ve 2000'li yıllar boyunca hızlı bir gelişme gösteren Türkiye mermer madenciliği ve mermer fabrika işletmeciliği, 2010'lu yıllar boyunca bir durgunluk dönemine girmiştir. Mermercilik sektörünün tekrar bir büyüme trendine girebilmesi için, yurt dışı pazarlarının geliştirilmesi ve iç talebin artırılması çabalarının paralel yürütülmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel M., Şengüler M., 2019, Türkiye mermer sektörünün ve rekabet gücünün incelenmesi, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.19.09.1202, sf. 1530-1546.
- Ashmole I. And Motlounge M. (2008). Dimension Stone: the Latest Trends in Exploration and Production. International Conference on Surface Mining. The South African Institute of Mining and Metallurgy. (V. 5, no 8, pp. 35-70).
- Karahan, D. S. (2018) Dünyada ve Türkiye'de Doğal Taşlar, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı. Retrieved from <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/DOGALTAS.pdf>
- MTA. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Mermer Yatakları Haritası. Retrieved from https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/mermer.jpg.
- MAPEG. Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü. Maden üretim değerleri. Retrieved from https://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx.
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Retrieved from <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-tabii-kaynaklar-dogal-taslar>.
- Reichl C., Schats M., World Mining Data 2021, Volume 36, Federal Ministry Republic of Austria, Vienna, 2021.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). Dış ticaret istatistikleri veritabanı, <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul>.
- İMMİB (İstanbul Maden ve metal İhracatçı Birlikleri). İstanbul Maden İhracatçıları Birliği. İstatistikler. Retrieved from <https://www.immib.org.tr/tr/online-islemler-istatistikler.html>.
- TİM (Türkiye İhracatçıları Meclisi). Sektörel bazda rakamlar. Retrieved from <https://tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari>.
- Montani C. (2020). Marble and Stones in the World, XXXI. Report. Casa di Edizioni in Carrara.

DİYARBAKIR SURLARINDA BAZALT TAŞI KULLANIMI THE USE OF BASALT STONES IN THE DIYARBAKIR CITY WALLS

E. E. Dağtekin*, F. Kahraman²

*Dicle Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü*

(*Sorumlu yazar: edağtekin@dicle.edu.tr)

²*Diyarbakır Mimarlar Odası*

ferit kahraman@hotmail.com

ÖZET

Diyarbakır kenti M.Ö. 3000 yıllarından günümüze değin kesintisiz olarak yerleşim alanı değışmeyen zengin bir kentleşme evrimine sahiptir. Kentin mimari mirasının korunması ve geleceğe aktarımında en önemli etken bazalt taşıdır. Bazalt kentin mimari dokusunu belirleyen yapı malzemesidir. Kent her yönü ile bazalt taşının şekillenmesi ile oluşmuştur. Bölgede çok fazla bulunan bazalt taşı binlerce yıldır ana yapı malzemesi olarak, kentin her elemanında surlarında, anıtsal yapıları olan cami, hamam, han, kilise ve evlerinde kullanılmıştır.

Diyarbakır surları yaklaşık beş kilometre uzunluğunda ve 83 adet burçtan oluşmaktadır. Kale, Karacadağ'dan Dicle'ye uzanan geniş bazalt yaylanın doğu ucuna kurulmuştur. Kenti çevreleyen sur ve burçlarda kullanılan taş, dönemin gelişmiş teknik ve işgücünü gösterir. Surların boyutları ve yayıldığı alan zaman içinde değışiklik gösterirken, bu değışiklikler sadece biçimle sınırlı kalmamış, her dönemin kendi özelliklerine göre yapım tekniği de değışmiştir. 2015 yılında evrensel üstün özellik gösteren niteliklerinden dolayı Hevsel Bahçeleri ile birlikte Dünya Miras Listesine dahil olan Diyarbakır surlarının 2020 yılından itibaren "Surların korunması ve geleceğe güvenle aktarılması" programı çerçevesinde restorasyonlarına hız verilmiştir. Bu bildiride Diyarbakır surlarının günümüze ulaşmasını sağlayan etmenlerden biri olan bazalt taşı kullanımını ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Diyarbakır, Surlar, Unesco Dünya Mirası, Bazalt Taşı.

ABSTRACT

Diyarbakir city has a rich urbanization history whose settlement area has not changed since 3000 BC. The most important factor in the preservation of the architectural heritage of the city and its transfer to the future is the basalt stone use. Basalt is the building material that determines the architectural texture of the city. The city was formed with the shaping of basalt stone in every aspect. Basalt stone, which is abundant in the region, has been used as the main building material for thousands of years in every element of the city, on its walls, in mosques, baths, inns, churches and houses.

Diyarbakir city walls are approximately five kilometers long and consist of 83 bastions. The castle was built at the eastern end of the wide basalt plateau stretching from Karacadağ Mountain to the Tigris River. The stone used in the walls and bastions surrounding the city shows the advanced technique and workforce of the period. While the dimensions of the walls and the area city spread changed over time, these changes were not limited to the form, but the construction technique also changed according to the characteristics of each period. The restoration of Diyarbakir city walls, which were included in the World Heritage List together with Hevsel Gardens in 2015 due to their universally superior qualities, has been accelerated within the framework of the program "Protection of the city walls and their safe transfer to the future" since 2020. In this paper, the use of basalt stone, which is one of the factors that ensure the survival of the Diyarbakir city walls, will be discussed.

Keywords: Diyarbakir, Walls, Unesco World Heritage, Basalt Stone

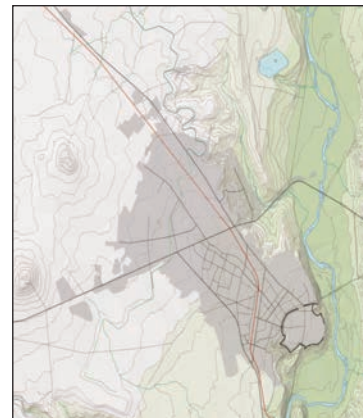
GİRİŞ

Diyarbakir, Elcezire denilen, Mezopotamya'nın kuzey kısmındadır. Anadolu ile Mezopotamya, Avrupa ile Asya arasında doğal bir geçiş yolu, bir köprü görevi yapmıştır. Kent, çeşitli uygarlıkların tarihi ve kültürel değerlerini taşıyarak günümüze kadar gelmiştir. Kentte M.Ö. 3000'lerde Hurri-Mitaniler'in egemen olduklarını bilinmektedir. Hurri-Mitaniler'den sonra Asurlular, Aramiler, Urartular, İskitler, Medler, Persler, Makedonyalılar, Selevkoslar, Partlar, Büyük Tigran İdaresi, Romalılar, Sasaniler, Bizanslılar, Emeviler, Abbasiler, Şeyhoğulları, Hamdaniler, Mervaniler, Selçuklular, İnalğulları, Nisanogulları, Artuklular, Eyyübiler, Moğollar, Akkoyunlular, Safeviler ve Osmanlılar Diyarbakir'a egemen olmuşlardır. Bu uygarlıklar arasında Diyarbakir'da en fazla iz bırakanlar Romalılar, Abbasiler, Mervaniler, Selçuklular, Artuklular ve Osmanlılar olmuştur.

Diyarbakir surlarının ilk yapılışı kesin olarak bilinmemektedir. Fis Kayasına kurulu İç Kalenin, Mİlattan 2.000 yıl kadar önce Hurriler Döneminde kurulduğu sanılmaktadır. Yazılı belgelere göre Mİlattan sonra 349 yılında Roma imparatoru ikinci Constantinus zamanında şehrin surlarla çevrildiği kalenin onarıldığı bilinmektedir. 367 ve 365 yılları arasında şehrin batı surları yıkılmış, Urfa Kapısı ve Mardin Kapısına uzanan bölüm yapılmış, altıncı yüzyılda Justinianus zamanında güçlendirilerek genel biçimini almış, daha sonraki yıllarda sürekli onarımlarla genişletilerek günümüze kadar ayakta kalmıştır (Albert Gabriel, 1940; Marcellinus 1986; Sinclair 1989; Arslan 1999; Atan, 2000).



Resim 1. Diyarbakir'in ülke içindeki yeri



Resim 2. Diyarbakir Sur İç'i ve tüm kent alanı

Kale, Karacadağ'dan Dicle'ye uzanan geniş bazalt yaylanın doğu ucuna kurulmuştur (Sözen, 1971, Resim1,2). Dış kale ile kuzeydoğusunda yer alan iç kaleden oluşmaktadır. Sur duvarını bağlayan burçlar silindirik dörtgen ve çokgen formlarda yapılmıştır.

Diyarbakır kent surunun kuzeydoğu köşesinde yer alan İç Kale, ikinci bir sur ile çevrilmek suretiyle Dış Kale'den ayrılmıştır. Dış surun 4 burcu İç Kale sınırları içindedir, sur içine bakan duvarlarında 16 burç bulunmaktadır (Resim3).



Resim 3. Diyarbakır Surları Planı (Gabriel 1940).

Diyarbakır Surları, çeşitli dönemlerde onarılmış ve burç ilaveleri yapılmıştır. Bu onarımlar sırasında yer yer dış surun taşları kullanılmış, bazı yerlerde kabartma, süsleme ve figürlerle bezenmiş taşlar örgü içine yerleştirilmiştir (Kahveci 2008). Surların boyutları ve yayıldığı alan zaman içinde değişiklik gösterirken, bu değişiklikler sadece biçimle sınırlı kalmamış, her dönemin kendi özelliklerine göre yapım tekniği de değişmiştir (Değertekin, 1999 Resim 4.).



Resim 4. Diyarbakır Surları üzerinde bazalt süsleme figürler (Değertekin, 2003)

Diyarbakır Kent Surları evrensel üstün özellik gösteren niteliklerinden dolayı Hevsel Bahçeleri ile birlikte 4 Temmuz 2015 tarihinde UNESCO Dünya Kültürel Miras Listesine alınmıştır.

DİYARBAKIR SURLARINDA BAZALT KULLANIMI

Yöresel bir malzeme olması ve bölgede bol miktarda bulunması nedeniyle binlerce yıldır yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Yaklaşık 9000 yıllık geçmişi ile 5,5 km uzunluğa sahip surlar, camiler, hanlar, hamamlar, medreseler, evler ve yollarda ana malzeme olarak bazalt taşı kullanılmıştır (Tekin, 1997).

Bazalt taşı Karacadağ'ın kentte armağanı olarak Diyarbakır'ın fiziksel yüzü ve hafızasıdır. Kentin mimari mirasın korunmasını ve geleceğe aktarımını bazalt taşı sağlamıştır. Bazalt özellikler surlarda birçok medeniyetin izlerini kitabe, süsleme, figür, kapı ve burçlarda, dış ve iç duvarlarda, döşemede, kemerlerde ve dendanlarda sadece malzeme olarak değil görkemli işçiliği ile de öne çıkar (Resim 5).



Resim 5. Dicle Nehrinden Surlar ve Hevsel Bahçeleri (Akatay 2014)

Diyarbakır bazaltı kentin mimari dokusunu belirleyen yapı malzemesidir (Resim 9,10). Bu doku yazılı ve görsel belgelerde genellikle surlar ve “kara taş” ifadesi ile özdeşleşmiştir. Diyarbakır surlarının tamamına yakınının yöresel malzeme olan bazalt taşından yapılmış olması UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesi'ne dahil edilmesinde etkileyici bir özellik olarak vurgulanmıştır. Kentin simgesi durumuna gelen surların bazalt ile bütünlük oluşturması, coğrafi işaret olarak tescil edilme sürecinde de başvurulan etkin yapı grubu olmuştur (Dağtekin 2018).

Prof. Dr. Vedat Toprak ve pek çok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda Diyarbakır surlarının, kentin üzerinde yer aldığı bazalt platodan yapıldığı dile getirilmektedir. Kentin surları gibi diğer yapılarının da bazalt taşından yapılması malzemenin en yakın yerden temin edilmesi ile sağlandığı şüphesizdir (Resim 6).

Diyarbakır yöresinde Karacadağ bazaltının ait olduğu volkanitler yaklaşık 11 milyon yıl önce püskürmeye başlamıştır. Dicle nehrine yaklaştıkça düz bir plato oluşturmuş, kent bu plato üzerine kurulmuştur. Surların doğu ve güney kesimlerinde bazalt içinde gelişen soğuma çatlaklıkları gözlenebilmektedir. Soğuma çatlaklıklarının Sur inşasında etkisi Dicle nehrine bakan tüm yamaç boyunca surun hemen altında belirli sarplıkta görülmektedir. Sarplığın üzerinde, sur duvarı ile diklik arasında birkaç metre eninde bir tampon bölge bırakılmıştır. (Toprak 2012)



Resim 6. Diyarbakır volkanik platosu ve Keçi Brcu (URL 2)

Surlar yığma yapım yöntemi ile yapılmıştır. Malzeme olarak taş ve tuğla, bağlayıcı olarak da kireç harcı kullanılmıştır. Surlardaki kapalı ve yarı kapalı alanların üst örtüleri kubbe ile tonozlar tuğla örtülüdür. Boyutları ve örgü tekniği dönemin özelliklerine göre değişen tuğla örtüler genelde sıvasız bırakılmıştır. (Gabriel, 1993, Tekin, 1997). Surların yapımında kullanılan harçlar genellikle nehir kumu ve kireçten oluşmakta, kum ve kireç oranı ile kullanılan kum parçacık boyutu, surlara müdahalelerin dönemine ve surların konuma göre değişmektedir.

Bazalt taşı lavların yüzeyde veya derinde oluşuna bağlı olarak çabuk veya geç soğumaları sonucu fiziksel olarak (gözeneksiz veya gözenekli) iki farklı türdedir: Yörede bazalt taşının gözenekli olanı dişi, gözeneksiz olanı erkek taş olarak tanımlanır. Gözeneksizleri daha sert olup işlemesi zordur. İşlenebilirliğin tüm zorluğuna karşın gözeneksiz taşlar, yazıt ve kemerlerde sütun alt ve üst başlıklarında özellikle tercih edilmiştir. Gözeneksiz olanların bu tür taşıyıcılarda kullanılmasının sebebi daha yoğun ve sağlam yapıya sahip olmalarıdır. Gözenekli taşlar, suyu daha fazla tutabilmelerinden dolayı döşemelerde (akça geçmez) iki yönde de birbirine iyice yanaştırılarak örülmüştür (Tekin, 1997, Şahin Güçhan vd., 1999, Şahin Güçhan vd., 2005).



Resim 7. Diyarbakır surlarında bazalt taşı kullanımı ve onarım çalışmaları (URL 2)

Bu bağlamda surlarda bazalt taşı,

- Dış cephe duvar örgülerinde düzgün kesme yani yüzeyleri ince yontu, iç yüzeyler de genellikle daha az işlenmiş kaba yontu taşlarla örülmüştür.
- Taş yüzeyi düz, kabartmalı, düz çerçevesel veya kabartmalı çerçevesel olarak işlenmiş,
- Dış cephelerde genellikle (bazılarının yüzeyi çerçevesel) düzgün taş ve sıralı moloz taş,
- İç cephelerde ise daha fazla kaba yonu kullanılmıştır.
- Kaba yonu, düzenli ve düzensiz, büyük, orta ve küçük taşlarla derz dolgulu olarak yapılmıştır.
- Bazı burçların dış duvarlarında uzunluğu sur duvarının 2/3'üne ulaşan silindirik biçimli taşlar kılıcına (dış yüzeye dik olarak) yerleştirilmiştir (Resim 8).

Dış cephe duvar örgülerinde,

- Derzsiz ve derzli uygulamalar ile birleştirme yapılmıştır.
- Düzgün taşın, yüz ve yanları gönyelerinde yonulmuş, aralarında harç görünmeyecek kadar yanaştırılarak (akça geçmez veya ince yonu) örülmüştür.
- Moloz taş kenarları biraz daha prizmatikleştirilerek, yüz açılmasıyla (ön yüzünü düzelterek) yan yana harçla birleştirilmiştir.
- Düzensiz Moloz taş, daha özensiz, arada kalan (iki yüzü de sıvanan iç duvar) veya ince yonulu dış duvarın iç yüzünde uygulanmıştır (Tuncer, 2002).



Resim. Dış ve iç yüzeyde taş örgü örnekleri

- Zemine yakın olan yerlerde taşlar daha büyük ebatlarda olmasına rağmen üstlere doğru küçülmüştür.
- Pencere açıklıkları, söve, lento ve kemerlerde düzgün kesme taş kullanılmış.
- Kitabeler mermer taşına işlenmiştir.

Surlarda en fazla görülen bozulma dış kaplama taşlarının düşmesi ve üst kat döşemesinin bozulması ile yağmur suyunun içeri nüfus etmesi sonucu oluşan bozulmalardır. Yağmur suyunun yüzeyden içeri girmesi ve aşağı doğru süzülmesi dış taşların düşmesine, içerlerde üst kotlardan başlayarak nem oluşturduğu, bağlayıcı kireç harcın nemlenme ve kuruma döngüsü nedeniyle fiziksel niteliğini yitirmesi ve yapısal sorunlara neden olmaktadır (Resim 9).



Resim 9. Surlarda bazalt örgü sistemi ve kaplama taşlarında tahribatlar (URL 3)

SONUÇ

Dünyanın en iyi korunmuş şehir surlarından biri olan Diyarbakır surlarının günümüze ulaşmasında en önemli nedenlerden biri, kullanılan ana yapı malzemesinin yöresel malzeme olan bazalt taşı olmasıdır (Öney, 1970). Diyarbakır surları sahip olduğu mimari nitelikleri, mimari elemanlarındaki detayları, bezemeleri, yapı tekniği, malzeme kullanımı, süsleme ve çeşitli dönemlerde gördüğü dönem eklerinin kolaylıkla izlenebilmesi açısından teknolojik ve belge değerine sahiptir. Yapılan onarımlarda özgün dokunun taş sıraları korunmalı, taşıyıcı ve bağlayıcı özelliğe sahip taş örgüsü yapılmalıdır. Kalede yıkılan yok olan yüzeyler ile üst örtünün onarımının yapılması, düşen taşlarla açılan boşlukların doldurulması, drenajın yapılarak suyun zeminden uzaklaştırılması, surların korunmasına ve geleceğe aktarılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Arslan, R., (1999), Diyarbakır Kentinin Tarihi ve Bugünkü Konumu, Diyarbakır: Müzeşehir, Derleyen S. Özpallabıyıklar, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 81-108.
- Atan, A., 2000. Tarihi ve estetik değerleriyle Diyarbakır surları. D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fak. Yayınları, 1-3.
- Dağtekin E.E., 2018, Coğrafi İşaret Olarak Diyarbakır Bazalt Taşı Ve Tescilli, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Bahar -2018 Cilt:17 Sayı:66 (851-860)
- Değertekin, H., 1995. Diyarbakır surları ve tarihi yapılarındaki kitabeler ve kabartmaların tarihi geçmişi. Diyarbakır Tanıtma, Kültür ve Yardımlaşma Vakfı Yayını, 30-32.

- Değertekin, H., (2003). Diyarbakır Surları Kitabeler ve Kabartmalar, Diyarbakır, Diyarbakır Tanıtma Kültür ve Yardımlaşma Vakfı Yayınları.
- Diyarbakır Kent Surları ve Hevsel Bahçeleri, 2015 yılında UNESCO Dünya Kültürel Miras Listesine alınmıştır (<http://whc.unesco.org/en/list/1488>, Erişim Tarihi: 03.10.2016).
- Gabriel A., Voyages Arch éologiques dans la Turquie Orientale, Paris, 1940, s. 180-181
- Gabriel, A., 1993. Diyarbakır surları. Diyarbakır Tanıtma, Kültür ve Yardımlaşma Vakfı Yayını. Çeviren: Kaya Özsezgin, 45s. Ankara.
- Güçhan, N Ş., Gökçe, F., ÜNAY, A.İ., 1999. Diyarbakır surları koruma raporu. 4-6 Mart, ODTÜ Mimarlık Fak, 33s. Ankara
- Güçhan N.Ş., Ünay A. İ., Böke H., Gökçe F., Diyarbakır Kent Surları Koruma Sorunları ODTÜ MFD 2005/ 1 (22: 1) sy 29.
- Güçhan Ş., Gökçe, F. N., Ünay, A.İ., 1999. Diyarbakır surları koruma raporu.4-6 Mart, ODTÜ Mimarlık Fak, 33s. Ankara.
- Kahveci A. E., , Diyarbakır Yöresinde Bazalt Taşının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim DalıYüksek Lisans Tezi Isparta–2008sayfa 7,71)
- Öney, G., 1970, “Elements from ancient civilizations in Anatolian Seljuk Art”, Anatolia, XII, pp. 27-28.
- Tekin, A., 1997. Anadolu'nun taşlara yazıldığı kent. D.Ü. Yayınevi, 33s. Diyarbakır
- Toprak Vedat., 2012 . Diyarbakır Surlarının Jeolojik ve Morfolojik Özellikleri Uluslararası Diyarbakır Surları Sempozyumu sy 141-143)
- Tuncer, O.C., 1999. Diyarbakır evleri. Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sanat Yayınları, 574s. Diyarbakır.
- Akatay M., 2014, Diyarbakır Bazaltlarının Bazı Önemli Malzeme Özelliklerinin Tahribatsız Yöntemlerle Belirlenebilirliğinin Araştırılması Yüksek Lisans Tezi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
- (URL 1) <https://www.haberturk.com/turkiye-nin-dunya-mirasi-vi-2885701> erişim tarihi :22.10.2021
- (URL 2) <http://www.aljazeera.com.tr/al-jazeera-ozel/diyarbakirda-unesco-heyecani> erişim tarihi :22.10.2021
- (URL 3) <https://www.dha.com.tr/yurt/diyarbakir-surlarinin-korunmasi-icin-turizm-zabitasi-talebi/haber-1743240> erişim tarihi :22.10.2021

**DOĞAL TAŞ MADEN ARAMA RUHSAT MÜRACAATI VE
ARAMA RUHSAT DÖNEMLERİ**
*APPLICATION EXPLORATION MINING LICENSE OF NATURAL
STONE AND PERIODS OF EXPLORATION LICENSE*

B. G. Demir^{1*}, A. Akbulut¹, S. Bostancı¹, N. Güngör

¹ *Mevlana Bulvarı, No:76, Beştepe, Ankara.*

(*sorumlu yazar: demirbehzatgokcen@gmail.com)

ÖZET

Doğal taşlar ülkemiz için önemli bir maden grubudur. Tarihsel dönemlerde, Anadolu'nun ekonomik ve kültürel yönden gelişmesine olumlu katkı sunmuşlardır. Ülkemizde doğal taşların aranmasına ilişkin usul ve esaslar 3213 sayılı Maden Kanunu ile düzenlenmiştir. Doğal taşlar, Maden Kanununun 2. maddesinde yer alan II. grubun (b) bendi kapsamında ruhsatlandırılır. Doğal taşların aranabilmesi için öncelikle arama ruhsatının alınması gereklidir. Arama ruhsatı için Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğüne (MAPEG) müracaat edilir. Müracaat sonrası uygun bulunan alanlar için arama ruhsatı düzenlenir. Arama ruhsatları, maden siciline kaydedildiği tarihte yürürlüğe girer. Doğal taş arama ruhsat alanı en fazla 100 hektardır. Doğal taşlar için arama ruhsat dönemleri ön arama ve genel arama dönemleridir. Bu yazıda, doğal taşların maden arama ruhsat müracaatı (ihale yolu hariç) ve arama ruhsat dönemleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Doğal taş, maden arama ruhsatı, mevzuat

ABSTRACT

Natural stones are an important mineral group for our country. In historical times, natural stones contributed positively to the economic and cultural development of Anatolia. The procedures and principles regarding the exploration of natural stones in our country are regulated by the Mining Law No. 3213. Natural stones are licensed under (b) sub clause of II. groups in the 2nd article of Mining Law. In order to exploration for natural stones, it is necessary to firstly obtain an exploration license. An application is made to the General Directorate of Mining and Petroleum Affairs (MAPEG) for an exploration license. After the application, an exploration license is issued for the suitable areas. Exploration licenses come into force on the date are registered in the mine registry. The natural stone exploration license area is maximum 100 hectares. Exploration license periods for natural stones are pre-exploration and general exploration periods. In this article, it is aimed to give information about the application mining exploration license of natural stone (excluding tender) and the exploration license periods.

Keywords: Natural stone, mining exploration license, legislation

GİRİŞ

Maden Kanununa göre, ülkemizde, petrol, doğal gaz, su kaynakları ve jeotermal oluşumlar dışında sayılan ekonomik değere sahip ve yer kabuğu ya da su kaynaklarında doğal olarak bulunan her türlü madde maden olarak tanımlanmıştır. Ülkemizde madenlerin aranması, üzerinde hak sahibi olunması ve işletilmesine ilişkin usul ve esaslar 3213 sayılı Maden Kanunu ile düzenlenmiştir. Maden Kanunu kapsamında madenler 5 (beş) ana gruba ayrılmıştır (Maden Kanunu, madde 2). Bu 5 (beş) ana grup içerisinde yer alan I., II. ve IV. grup madenlerin alt bentleri de bulunmaktadır. I. grup (a) ve (b); II. grup (a), (b), (c); IV. grup ise (a), (b), (c), (ç) alt bentlerinden oluşmaktadır. Örnek olarak; kum-çakıl veya ariyet olarak değerlendirilen jeolojik oluşumlar I. grubun (a) bendi kapsamında ruhsatlandırılırken; aynı grup içerisinde yer alan tuğla-kiremit kili, marn gibi oluşumlar I. grubun (b) bendi kapsamında ruhsatlandırılır. Doğal taş kavramı, II. grubun (b) bendinde; “mermer, traverten, granit, andezit, bazalt gibi blok olarak üretilen taşlar ile dekoratif amaçla kullanılan doğal taşlar” olarak tanımlanmıştır. 31 Mart 2021 tarihli Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) verilerine göre ülkemizde 1.824 arama ve 2.824 işletme olmak üzere toplam 4.648 II. grup (b) bendi ruhsat bulunmaktadır. Ülkemizde, I. grup (a) bendi maden ruhsatları dışında kalan toplam maden ruhsat sayısı (14.863 adet) dikkate alındığında, II. grup (b) bendi ruhsatların tüm ruhsatlar içindeki oranı %31,3’dür. Bu oran ülkemiz madenciliği içinde II. grup (b) bendi madenlerin önemini ortaya koymaktadır (MAPEG, 2021).

Maden Kanunu kapsamında, herhangi bir sebeple (kanuni hükümler veya mahkeme kararı gereğince iptal edilerek) hükümden düşmüş, terk edilmiş veya bir ruhsat alanından taksir edilmiş alanlar ihale yolu ile ruhsatlandırılır (Maden Kanunu, madde 30). Yine II. grubun (b) bendinde yer alan madenler ile IV. grup madenlerin dışındaki madenler için, madencilik açısından yeni olan alanlar da -önceki dönemlerde herhangi bir ruhsata konu olmasa dahi- ihale yolu ile ruhsatlandırılır. II. grubun (b) bendinde sayılan doğal taşlara yönelik rezerv tespiti yapılan ve arama ruhsatı almak için talep edilen alan eğer ihalelik bir alan konumunda değil ise ilk müracaat olarak bilinen müracaat yolu ile ruhsatlandırılır. Ancak, ihalelik alanlarda ise, II. grup (b) bendi madenler de ihale yolu ile ruhsatlandırılır. Bu noktada, iki işlemin temel anlamda farkı; başlangıç aşamasıdır. Aramalara açık yani ihalelik olmayan alan doğrudan ilk müracaat yolu ile ruhsatlandırılabilirken, ihale yolu ile ruhsat alımında ihale talebi sonrası ihaleye katılım olmasıdır. İlk müracaat yolu veya ihale yolu ile bir alana hak sağlandıktan sonra verilmesi gerekli belgeler ve süreleri aynıdır. Bu yazıda, doğal taşların maden arama ruhsat müracaatı ve dönemleri hakkında bilgi verilmiştir. Müracaat aşaması anlatılırken ihale süreci konu dışında tutulmuştur.

İLK MÜRACAAT AŞAMASI

Maden Kanununun tanımlar bölümünde, maden hakkı için ilk müracaat edene tanınan hak olarak bilinen takaddüm hakkı yer almaktadır. Bu hak, bir alana yakın zaman dilimlerinde farklı gerçek veya tüzel kişiler tarafından başvuru yapılması sonucunda hak sahibinin gün, saat veya hatta dakika farkı ile belirlenmesine olanak sağlayan bir kavram olarak tanımlanabilir. Ayrıca, yine tanımlar bölümünde arama ruhsatı; belirli bir alanda maden arama faaliyetlerinde bulunulabilmesi için verilen yetki belgesi olarak tanımlanmıştır (Maden Kanunu, madde 3).

II. grup (b) bendi madenlerin arama ruhsatı müracaatı için ruhsat taban bedelinin (2021 yılı için 20.776 TL) yatırılması ve müracaatların 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita koordinatları esas alınarak tespit edilen noktalarla sınırlandırılması zorunludur. Bu grup ruhsatların alanı 100 hektarı geçmez. Yapılan arama müracaatının değerlendirilmesi sonucunda; mevzuat hükümlerine göre uygun

durumda olan alan müracaat tarihinde talep sahibine bildirilir. İki aylık süre içerisinde, gerekli olan belgeler ile birlikte yetkilendirilmiş tüzel kişilerce hazırlanmış olan ön inceleme raporu ve arama dönemi faaliyetlerinin yerine getirilebilmesi için gerekli olan mali yeterliliği de içeren maden arama projesinin verilmesi, ayrıca arama ruhsat bedelinin yatırılması halinde hak sağlanan alana arama ruhsatı düzenlenir. Müracaatın değerlendirilmesi sonucunda hak sağlanan alanların ayrı alanlar şeklinde oluşması durumunda, müracaat sahibinin talebi halinde bu alanlardan her birine ayrı ayrı ruhsat verilir (Maden Kanunu, madde 16). Ayrıca, arama ruhsatının düzenlenebilmesi için, müracaat sahibinin 6183 sayılı Kanununun 22/A maddesi kapsamında vadesi geçmiş borcunun bulunmaması ve arama ruhsat talebine ilişkin olarak ETKB, Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlar Taşınmaz Komisyonunca işlemlerine devam edilmesinin uygun bulunması şartı aranır (Maden Kanunu, madde 24) Arama ruhsat başvurusu gerçek veya tüzel kişiler tarafından yapılabilir. Mali yeterlilik; II. grup (b) bendi arama ruhsatları için 2021 yılı itibarıyla 284.146 TL'dir. Mali yeterlilik kapsamında verilmesi gerekli belgelere ilişkin işlemler maden arama ruhsatına hak sağlayan hak sahibi veya yetkilisi ya da vekili tarafından e-Devlet üzerinden erişilebilen e-mapeg portalı üzerinden yapılmalıdır.

Arama ruhsat müracaatı yapılan alanın bir kısmının veya tamamının özel çevre koruma bölgeleri, milli parklar, yaban hayatı koruma ve geliştirme sahaları, muhafaza ormanları, Kıyı Kanununa göre korunması gerekli alanlar, 1'inci derece askeri yasak bölgeler, 1/5000 ölçekli imar planı onaylanmış alanlar, 1'inci derece sit alanları ile madencilik amacı dışında tahsis edilen ve MAPEG tarafından uygun görüş verilen elektrik santralleri, organize sanayi bölgeleri, petrol, doğalgaz ve jeotermal boru hatları gibi yatırım alanları ile çakışması durumunda, öncelikle sayılan yatırım alanları dışında kalan alan için arama ruhsatı düzenlenebilir. Ancak, talep alanı içerisinde yer alan bu alanlara ilişkin ilgili kurumlardan izin alınması için ruhsat sahibine bir yıl süre verilir. Bir yıllık süre içerisinde izin alınamayan kısımlar ruhsat alanından taksir edilerek ihale yolu ile ruhsatlandırılır (Maden Kanunu, madde 7). İlk müracaat aşamasından sonra özel izne tabi (yatırım alanları ile çakışan) alanlar için gerekli izin süreçleri, arama ruhsatına hak sağlayan hak sahibinin talebi halinde MAPEG tarafından da yürütülebilir. Bunun için müracaat tarihinden itibaren iki aylık süre içerisinde arama ruhsat bedelinin yatırılması ve e-Devlet üzerinden erişilebilen e-mapeg portalı üzerinde yer alan ilgili menü üzerinden talepte bulunulması gereklidir.

Tabii kaynaklara (3213 sayılı Kanun ile 6491 sayılı Kanun kapsamındaki maden ve petrolü) ilişkin her türlü müracaatın elektronik otomasyon yazılımları vasıtasıyla yapılması zorunludur. Müracaatlar için hazırlanmış olan elektronik otomasyon yazılım menüleri olmasına rağmen dilekçe, e-dilekçe, resmi yazı, KEP, UETS, elektronik posta, yardım masası, posta ve benzeri farklı bir yöntem tercih edilerek MAPEG'e yapılan müracaatlar hakkında işlem yapılmamaktadır (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetlerinin Elektronik Ortamda Yürütülmesi Hakkında Yönetmelik, madde 9). Bu nedenle müracaatların e-Devlet üzerinden erişilebilen e-mapeg portalında yer alan ilgili menüler üzerinden yapılması gereklidir.

ARAMA RUHSAT DÖNEMLERİ

Arama ruhsatları da dahil olmak üzere tüm ruhsatlar, maden sicile kaydedildiği tarihte yürürlüğe girer. Arama ruhsatı hakkı doğmadan önce, hak sağlanan alan konumunda olan talep alanı erişim numarası ile kayıtlı iken, sicil kayıtlarına alınması ile sicil numarası verilir. Arama ruhsatının düzenlenmesinden sonraki ilk yıl ön arama dönemidir. II. grup (b) bendi ruhsatlar için; ön arama döneminden sonraki bir yıl genel arama dönemidir. II. grup (b) bendi madenler için genel arama ruhsat dönemi son arama dönemidir (IV. grup ruhsatlarda ise, genel arama döneminden sonra detay arama dönemine geçilir.)

Ön arama ve genel arama dönemlerinde ruhsat sahasında doğal taş üretimi yapmak veya ticari amaçlı madencilik faaliyetinde bulunmak mümkün değildir. Ancak, arama dönemlerinde arama amaçlı faaliyet sayılabilecek teknolojik araştırma, geliştirme, pilot çalışmalar ve pazar araştırmalarının yapılması amacı ile, arama faaliyetleri yapılırken zorunlu olarak çıkan madenden numune alınarak sevk edilmesine izin verilebilir. Bunun için arama faaliyet raporu, çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) kararı ve mülkiyet izni ile birlikte müracaat edilmesi gereklidir (Maden Yönetmeliği, madde 22). Burada önemli nokta, arama dönemlerinde üretim ve satış izni değil sadece arama faaliyeti sonucu ortaya çıkan doğal taşın yatırım öncesi ön bilgi amaçlı sevk edilmesine yönelik izin verilmesidir. Ayrıca, arama ruhsat döneminde arama faaliyetleri yapılırken zorunlu olarak maden çıkarılması veya numune alınması dışında izinsiz üretim ve/veya satış yapılması ile arama faaliyet raporlarında yapıldığı beyan edilen asgari faaliyetlerin yapılmaması veya eksik yapılması durumunda bu durum haksız yere hak iktisabı sayılır. Haksız yere hak iktisabına imkan veren bu hususlarla ilgili yapılmış beyanlar da gerçek dışı ve yanıltıcı beyan kabul edilir ve idari para cezası (2021 yılı için 103.830 TL) uygulanır (Maden Kanunu, madde 10).

Arama dönemlerinde, jeolojik haritalama, jeofizik etüd, sismik, karot, kırıntı ve numune alma ile bunlara yönelik hazırlık işlemleri içeren arama faaliyetleri için ÇED kararı aranmaz. Mülkiyet izni kapsamında hazine arazilerinde ek izin alınmasına gerek yoktur. Ancak, özel mülkiyet arazilerinde izinsiz arama faaliyetinin tespit edilmesi durumunda idari para cezası (2021 yılı için 62.299 TL) ve faaliyet durdurma uygulanır. Mera ve orman arazilerinde yapılacak karotlu sondaj ve yarma gibi arazi yüzeyini değiştirebilecek arama faaliyetleri için ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından izin alınması gereklidir.

Arama ruhsatları için her yıl arama ruhsat bedeli ödenir. Arama ruhsat bedelinin tamamının her yıl ocak ayının sonuna kadar yatırılması zorunludur. Ruhsat bedelinin tamamının ocak ayının sonuna kadar yatırılmayıp bir kısmının yatırılması ya da hiç yatırılmaması halinde, yatırılmayan kısmın aynı/o yıl haziran ayının son gününe kadar 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanununun 51'nci maddesine göre hesaplanacak gecikme zammı oranında artırılarak ruhsat bedeli olarak yatırılması zorunludur. Eğer haziran ayı sonuna kadar da ruhsat bedeli tam olarak tamamlanmaz ise ruhsat iptal edilir. Ruhsat bedellerinin yatırılması ile ilgili ruhsat sahibine ayrıca herhangi bir tebligat ve bildirim yapılmamaktadır (Maden Kanunu, Madde 13). Arama ruhsat süresi devam ederken işletme ruhsat talebinde bulunulan ruhsatlar için, işletme projesi verilmiş tarihten sonraki yıllar için arama ruhsat bedeli tahakkuk ettirilmez ancak işletme talebi kabul edilmez ise tekrar arama ruhsat bedeli istenir.

Ön Arama Dönemi

Arama ruhsatının düzenlendiği tarihten itibaren ilk bir yıl ön arama dönemidir. Bu dönemde; mostra (yüzlek) tanımlama ve örnek alımı, jeokimya, jeofizik gibi çalışmalar yapılır, Jeoloji haritası hazırlanarak (en az iki jeolojik kesit içeren) bu harita üzerinde arama faaliyetlerinin gösterilmesi ve doğal taş isimlendirmesine yönelik analiz yapılması da gereklidir (Maden Kanunu, madde 17; Maden Yönetmeliği, madde 17).

Ön arama dönemi sonuna kadar, yapılan arama faaliyetlerini ve bu faaliyetlere ilişkin yatırım harcamalarını içeren ön arama faaliyet raporunun verilmesi zorunludur. Bu raporun verilmemesi halinde idari para cezası uygulanır (2021 yılı için 41.534 TL). Arama faaliyetlerini içeren rapor ve yatırım harcamalarına ilişkin verilen belgeler uygun bulunmaz ise 1 (bir) ay içerisinde eksikliklerin giderilmesi için ruhsat sahibine yazı yazılır. Eksikliklerin tamamlanmaması veya uygun olarak verilmemesi durumunda idari para cezası uygulanır (2021 yılı için 41.534 TL).

Kanuni yükümlükleri yerine getirilen veya getirilmeyen tüm II. grup (b) bendi ön arama ruhsatları genel arama dönemine hak sağlar. Ön arama döneminin kanuni yükümlülüklerinin süresinden önce tamamlanması halinde de dönem sonu beklenmeden genel arama dönemine geçilebilir (Maden Kanunu, madde 17). Ön arama döneminden genel arama dönemine geçiş yapan arama ruhsatları için bulunduğu dönemin son günü, bir sonraki arama döneminin başlangıç tarihi olarak kabul edilir.

Genel Arama Dönemi

Genel arama dönemi, ön arama döneminin sonundan itibaren başlamak üzere II. grup (b) bendi ruhsatlar için bir yıldır. Genel arama dönemi; doğal taşın genel özellikleriyle belirlenmesine yönelik arama dönemidir. Bu dönemde yapılacak arama faaliyetlerinde amaç; ruhsat sahasındaki rezervin kabul edilebilir bir güvenilirlik düzeyinde tahmin edilebilmesini sağlamak için boyut, biçim, yapı, kalite ve muhtemel ekonomik beklentiler açısından doğal taş oluşumunun temel jeolojik özelliklerinin belirlenmesidir. Doğal taş oluşumunun sınırları ve özellikleri; mostra, yarma ve sondaj gibi lokasyonlardan örnekleme yapılarak, alınan örneklerin de analiz ve test edilmesi sonucunda elde edilen verilere dayanarak tahmin edilir. Bu kapsamda en az üç farklı lokasyondan toplamda en az 100 metre karotlu sondaj veya el karot sondajı yapılarak üç boyutlu modelleme yapılması zorunludur. Ayrıca, alınan örneklerle ilgili ön teknolojik analiz yaptırılması ve çalışma alanının uygun ölçekli topografik haritasının hazırlanması gereklidir (Maden Kanunu, madde 17; Maden Yönetmeliği, madde 18).

Genel arama dönemi sonuna kadar, maden arama projesinde belirtilen maden kaynağına ilişkin bilgileri ve bu dönemde yapılan arama faaliyetlerine ilişkin yatırım harcamalarını da gösteren genel arama faaliyet raporu ile -ön arama döneminde verilmedi ise- ön arama faaliyet raporunun verilmesi zorunludur. Bu raporlar ile yatırım harcamalarına ilişkin belgelerin verilmemesi durumunda arama ruhsatı iptal edilir. Ön arama ve genel arama faaliyet raporu ile yatırım harcamalarına ilişkin verilen belgeler uygun bulunmaz ise idari para cezası uygulanır (2021 yılı için 41.534 TL) ve 1 (bir) ay içerisinde eksikliklerin giderilmesi ruhsat sahibine yazı yazılır. Tebliğ tarihinden itibaren 1 (bir) aylık süre içerisinde eksikliklerin tamamlanmaması veya uygun olarak verilmemesi durumunda arama ruhsatı iptal edilir (Maden Kanunu, madde 17).

Arama dönemleri içerisinde işletme projesi verilmesi durumunda ilgili faaliyet raporlarında yer alan asgari arama faaliyetlerinin ve mevzuat kapsamındaki diğer yükümlülüklerin yerine getirilmesi zorunludur (Maden Yönetmeliği, madde 21). Arama ruhsat dönemlerini kanuni yükümlülüklerini yerine getirerek tamamlayan II. grup (b) bendi ruhsat sahipleri, yetkilendirilmiş tüzel kişilerce hazırlanmış işletme projesi ile işletme talebinde bulunmaz ise ruhsat iptal edilir.

SONUÇLAR

Doğal taş madenciliği açısından yatırım yapılması düşünülen, arama veya üretim yapılması hedeflenen bir alanda doğal taş potansiyelinin varlığının anlaşılması halinde, bu alandaki potansiyelin ortaya çıkarılması için öncelikle arama ruhsatı alınmalıdır. Eğer alan ihale işlemine konu bir alan değil (yeni bir alan) ise, ilk müracaat aşaması ile arama ruhsat başvuru aşaması başlar. Arama ruhsat müracaatı gerçek veya tüzel kişiler tarafından yapılabilir.

II. grup (b) bendi ruhsatların arama dönemleri; ön arama ve genel aramadır. Ön arama döneminde, herhangi bir arama faaliyetinde bulunulmaması durumunda idari para cezası uygulanarak

genel arama dönemine hak sağlanabilirken, genel arama dönemi sonuna kadar, ön arama ve genel arama dönemi yükümlülüklerinin ve asgari arama faaliyetlerinin yerine getirilmemesi durumunda idari para cezasının yanında ruhsat iptali de söz konusu olmaktadır.

Arama dönemlerinde; ticari veya üretim amaçlı olarak izin verilmemekle birlikte arama faaliyetleri sırasında zorunlu olarak ortaya çıkarılan ve teknolojik veya pazar araştırmalarına yönelik olmak üzere MAPEG tarafından uygun bulunan miktardaki doğal taşın sevkine izin verilebilir.

KAYNAKLAR

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2021. Maden Grubuna Göre Türkiye Geneli Ruhsat Sayıları, https://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx, erişim tarihi: 09.09.2021

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2021. Mali Duyurular, <https://www.mapeg.gov.tr/mali-Denetim.aspx>, erişim tarihi: 09.09.2021

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2021. 3213 sayılı Maden Kanunu, Maden Yönetmeliği, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetlerinin Elektronik Ortamda Yürütülmesi Hakkında Yönetmelik, Ankara.

**DOĞAL TAŞ MADEN RUHSATLARI AÇISINDAN
İŞLETME FAALİYET RAPORU**
*OPERATION ACTIVITY REPORT IN TERMS OF NATURAL
STONE MINING LICENSES*

B. G. Demir^{1*}, A. Akbulut¹, S. Bostancı¹, N. Güngör

¹ *Mevlana Bulvarı, No:76, Beştepe, Ankara.*

(*sorumlu yazar: demirbehzatgokcen@gmail.com)

ÖZET

Maden Kanununda işletme faaliyetleri; maden üretimine yönelik hazırlık çalışmaları ve üretim için yapılan faaliyetler olarak tanımlanmıştır. Maden işletme ruhsat sahalarında üretim faaliyetinde bulunabilmek için işletme izninin alınması zorunludur. Maden işletme ruhsat sahasında işletme faaliyetinde bulunulması durumunda ise işletme faaliyet raporu verilir. İşletme faaliyet raporu bir önceki yıla ait bilgileri içerir ve her yıl nisan ayı sonuna kadar verilmelidir. İşletme faaliyet raporu, en temel anlamda teknik ve mali bilgileri içeren iki ayrı ana bölüm olarak değerlendirilebilir. Birden fazla işletme izni var ise her işletme izni için ayrı bir işletme faaliyet raporu düzenlenir. İşletme faaliyet raporu, e-Devlet kapısı üzerinden erişim sağlanan e-Maden uygulamasında yer alan işletme faaliyet raporu modülü üzerinden verilir. Bu yazıda, işletme faaliyet raporunda yer alması gereken bilgiler doğal taşlara yönelik genel olarak anlatılacaktır.

Anahtar sözcükler: Doğal taş, maden işletme ruhsatı, mevzuat, işletme faaliyet raporu

ABSTRACT

Operation activities in the Mining Law are defined as mine production preparation works and activities for production. It is obligatory to obtain an operation permit for production activities in mining operation license areas. In case of operation activities in the mining operation license area, an operation activity report is given. The operation activity report includes information for the previous year and must be submitted by the end of April each year. In the most basic sense, the operation activity report can be considered as two separate main sections containing technical and financial information. If there is more than one operation permit, a separate operation activity report is prepared for each operation permit. Operation activity report is given through the operation activity report module in the e-Maden application, which is accessed through the e-Government gateway. In this article, the information that needs to be included in the operation activity report will be described in general for natural stones.

Keywords: Natural stone, mining operation license, legislation, operation activity report

GİRİŞ

Maden Kanununun tanımlar bölümünde madencilik faaliyetleri; madenlerin aranması, üretimi-ne yönelik hazırlık çalışmaları, üretimi, sevkiyatı ile cevher hazırlama ve zenginleştirme, atıkların bertarafı, ruhsat sahasındaki stoklama/depolama işlemleri, maden işletmelerinin kapatılması ve çevre ile uyumlu hale getirilmesine yönelik tüm faaliyetler ve bu faaliyetlere yönelik geçici tesislerin yapılması olarak tanımlanmıştır. Bu tanımda madenlerin aranmasından başlanarak çevre ile uyum çalışmalarının bitimine kadar geçen süre içerisinde yer alan bütün aşamalar genel olarak sayılmıştır. Bir maden sahasındaki işletme faaliyeti ise, yine tanımlar bölümünde maden üretimine yönelik hazırlık çalışmaları ve üretim için yapılan faaliyetler olarak yer almıştır (Maden Kanunu, madde 3).

Maden mevzuatı kapsamında, bir alanda maden üretim faaliyetinde bulunulabilmesi için öncelikle işletme ruhsatının ve sonrasında işletme izninin alınması zorunludur. İşletme izinli ruhsat sahaları için, yıllık işletme faaliyetine ilişkin üretim, satış miktarı ve tutarı, stok vb. bilgiler ile toplam gelir ve tahakkuk eden Devlet hakkı gibi mali durumu gösteren belge olarak tanımlanan işletme faaliyet raporunun her yıl nisan ayı sonuna kadar vermesi zorunludur. İşletme faaliyet raporu, e-Devlet kapısı üzerinden erişim sağlanan e-Maden uygulamasında yer alan işletme faaliyet raporu modülü üzerinden düzenlenerek verilir. Bu yazıda, bu modül üzerinden verilen işletme faaliyet raporunda yer alan alanlar için genel bir değerlendirme yapılmıştır.

İŞLETME FAALİYET RAPORU VE DOĞAL TAŞLAR

İşletme faaliyet raporu, en temel anlamda teknik ve mali bilgileri içeren iki ayrı ana bölüm olarak değerlendirilebilir. İşletme faaliyetinde bulunulan ruhsatlar için, işletme faaliyet raporlarının YTK'lar tarafından hazırlanması ve ruhsat sahibi tarafından verilmesi zorunludur. Bu raporların, YTK koordinatörü ve YTK'da istihdam edilen maden mühendisi ile birlikte ruhsat sahibi tarafından imzalanması zorunludur. Ayrıca, ruhsat sahasında işletme faaliyetlerini yürüten rödövanşçı (MAPEG maden sicil kayıtlarına şerh edilmiş) var ise rödövanşçı yetkililerinin de bu raporu imzalaması gereklidir. Bir ruhsat sahasında işletme iznine konu birden fazla maden bulunması durumunda her bir işletme izni için ayrı işletme faaliyet raporunun verilmesi zorunludur. Eğer birlikte üretilmesi zorunlu (kompleks) madenler (altın+gümüş, kurşun+çinko gibi) söz konusu ise tek form verilir.

İşletme izinli ruhsat sahalarında işletme faaliyetinde bulunulmaması veya geçici tatil, tesis muafiyeti gibi durumlar nedeniyle işletme faaliyetine ara verilmesi durumunda da işletme faaliyet raporunun kanuni süresi içerisinde verilmesi zorunludur. İşletme faaliyet belgeleri olarak tanımlanan bu belgelerin kanuni süresi içerisinde verilmemesi durumunda idari para cezası (2021 yılı için 62.299,00 TL) uygulanmakta ve gerekli belgeler MAPEG'e verilmeye kadar üretim faaliyeti durdurulmaktadır (Maden Kanunu, madde 29). İşletme faaliyetinde bulunulan sahalara ait işletme faaliyet raporlarının, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) tarafından yetkilendirilmiş tüzel kişiler (YTK) tarafından hazırlanarak ruhsat sahibi tarafından verilmesi zorunlu iken, işletme faaliyetinde bulunulmayan veya faaliyetlere ara verilen (geçici tatil, tesis muafiyeti gibi durumlar nedeniyle) işletme izinli sahalarda ise ruhsat sahibi tarafından verilmesi yeterlidir (Maden Yönetmeliği, madde 36).

Maden mevzuatına göre maden arama veya işletme ruhsatları dışında sayılan ve kamu kurum ve kuruluşları adına yol, köprü, baraj, gölet, liman gibi kamu projelerinin inşasında kullanılacak yapı ve inşaat hammaddelerinin üretimi için düzenlenen hammadde üretim izin belgeleri için de ayrı özellikte bir işletme faaliyet raporu düzenlenir. Bunların dışında, tam olarak bir yılı (01 Ocak-31

Aralık) doldurmadan tamamlanan bir işletme faaliyeti dönemi (devir, terk, iptal, daimi nezaretçi istifa/azil gibi süreçler ile) söz konusu olduğunda da ara dönem diye tabir edilen işletme faaliyet raporları da hazırlanabilmektedir.

II. Grup (b) bendi madenlere ait ruhsatlar için üretim, satış ve stok miktarları doğal taşın piyasadaki ticari ismi ile birlikte belirtilmelidir. Ruhsat sahası için verilecek işletme faaliyet raporunda doğal taşın kalitesine göre sınıflandırılma (1., 2., 3., 4. kalite gibi) yapılıdır (Maden Yönetmeliği, madde 36). II. grup (b) bendi ruhsat sahalarında 2016-2020 yıllarında faaliyette bulunan ruhsat sayısı Çizelge 1’de verilmiştir. Görüleceği üzere, özellikle son yıllarda faaliyette olan II. grup (b) bendi ruhsat sayısı yıl bazında 2.000’in üzerindedir.

Çizelge 1. 2016-2020 yıllarında işletme faaliyetinde bulunan II. grup (b) bendi ruhsat sayısı

Yıl	2016	2017	2018	2019	2020
Faaliyet olan ruhsat sayısı	1.451	1.379	2.210	2.097	2.041

E-Maden uygulamasında yer alan işletme faaliyet raporu modülü üzerinden düzenlenerek verilen işletme faaliyet raporunda olması gereken alanlar genel anlamda aşağıda anlatılmıştır. Bu modül üzerinde giriş yapılan alanlar ruhsat bilgileri, proje bilgileri, teknik bilgiler, Devlet hakkı bilgileri, tesis bilgileri gibi bölümlerdir. Ayrıca, işletme faaliyet raporlarının ekleri de mevcuttur.

Ruhsat Bilgileri

İşletme faaliyet raporunun bu bölümü genel olarak; ruhsat sahibi ve varsa işletme faaliyetini yürüten rödövanşçı/rödövanşçılara ait vergi numarası ve dairesi, kayıtlı elektronik posta (KEP) ve ulusal elektronik tebligat adresi (UETS) adresi gibi genel bilgileri içerir. Bu bölümde ruhsat ile ilgili genel bilgiler (sicil no, bulunduğu il/ilçe, maden grubu, ruhsat alanı, ruhsat ve işletme izin yürürlük tarihi gibi) bulunur. Ayrıca, bu bölüm içerisinde yer alan beyan türü (yıllık veya ara dönem gibi) ile faaliyet dönemi başlangıç ve bitiş tarihleri bölümüne ait bilgilerin girilmesi zorunludur.

Proje Bilgileri

Bu bölümde; ruhsat sahasındaki doğal taş oluşumunun görünür ve muhtemel rezerv bilgileri ile blok verimine ilişkin değer yer alır. Görünür ve muhtemel rezerv açısından faaliyet dönemi öncesindeki dönemlerde üretilen rezerv miktarları ile faaliyet dönemi başındaki ve sonundaki rezerv miktarları belirtilir. Projede beyan edilen üretim miktarı da bu bölümde yer alır. Projede beyan edilen üretim miktarı; eğer ilerleyen yıllarda değişmedi ise, işletme ruhsatı talep edilirken verilen işletme projesinde planlanan ton cinsinden yıllık üretim miktarıdır.

Teknik Bilgiler

Bu bölümde, üretim, satış ve stok bilgileri ile vardiya bilgileri, ocak personel bilgileri, makine parkı bilgileri, iş kazası ve işletme yöntemi bilgiler yer alır. Bölüm içerisinde üretim, satış ve stok alanına yapılacak girişlerde her bir ürün türü için farklı giriş yapılması gerekli olduğundan ilgili menüler üzerinde girilecek bilgilerden önce ürün türünün seçilmesi gereklidir.

-Üretim bilgileri: Toplam üretim miktarı; işletme faaliyetinde bulunulan dönemde yapılan üretim miktarıdır. Üretilen doğal taşın ticari ismi de belirtilmelidir. Örnek olarak; Elazığ vişne, Muğla beyaz, Ottoman bej vb gibi.

Ayrıca, II. grubun (b) bendi kapsamı dışında, işletme faaliyetinin zaruri neticesinde üretilen ve sevk edilmesine Maden Kanununun 16. maddesi kapsamında izin verilen maden var ise miktarı ve maden grubu belirtilir. Bu izne konu satış var ise bu satışlarda ilgili bölümlerde belirtilmelidir.

-Stok bilgileri: Dönem başı ve dönem sonu stok bilgileri girilir. Dönem başı stok miktarı; bir önceki yıldan devreden ve henüz satışa konu olmamış doğal taş stok miktarı, dönem sonu stok miktarı ise; faaliyet raporuna konu dönemde yapılan üretim ve satış ile bir önceki yıldan devreden stok miktarları değerlendirildikten sonra satışa henüz konu olmamış olan ve dönem sonunda kalan stok miktarıdır.

-Satış bilgileri: Satış miktarı ve tutarı, satışın Devlet hakkı tutarı, satışa uygulanan teşvik, teşvik durumu, Devlet hakkı oranı ile ilgili genel bilgiler girilir (Devlet hakkı ve teşvik ile ilgili olarak Devlet hakkı bölümünde detaylı bilgi verilmiştir).

Gerçekleşen yıllık satış miktarı olarak, satışı yapılan doğal taşın kalitesine göre satış miktarı ve tutarı ayrı ayrı belirtilmelidir. Pasa değerlendirme izni alınmış ve bu izne konu pasa satışı varsa bu satışlarda ayrı olarak belirtilmelidir. Bu kısımda pasa diye nitelendirilen ürün; blok amaçlı üretimin zaruri neticesi olarak üretilen ve moloz dışında sayılan her türlü geometrik şekildeki irili ufaklı mermer artıklarıdır. Pasa değerlendirme izni de bu mermer artıklarının değerlendirilebilmesi yönelik olarak alınan bir izindir (Maden Kanunu, madde 36). Bu kapsamda, izin alınan sahalarda pasanın değerlendirilip değerlendirilmediği hususu belirtilir.

-Vardiya bilgileri: Bazı maden işletmelerinde iki veya üç vardiya şeklinde üretim faaliyetleri sürdürülmektedir. Vardiya sayısı numaralandırılarak (1, 2, 3 gibi) bu bölümüne girilir ve çalışma saatleri ile çalışan sayısı da özellikle belirtilir. Bilindiği üzere, madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü vardiyalı çalışan işletmelerde, vardiya sayısı ve vardiyalarda çalışan personel sayısına göre teknik eleman ataması zorunludur. Vardiyalı çalışılan işletmelerde çalışan sayısı, vardiyada seksenin altında ise her vardiyada bir maden mühendisi, ancak her vardiyada seksen çalışana ise biri maden mühendisi olmak üzere en az iki teknik elemanın istihdam edilmesi zorunludur (Maden Yönetmeliği, madde 131).

-Ocak personel bilgileri: Personel sayısı girişi yapılır. İlgili bölüm içerisinde yer alan zorunlu ferdi kaza sigortası, açık işletme yöntemiyle çalışılan kömür madenleri ile tüm yeraltı ocakları için zorunludur.

-Makine parkı bilgileri: İşletmenin sahip olduğu ve maden işletme faaliyetinde kullandığı makine bilgileri girilir veya sisteme excel formatında eklenebilir.

-İş kazası bilgileri: Kaza türü, kazaya sebep olan olay ve araç/gereç, kazanın oluş şekli ve sebebi, tarih ve saati, kazazede sayısı, ölü ve yaralı sayıları belirtilir. Kaza türü, kazaya sebep olan olay, kazanın oluş şekli ve sebebi girilmesi gerekli alanlardır.

-İşletme Yöntemi: Ruhsat sahasında doğal taş üretilirken kullanılan işletme yöntemidir. Ayrıca bu bölüme patlayıcı madde kullanılıp kullanılmadığı ve faaliyetlerin projesine uygun olarak yürütülüp yürütülmediğine ilişkin bilgiler girilir. Bazı doğal taş sahalarında, litolojinin özelliğine göre gevşetme amaçlı patlatma yapılabilmektedir. Kireçtaşlarının üstünde bulunan örtü tabakasının bazen sert yapıda olması durumunda yapılan patlatma veya özellikle granit gibi sert yapıdaki doğal taş sahalarında blok amaçlı yapılan patlatma bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Devlet Hakkı Bilgileri

Bu bölümde, Devlet hakkı hesaplamalarına esas teşkil edecek bilgiler yer alır. Ürün türü, satış miktarı ve tutarı, ocak başı satış fiyatı (MAPEG tarafından belirlenen ve ayrıca ruhsat sahası için beyan edilen), teşvik türü ve tutarı bu bilgilerden başlıcalarıdır. Devlet hakkına esas teşkil edecek bilgilerin girilmesi halinde Devlet hakkı dağılımı (hazine payı, köylere hizmet götürme payı gibi) sistem üzerinden oluşturulabilir.

Ruhsat için alınmış birden fazla işletme izni var ise her bir maden için ayrı ayrı ve her bir faaliyeti gerçekleştiren için ayrı ayrı olmak üzere Devlet hakkı belirlenmelidir. Hesaplanan Devlet hakkı tutarı ve tahakkuk eden Devlet hakkı tutarı alanlarının doldurulması durumunda Devlet hakkı tahakkuk bilgileri sistem tarafından oluşturulabilir.

Doğal taş sahalarında Devlet hakkı oranı; yıllık toplam ocak başı satış tutarının %4,5'idir (Maden Kanunu, madde 14). Üretilen doğal taş işlenmek ve ek katma değer sağlamak üzere ruhsat sahibine ait tesise sevk edilmesi durumunda, teşvik uygulanarak Devlet hakkının %50'si alınmadığından eğer var ise bu kısımda satışın teşvik bilgileri ve tutarı belirtilir.

Tesis Bilgileri

Bu bölüme, tesis muafiyetinden yararlanan ruhsat sahaları için giriş yapılır. Tesis bilgileri (türü, bulunduğu il/ilçe, kapasitesi, koordinatları gibi) girilerek tesis eklendikten sonra tesis sermaye kıymetler grubu, tesis besleme bilgileri, maliyet bilgileri ve personel bilgilerine yönelik giriş yapılır.

Tesis muafiyeti izni; ruhsat sahalarında üretilen doğal taşın ruhsat sahibine ait kesme, boyutlandırma, şekillendirme veya işleme yapılan ve ruhsata yatay olarak 250 km. mesafede bulunan entegre tesisine sevk edilmesinin planlanması halinde yararlanan bir haktr. Tesisler için yatırım bedeli her yıl yeniden değerlendirme oranına göre güncellenir. Yatırım bedeline arazi/arsa bedeli dahil edilmez (Maden Kanunu, madde 24; Maden Yönetmeliği, madde 38). II. grup (b) bendi ruhsatlara yönelik tesis muafiyeti için fiziki yatırım bedeli 2021 yılına göre en az 9.471.547 TL olmalıdır.

İşletme Faaliyet Raporu Ekleri

Bir işletme faaliyet raporunun ekinde, eğer ruhsat sahasında işletme faaliyetinde bulunmuş ise sahanın son durumunu gösteren imalat haritası olmalıdır. Son durum imalat haritası dışında, sahada yapılan faaliyetler (ocak, basamak, pasa, stok gibi) ile var ise ilgili tesislere ilişkin son fotoğraflar, analiz yapılmış ise, numunelerin analiz sonuçlarına ilişkin bilgi ve belgeler, arama faaliyeti ya da rezerv geliştirme faaliyetleri yapıldı ise bu çalışmaların türü ve bu çalışmalar sonucu tespit edilen rezervler ve miktarlarının yer alacağı bilgi ve belegler de işletme faaliyet raporuna eklenir.

SONUÇLAR

Bir doğal taş işletme izinli ruhsat sahası için hazırlanan işletme faaliyet raporu, hazırlandığı yıla ait üretim, satış, stok, işletme yöntemi ve Devlet hakkı gibi birçok kavramı içermesi nedeniyle o ruhsatın ilgili yılına ait teknik ve mali yapısının özeti gibidir.

İşletme faaliyet raporunun süresi içerisinde verilmemesi durumunda, idari para cezası uygulanarak üretim faaliyetleri durdurulduğundan işletmenin devamı açısından önemli bir belgedir. İşletme izinli bir ruhsat sahasında işletme faaliyetinde bulunulmasa dahi bu raporun verilmesi zorunludur.

KAYNAKLAR

- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2021. Maden Grubuna Göre Türkiye Geneli Ruhsat Sayıları, https://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx, erişim tarihi: 11.09.2021
- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2021. Mali Duyurular, <https://www.mapeg.gov.tr/mali-Denetim.aspx>, erişim tarihi: 10.09.2021
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2021. 3213 sayılı Maden Kanunu, Maden Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/>, erişim tarihi: 08-11.09.2021.

MATERIAL PROPERTIES OF AN ANCIENT STONE BRIDGE: PERPIRA BRIDGE, TURKEY

F. Dursun^{1*}, F. M. Halifeoğlu²

¹Department of Mining Engineering, Dicle University, Diyarbakır, Turkey, 21280

²Department of Architecture, Dicle University, Diyarbakır, Turkey, 21280

(*) Corresponding Author: felatdursun@gmail.com

ABSTRACT

Perpira is a registered ancient bridge, probably constructed during the Late-Roman/Early-Byzantine, to span the banks of the Batman Stream. The foundations and the piers are the surviving remains of this bridge. Considering the current state, it is known that the bridge has not been repaired since it was discovered. Therefore, the remaining parts of the structure; especially, the cut stone blocks are original and contain precious information about the construction techniques and material selection of the period in which it was constructed. This study is the first and preliminary attempt to investigate the characterization of the stones used in the construction. In order to understand some material properties of the stones employed in the bridge, samples were collected from the downstream and the upstream sections of the piers. The samples were then used to investigate petrographic, geochemical and engineering properties such as effective porosity, unit weight, water absorption and uniaxial compressive strength. The preliminary results demonstrate that the stones used in the downstream and upstream sections of the piers have different properties. It is defined that the stone used in the downstream section is dolomite and the one used in the upstream section is limestone. The results indicate that the stones used in the upstream section have better engineering performance than those used in the downstream section. According to the experiment results, it can be stated that Romans constructed this structure using highly competent engineering knowledge and experience.

Keywords: Bridge, Perpira, Physical and mechanical properties, Roman, Stone

INTRODUCTION

Besides reflecting the economic, social and cultural values of the past; historical structures are among the most valuable elements of cultural heritage demonstrating the development of scientific knowledge. The ancient bridges are significant assets among these structures, both in terms of historical-artistic heritage and as a unique element of the fluvial landscape. It is known that even the ruins of these structures serve as a visible evidence of ancient construction techniques.

Perpira is an ancient bridge, probably constructed during the Late-Roman/Early-Byzantine period to span the banks of the Batman Stream. Geographically, it is located in the province of Batman city in southeastern Turkey. The bridge is collapsed, due to uncertain reasons and it is now in ruins. The foundations and the piers are the surviving remains of this bridge. Today, a total of 9 piers/foundations and an approach wall are the visible sections of the structure (Figure 2). However, it is known that there are some additional piers (covered by the river sediments) that need to be unearthed (Figure 1).

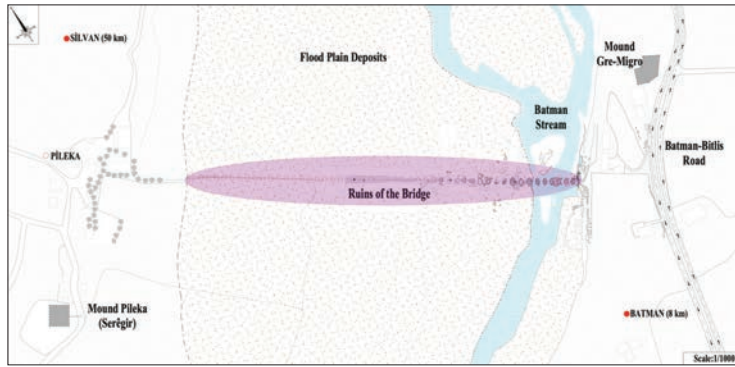


Figure 1. The location of Perpira Bridge

There are some ancient settlements on the opposite banks of the river/stream, close to the borders of the bridge, including Mound Grê Migro and Pileka (Figure 1). Although some archaeological surveys were conducted on these ancient settlements and their vicinities (Algaze, 1989; Parker, 2001; Comfort, 2009; Comfort, 2013; Marciak, 2017), there is no study available in the literature related to the history of the bridge. In some of these studies, the bridge has been mentioned as “ruined Roman/Byzantine bridge” (Algaze, 1989) and “Harap bridge” (Comfort, 2009). These studies, on the other hand, did not specify the period when the bridge was constructed, the purpose of its construction, or its relationship with the nearby settlements.

Despite the fact that the bridge is a registered structure, it has not been included in any conservation campaign since its discovery. Following years of neglect, conservation works have been initiated to restore and understand the original structural conditions of the bridge.

Considering the current state, it is known that the bridge has not been repaired since it was discovered. Hence, it can be inferred that the remaining parts of the structure; especially, the cut stone blocks are original. In this respect, the bridge symbolizes tangible evidence and contains precious information on the past construction techniques and material selection. Therefore, the bridge is unique and is worth examining.

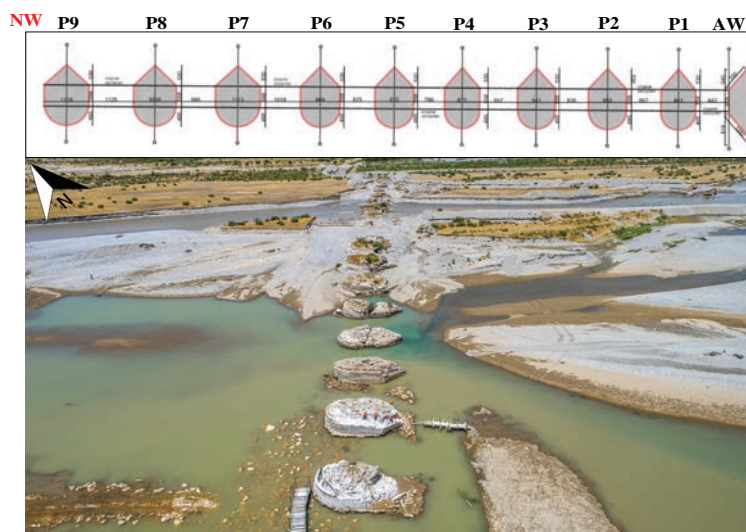


Figure 2. (up) A drawing indicating the dimensions of the approach wall (AW) and some of the piers (P); (down) an aerial view of the ruins and Batman Stream

It is known that a full understanding of material properties and structural behavior is crucial for any project related to the conservation of architectural heritage. This study is the first and preliminary attempt to investigate the characterization of the stone types employed in the construction of the ancient bridge of Perpira.

MATERIAL AND METHODS

Several site investigations were conducted to evaluate the conservation state of this structure and to understand the material used for the construction. The bridge was constructed by employing stone material. Considering the remnants (of the bridge, it can be stated that the erected piers were faced with opus quadratum. In order to fill the cores, opus caementicium (a roman concrete composed of large aggregates) was used (Figure 3). The observed opus caementicium is made up of irregular and rounded river deposits ranging in size from boulders to cobbles.

The bridge's superstructure cannot be observed because it collapsed in the past and only some remnants of the piers have reached to this day. Nonetheless, some displaced cut stone blocks were uncovered scattered across the river/stream bed around the bridge's southern side. These blocks appear to be of different sizes and shapes from those used in the piers and foundations. These findings suggest that the bridge's superstructure was most likely made of stone. During the site investigations, it was observed that the stones utilized in the downstream and the upstream (cut-water) sections of the piers have distinct colors and textures (Figure 3). Therefore, special emphasis was given to the stones employed in these sections. To investigate, samples were collected from the downstream and the upstream sections of the P9 (Figure 2 and 4).

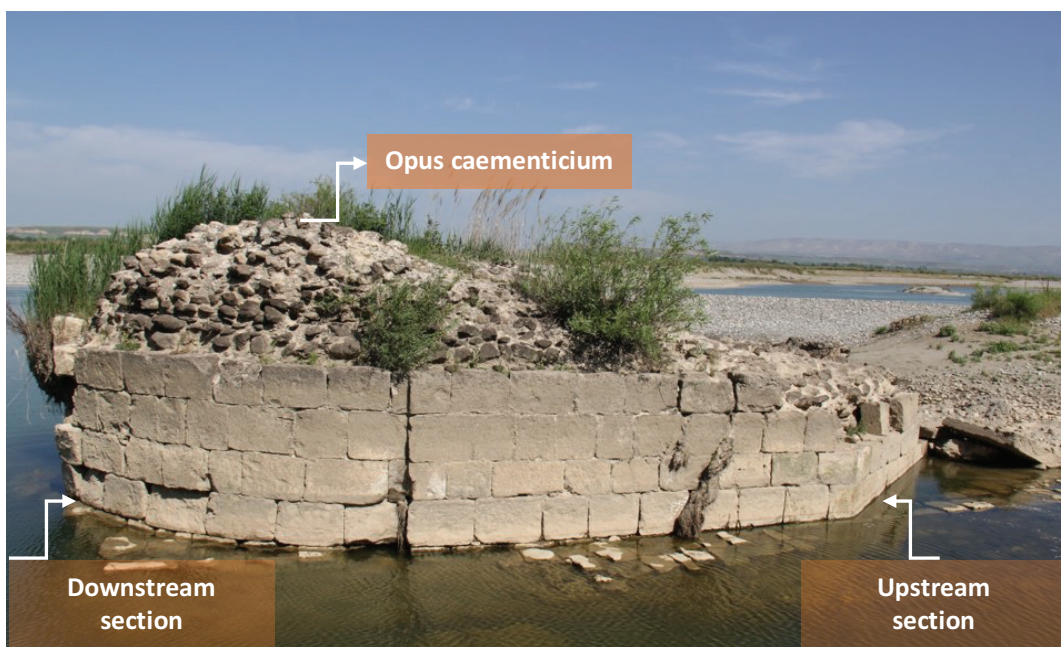


Figure 3. Sections of a pier/foundation of the Perpira Bridge

In order to evaluate the mineralogical, petrographic, geochemical and index properties of the stones employed in the bridge, samples were collected from the downstream and the upstream sections. To assess the mineralogical and petrographic features, two thin sections were prepared from the downstream and the upstream sections samples for study under the optical microscope. Moreover, the X-ray fluorescence (XRF) technique was used to evaluate the chemical compositions of the samples. Finally, a total of 28 samples (14 from each section) with 5-centimeter edge lengths were prepared for the determination of physicomechanical properties (Figure 4). During the laboratory studies, engineering properties of the samples such as the effective porosity, unit weight, water absorption, and uniaxial compressive strength (UCS) were measured. The engineering properties of the samples were determined in accordance with the suggestions of RILEM (1980) and ISRM (1981).

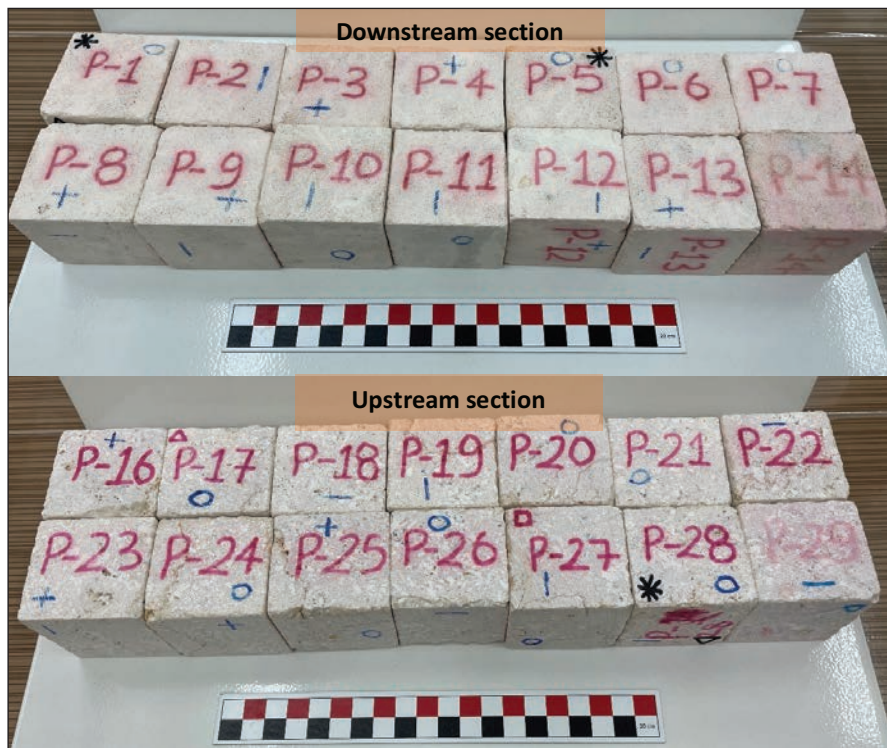


Figure 4. Samples used in the experimental studies

RESULTS AND DISCUSSIONS

Petrographic and Geochemical Characteristics of the Materials

The matrix of the downstream sample is dominated by carbonate minerals (dolomite and calcite). Mosaic texture, in which dolomite crystals are tightly packed and in contact with each other by regular grain-boundaries is the common character of the examined sample. The upstream one, on the other hand, is dominated by calcite minerals and exhibits clastic texture. The calcite minerals are composed of micro/cryptocrystalline calcite whose texture is called micrite. Micrite is occasionally observed at the boundaries of the fossils. The investigated sample consists of macrofossils; therefore, it is described as fossiliferous limestone. The construction materials used in the different sections of the bridge were characterized as dolomite for the downstream section and limestone for the upstream section based on petrographic analyses.

The major oxides of the selected samples from different sections of the P9 (Figure 2) are tabulated in Table 1. The XRF results reveal that the downstream sample contains CaO and MgO as the major constituents. The rest of the oxides presents with minor amounts (less than one percent). The upstream sample, on the other hand, contains lime (CaO) as the major constituent. Other oxides are present in minor concentrations (less than one percent). The abundance of the MgO in the downstream section sample supports the petrographic investigations that the material employed in this section of the bridge is dolomite. On the other hand, the abundance of the CaO proves that the stone used in the upstream section of the bridge is limestone.

Table 1. Chemical composition (wt%) of the samples (downstream and upstream sections) determined by XRF

Oxides										
LoI	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂
Downstream Section Sample										
46.95	0.2	31.8	0.1	< 0.1	19.7	< 0.1	0.2	< 0.1	0.6	< 0.1
Upstream Section Sample										
43.70	0.2	54.7	0.1	< 0.1	0.4	< 0.1	0.1	0.1	0.4	< 0.1

Physicomechanical Properties of the Materials

The physicomechanical properties mainly affect the performance of the stone material. In an attempt to evaluate the durability of the stone material, it is crucial to test its index properties. In reference to the experimental studies conducted within the scope of the present study, a summary of the results for the questioned samples is presented in the Table 2.

The average dry and saturated unit weight of the samples collected from the downstream section were determined as 20.03 and 22.52 kN/m³, respectively based on measurements. The upstream values were measured as 24.04 and 24.61 kN/m³, respectively. The average effective porosities of the samples collected from the downstream and the upstream sections were measured as 25.3% and 5.8%, respectively. The average water absorption by weight and volume of the questioned samples were measured as 12.44% and 19.12%, respectively for the downstream section. These parameters were measured for the upstream one as 2.42% and 4.98%, respectively. The average saturation coefficients of the samples collected from downstream and upstream sections were measured as 0.75 and 0.85, respectively. Finally, the average UCS values of the samples collected from the downstream and the upstream sections were measured as 25.21 and 59.93 MPa, respectively.

Table 2. Physicomechanical properties of the samples (downstream and upstream sections)
based on the experimental studies

Properties	Standards Used	Number of Tested Samples	Test Results (Mean±SD [†])	
			Downstream Section	Upstream Section
Dry unit weight (kN/m ³)	ISRM (1981)	15/15	20.03±0.30	24.04±1.89
Saturated unit weight (kN/m ³)	ISRM (1981)	15/15	22.52±0.22	24.61±1.81
Effective porosity (%)	ISRM (1981)	15/15	25.38±0.89	5.80±2.50
Water absorption by weight (%)	ISRM (1981)	15/15	12.44±0.63	2.42±1.11
Water absorption by volume (%)	ISRM (1981)	15/15	19.12±1.01	4.98±1.96
Saturation coefficient	RILEM (1980)	15/15	0.75±0.03	0.85±0.08
Uniaxial compressive strength (MPa)	ISRM (1981)	10/10	25.21±9.13	59.93±22.81

†: Standard Deviation

According to Anon (1979), the downstream samples have a low unit weight (20 kN/m³) and high porosity (25,3%), whereas the samples of the upstream section have a moderate unit weight (24 kN/m³) and a medium porosity (5,8%). The average water absorption values indicate that the stone employed in the upstream section has an approximately 80 percent lower water absorption than that employed in the downstream section. As reported, stone material with a very high saturation coefficient may be susceptible to frost damage (RILEM, 1980). The results suggest that the saturation coefficient of the samples employed in the downstream and the upstream sections are not dramatically affected by the frost damage. Here it should be noted that the stone employed in the downstream section may be more frost resistant compared to the upstream one. Compressive strength is another important parameter to characterize the material. It is inferred from the experimental results that the UCS of the samples employed in the downstream section was approximately 60 percent lower than the ones employed in the upstream section. According to the rock classification for the strength of rocks proposed by Anon, (1979), the downstream and the upstream samples are classified as moderately strong and strong, respectively.

Bridges are susceptible hydraulic structures to flow-induced impacts. It is known that the flow regime has a significant impact on the upstream section of the bridges and may lead to damage the elements of the bridge (Hedrick et al., 2009). Construction of cut-water structures at the upstream section of the bridge piers as a countermeasure for such impacts is still a common practice today. Cut-waters can be described as wedge-shaped bridge foundations. The primary objectives of the cut-waters are to reduce the impact of the flow pressure, prevent the potential damages induced by floods and deflect tree roots and flood debris (Strickland, 2010; Chun et al., 2020).

To construct such a structure, it is essential to choose a material with low water absorption and high strength. The results obtained within the scope of this study revealed that the selection of the stone material used in the cut-water/upstream section of the Perpira bridge, an ancient Roman structure, was the result of an engineering experience.

CONCLUSIONS

Except for the limited number of archaeological and surface surveys carried out within the study area, written sources about the Perpıra bridge are scarce, and the story of its construction remains a mystery. In the present study, it was attempted to evaluate the lithological and engineering properties of the material employed in an ancient stone bridge. The site observations and laboratory studies indicate that the stones used in the downstream and the upstream (cut-water) sections of the bridge exhibit different petrographic, geochemical and physico-mechanical properties. Dolomite is the stone employed in the downstream section and limestone is the stone used for the construction of the upstream section. The preliminary findings indicate that the stones used in the upstream section are more durable than those employed in the downstream section. The experimental findings suggest that this structure was constructed with a piece of highly qualified engineering knowledge and experience.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors gratefully acknowledge the financial support provided by Dicle University/Scientific Research Project Coordination Office (DÜBAP) under grant number MÜHENDSLK.18.007.

REFERENCES

- Algaze, G. (1989). A new frontier: First results of the Tigris-Euphrates archaeological reconnaissance project. *Journal of Near Eastern Studies*, 48(4), 241–248.
- Anon (1979). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part 1: rock and soil materials. *Bull. Int. Assoc. Eng. Geol.*, 19, 364–371.
- Chun, Q., Jin, H., & Zhang, S. (2020). Structural performance and seismic response for Chinese ancient stone arch bridge—a case study of the Putang bridge. In *Brick and Block Masonry-From Historical to Sustainable Masonry* (pp. 796-800). CRC Press.
- Comfort, A. M. (2009). Roads on the frontier between Rome and Persia: Euphratesia, Osroene and Mesopotamia from AD 363 to 602. University of Exeter. (Unpublished Ph.D. Thesis).
- Comfort, A. (2013). Roman bridges of South-East Anatolia. *Collection de l'Institut des Sciences et Techniques de l'Antiquité*, 1277(2), 315-342.
- Hedrick, L. B., Welsh, S. A., & Anderson, J. T. (2009). Influences of high-flow events on a stream channel altered by construction of a highway bridge: a case study. *Northeastern naturalist*, 375-394.
- ISRM. (1981). Rock characterization, testing and monitoring, International Society for Rock Mechanics Suggested Methods. Oxford: Pergamon Press, 211 p.
- Marciak, M. (2017). Cultural Landscape of Gordyene. In *Sophene, Gordyene, and Adiabene* (pp. 204-240). Brill.
- Parker, B. J. (2001). The mechanics of empire: The northern frontier of Assyria as a case study in imperial dynamics. The Neo-Assyrian Text Corpus Project.
- RILEM. (1980). Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods: Commission 25-PEM. *Materials and Structures*, 13(75), 175–253.
- Strickland, M. H. (2010). Roman building materials, construction methods, and architecture: The identity of an empire. Clemson University.

MİDYAT BÖLGESİNDEKİ DOĞAL TAŞ MADENCİLİĞİNİN GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KAZANDIRDIKLARI NATURAL STONE MINING IN MİDYAT REGION FROM PAST TO PRESENT

M. Ecer

Newstone Granit Doğaltaş Mermer
ecer276@gmail.com

ÖZET

Midyat taşı tarihten günümüze birçok sanat yapısında kullanılmış, kültürel zenginliği ile bilinen Midyat'ın barındırdığı bazı eserlerin UNESCO dünya miraslarını geçici koruma listesine girmesinde etkili olmuştur. Çalışmada bu kültürel mirasın temeli irdelenecek ve bölgede ne derecede etkili olduğu gösterilmeye çalışılacaktır.

Bu çalışmanın diğer bir amacı da Midyat bölgesinden çıkarılan doğal taşların kaplama ve yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu kapsamda taşların kimyasal analizleri, ısı iletkenlik katsayıları, özgül ısıları, su emme ve kuruma kabiliyetleri ve dayanımları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Midyat taşı, Mardin taşı, yapı malzemesi, kültürel miras.

ABSTRACT

Midyat stone has been used in many art structures from history to the present, and it has been effective in the entry of some of the works of Midyat, known for its cultural richness, into the temporary protection list of UNESCO world heritage. In this study, the basis of this cultural heritage will be examined and it will be tried to show how effective it is in the region.

Another aim of this study is to investigate the usability of natural stones extracted from the Midyat region as coating and building materials. In this context, the chemical analyzes, thermal conductivity coefficients, specific heats, water absorption and drying abilities and strength of the stones were evaluated.

Keywords: Midyat stone, Mardin stone, building material, cultural heritage.

GİRİŞ

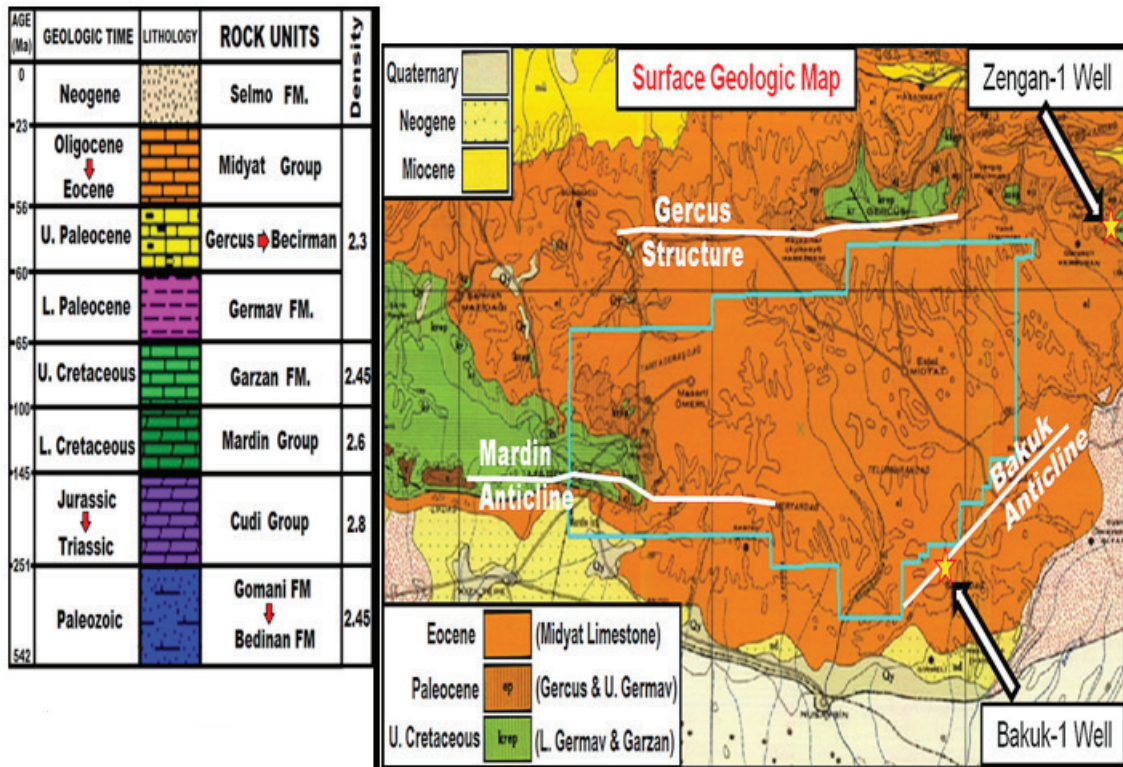
Tarih boyunca farklı halklara ve onların kültürlerine ev sahipliği yapan Midyat (Mardin/Türkiye) bugün de çok kültürlülüğü ile bilinmektedir. Yukarı Mezopotamya'da yer alan bölge tarihte farklı isimlerle anılmış; bunlardan en bilineni 9. yy'a ait Asur tabletlerinde görülen ve Aramice "mahallem, vatanım" anlamı taşıyan Matiate isimidir.

Midyat'ın çok kültürlü oluşu mimari yapısına da yansımıştır. Kilise, konak ve taş evler bölgeye ait doğal taşlar ile yapılmıştır. Baskın olarak görülen ve bölgeye ait taşlar ile inşa edilmiş; kilise, konak ve evlerden meydana gelen mevcut mimari yapı bölgenin yerli ve yabancı turizm odağı olmasını sağlamanın yanı sıra yapılarda kullanılan doğal taşların çıkarılması da madencilik alanının gelişmesine katkı sağlamıştır. Türkiye genelinde birçok cami ve konağın dış kaplamasında bölgeden çıkarılan doğal taşlar kullanılmaktadır.

BÖLGENİN JEOLJİSİ

Mevcut yapı Güneydoğu Anadolu'da Senozyonik Paleosen yaşlı Üst Germav şeylleriyle başlamakta, bunu Alt Eosen yaşlı Becirman kireçtaşı ve Gercüş klasik formasyonu izlemekte, bunlarında üzerine Orta- Üst Eosen yaşta Midyat kireçtaşları gelmektedir (Tolun,1960). Bölgede Oligo-Miyosen: Evaporitli, klastik veya resifal fasiyelerde gelişmiş Germik, Lice ve Silvan formasyonlarıyla temsil edilmekte, bunların da üzerini Üst Miyosen- Alt Pliyosen yaşta kırmızı klastiklerin oluşturduğu Şelmo veya Adıyaman formasyonları, Kuvarternlerin güncel çökelleri (alüvyon, taraça ve travertenler) yatay olarak örtmektedir (Tolun ve Ternek, 1952).

Çalışma alanı, Alt Eosen – Alt Oligosen yaşlı resifal kökenli Hoya Formasyonu içinde bulunmaktadır. Karbonatlardan oluşan birim Sungurlu (1974) tarafından adlandırılmıştır. Formasyonun litolojileri; tebeşirli kireçtaşları, biyomikrit, dolomitik kireçtaşları, killi kireçtaşları ve fosili kireçtaşlarıdır. Bölgede, ortalama kalınlığı 50-600 metreler arasında olup, renkleri; sarı, pembe, beyaz, kirlili beyaz, gridir. Formasyon, sığ deniz-şelf kenarında oluşmuş ve yer yer de resifal karakterli ürünler sunmaktadır (Kaya vd., 2008).



Şekil 1. Bölge stragrafisi ve jeolojik haritası

Mardin Midyat Taşı

Mardin'e bağlı Midyat ilçesinde çıkan ve birçok avantajı ile dikkat çeken Midyat Katori Taşı veya Nahit Taşı olarak bilinen malzemeler günümüzde fabrikalarda işlenmektedir. Şehir ekonomisine önemli bir katkısı bulunan taş bölge halkı tarafından "Beyaz Elmas" olarak nitelendirilmektedir. Fabrikalarda işlendikten sonra dünyanın farklı bölgelerine satışı gerçekleştirilmektedir.

Midyat taşı yapıların iç kısımlarında ve dış cephelerinde kullanılmaktadır. Ayrıca balkon korkuluğu, cami, mihrap, mezar taşı, çeşme, konak, villa ve otel gibi yapıların iç ve dış cephelerinde de kullanılabilir. Midyat taşı yapıların iç kısımlarında ve dış cephelerinde kullanılmaktadır. Ayrıca balkon korkuluğu, cami, mihrap, mezar taşı, çeşme, konak, villa ve otel gibi yapıların iç ve dış cephelerinde de kullanılabilir.

Mardin, Midyat, Kızıltepe ve Ömerli yörelerinde çıkarılan Midyat taşının "Hoya Formasyonu" olarak bilinen bileşenlere sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu formasyonun içerisinde fosilli, killi, dolomit kireçtaşları, tebeşirli kireçtaşı ve biyomikrit bulunmaktadır.

Taş ocaklarından çıkarılan ürünler genellikle 50 metre ile 600 metre arasında bulunmaktadır. Çıkarılan taşlar özel bir makine yardımıyla 19*20*30 ebatlarına göre kesilmektedir. Delikli olan taşlar sanat eserleri için kullanılırken, diğer taşlar ince işçilik uygulanarak sunulmaktadır.

Bloklar halinde ocaklardan çıkarılarak işlenmesi için fabrikalara getirilen taşların kesimi este makinalarıyla yapılabilir. İşlenmesi için taş ustalarının marifetlerini göstermesi gerekmektedir.

Mardin Taşı

Mardin taş evleri yapımı için kullanılan sarı kalker taşı bölgede bulunan taş ocaklarında çıkarılacak hazırlanmaktadır. Dış cephe yapımında evlerin etrafı ortalama dört metre yüksekliğe sahip olarak hazırlanmaktadır. Bu sayede bölgenin sert iklim koşullarına karşı evlerin iç kısımları koruma altına alınmaktadır.

Katori taş çevrede bulunan otuzdan fazla fabrika veya küçük atölyede hazırlanmaktadır. Hazırlanan taşlar bölgede ev, konak, duvar, kemer, mezar ve çeşme yapımında kullanıldığı gibi aynı zamanda yurt dışına ihraç edilerek şehir ekonomisine katkı sağlamaktadır (Şekil 2). Taşların birçok özellik açısından bölgenin iklimine uyum sağlamasından kaynaklı mecbur kalınmadıkça Mardin evlerinde ahşap kullanılmamaktadır.

Dış cephe yapımında taş duvar modelleri kullanılmaktadır. Bu modeller ev sahibinin isteklerine göre farklı şekillerde hazırlanarak ustalar tarafından el işlemeciliği ile hazırlanmaktadır. Bölgedeki tüm evlerin hem iç cephelerinde hem de dış cephelerinde farklı motifler görmek mümkündür (Şekil 3).



Şekil 2. Mardin taşı kullanılarak inşa edilmiş üniversite binası



Şekil 3. Taşa işlenen motiflere örnekler

Kaplama ve Yapı Taşı Olarak Midyat Taşı

Yetmişli yıllarda petrol sıkıntısı ve enerji darboğazı, araştırmacıları çalışmalarını yenilenebilir ve alternatif enerji kaynakları üzerinde yoğunlaştırmaya yöneltmiştir. Enerjinin çok daha ekonomik kullanılması etkin bir şekilde gündeme gelmiştir. Binalarda enerji tasarrufu ise konunun bir parçasını oluşturmaktadır. Ülkemizde de yeni yapılan binalarda, çeşitli ısı yalıtım usulleri, döşemeden ısıtma, periyodik (günlük, mevsimlik, yıllık...) ısı depolama, kullanma vb. gibi enerji tasarrufu uygulamaları, giderek önem kazanmaktadır. Bu kapsamda bölge iklimine uygun malzeme kullanımı; malzemeye ulaşım kolaylığı yanı sıra enerji ekonomisi açısından da önem arz etmektedir. Jeolojik yapıya bağlı olarak taş, geçmişte olduğu gibi bugün de inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır. Çoğunlukla taşıyıcı, nadiren dolgu elemanı olarak kullanılan bu taşlara, Antalya'nın volkanik tüfü, Diyarbakır Karacadağ taşı, Şanlıurfa'nın Karga Sabunu örnek olarak verilebilir.

Olağanüstü bir gelişme olmadığı takdirde, enerjinin giderek daha da pahalı olacağı göz önüne alınırsa, zaman içerisinde ısı kayıplarının para eşdeğeri, daha uygun malzeme kullanılmasının ilk yatırım maliyetine getirdiği ek maliyetle kıyaslanmayacak ölçüde büyük olacaktır. Bu yüzden, bina- nın fiziki ömrü, bulunduğu yerin hava sıcaklığı, nem oranı, kışın güneş alma oranı, deprem durumu vb. göz önüne alınarak taşın kullanılmasının uygunluğunun araştırılması gerekmektedir. Ekonomik açıdan yapılacak bu analiz, taş ocağına belirli uzaklığa kadar taşın kullanılmasının, blok tuğla, delikli tuğla, briket, harçlı gaz beton blok gibi fabrikasyon bina elemanlarına göre daha uygun olduğu sonucunu verebilir.

MARDİN VE MİDYAT TAŞLARININ KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Midyat Taşı, Mardin İli Midyat İlçesi Estel kasabasının Keferhuvvar köyü mevkiinde bol miktarda bulunur. Taş ocakları Midyat ilçesinden 10 km, Estel kasabasından ise 6 km uzaklıktadır. Taşların bu ocaktan çıkarılması kolay olup nem oranları yüksektir.

Mardin Taşı Mardin İli Kabala bölgesinde bulunan ocaktan çıkarılır. Bu ocak Mardin'e 2 km uzakta olup karayolu kenarındadır. Taşların ocaktan çıkarılması ve kesilmesi kolaydır.

Yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılan yöre taşları, beyazımsı sarı renkli bir kalkerdir. Bu durumuyla malzeme, ahşap gibi testere ile kesilebilmekte, matkapla delinebilmekte, sert kesiciler ile yontulabilmekte ve hatta çivi çakılabilmektedir. Taşların sahip olduğu bu cazip özellik, yörede inşa edilen binalarda yapı malzemesi olarak itibar görmesini sağlayan önemli nedenler arasında yer almaktadır. Taş numunelerinin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Mardin ve Midyat taşlarının kimyasal bileşenleri

Numune	Bileşen				
	SiO ₂	CaO	MgO	Kızdırma kaybı	Tayin edilemeyen
Midyat Taşı	0.30	34.10	18.65	46.33	0.52
Mardin Taşı	0.18	30.00	22.58	47.09	0.15

Ocaktan alınan numuneler ısı iletkenlik, özgül ısı, yoğunluk su emme ve kuruma deneyleri için 150*60*20 mm ölçülerinde; basınç ve aşınma deneyleri için ise 71*71*71 mm olarak boyutlandırılmıştır. Deney sonuçları Çizelge 2’de; numunelerin zamana bağlı ağırlık kaybı ölçümleri Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 2. Mardin ve Midyat taşlarının fiziksel özellikleri

Deney	Mardin Taşı	Midyat Taşı
Isıl iletkenlik (w/mK)	0.7985	0.715
Özgül Isı (J/kgC)	987.6	1032.7
Su Emme Oranı (%)	21.8	14.1
Basma Dayanımı (N/mm ²)	4.939	6.127
Çekme Dayanımı (N/mm ²)	0.77	1.03
Aşınma Oranı-Böhme 110 devir (%)	0.64	0.65

Çizelge 3. Numunelerin zamana göre ağırlık kayıpları

Zaman(h)	Midyat Taşı	Mardin Taşı
Su emdirilmiş ağırlık	679.8	686.8
1-30 dk.	678.3	685.3
30-60 dk.	677.0	683.3
1 saat	675.0	683.3
2 saat	670.5	678.0
3 saat	663.0	671.7

Çizelge 3’ten Midyat ve Mardin taşının az miktarda hava alma kabiliyeti olduğu görülmektedir.

Mardin ve Midyat Taşlarının Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi

Mardin ve Midyat taşlarının yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğini değerlendirmek için yapı malzemesi olarak kullanıldığı bilinen malzemelerin fiziksel özellikleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bazı Doğal Yapı taşları ile Yapı Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri

Malzeme	Isıl iletkenlik k (W/mK)	Özgül Isı Cp (J/kg°C)	Isıl yayınıma (m ² /s)	Yoğunluk (kg/m ³)
Beton	0.814	879	4.91x10 ⁻⁷	1906
Granit	2.855	816	13.15x10 ⁻⁷	2643
Kalker	1.261	908	5.68x10 ⁻⁷	2483
Kum taşı	1.855	712	11.65x10 ⁻⁷	2235
Mermer	2.772	808	3.94x10 ⁻⁷	2603
Tuğla	0.692	837	5.16x10 ⁻⁷	1602
Midyat Taşı	0.715	1032.7	4.679x10⁻⁷	1490
Mardin Taşı	0.7985	987.6	5.130x10⁻⁷	1580

Çizelge 4'te görüldüğü gibi gerek sürekli gerekse zamana bağlı rejimde ısı transferi göz önüne alındığında Midyat Taşı 0.715 W/mK ısı iletkenlik ve 4.679×10^{-7} m²/s ısı yayılım katsayısı ile granit, mermer ve kumtaşına göre daha iyi olduğu görülmektedir.

Ayrıca daha önce Çizelge 2'de verilmiş olan 6.127 N/mm²'lik basma dayanımı ve 1.03 N/mm²'lik çekme dayanımı ile Midyat taşının dayanım özelliğinin yüksek dayanımlı doğal yapı taşlarına göre düşük olmasına karşılık beton, briket, tuğla, gazbeton gibi yapay malzemelere yakın dayanıma sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bununla beraber Midyat taşının %0,65'lik aşınma kaybı bu taşın merdiven, parke gibi fazla aşınmaya maruz yerlerde kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Mardin Taşı 0.7985 W/mK ısı iletkenlik değeri ile granit, kumtaşı, mermer ve kalkerden iyi ve beton değerlerine sonuç vermiş, ısı yayılım değerinde ise mermerin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Çizelge 4). Mardin taşı, basınç ve çekme dayanımı ile aşınma değerleri yönünden Midyat taşına benzer özellik göstermektedir.

Her iki taşın su emme oranlarının %30 'dan küçük olması nemli ortamlarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Taşların kuruma hızları incelendiğinde az da olsa hava alma kabiliyetine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Söz konusu taşların birçok yapı elemanına kıyasla kolayca işlenebilmesi, elektrik ve su tesisat kanalları açmak amacıyla delinebilmesi, kesilebilmesi, yontulabilmesi, çivi ve vida kullanılmasına da izin vermesi büyük avantajdır. Doğal bir yapı malzemesi olan bu taşların, oldukça fazla miktarda bulunması ve maliyetinin ucuz olmasından dolayı bölgenin birçok yerleşim biriminde bina yapı elemanı olarak kullanılmaktadır.

Yörenin iklim şartları da dikkate alındığında, donma sonucu malzemede çatlama, yüzeyde tozlanma ve kabuk halinde dökülme veya dağılma gözlenmemektedir (Adin, 2007).

MİDYAT DOĞAL TAŞLARI İLE YAPILAN TARİHİ ESERLER

Midyat bölgesi binlerce yıldan beri doğal taş madenciliği ile ilgilenmektedir. Özellikle Süryani el işçiliğinden gelen eserler daha ağır basmaktadır. Süryani ustalar bir eserleri ortaya koymak için büyük emek ve zaman ayırmışlardır. Taşı sanata dökmek için taş keski kullanarak oyma ve işleme işini yapmışlardır. Bu ürünleri ortaya koymak için günlerce aylarca emek vermişlerdir. Meryemana Kilisesi ve Patrikhanesi, Mor Mihayel Kilisesi ve Burç Manastırı, Mor Behnam (Kırklar) Kilisesi, Mor Petrus ve Pavlus Kilisesi, Mor İliyo Kilisesi, Mor Yusuf Kilisesi (Sürp Hovsep), İzozoel Kilisesi, Mor Stefanos Kilisesi, Hammara Manastırı, Mor Dimet Manastırı, Deyrülzeferan Manastırı, Mor Evgin Manastırı, Meryem Ana Manastırı, Mor Circıs Manastırı, Mor Yakup Manastırı, Deyrulumur (Mor Gabriel) Manastırı tarihten günümüze gelen bölge doğaltaşları ile inşaa edilen sanat eserlerine örnektir (url-1).

MARDİN VE MİDYAT TAŞININ BÖLGE VE ÜLKEMİZ İÇİN EKONOMİK VE KÜLTÜREL KATKILARI

Özellikle Mardin/Midyat geleneksel evler, kültürel yapı ve coğrafi manzara, genel bir ifade ile kültürel ve doğal mirasa yerli ve yabancı turistler tarafından duyulan ilgi ile birlikte, Türkiye turizminde Mardin yöresine atfedilen yeni görev, yerel halk ve yönetimde turizmin önemi ve olumlu etkisi hakkında bir farkındalık oluşturmuştur. Bu da tarihi-turistik şehirlerde bulunan tarihi bina ve yapıların tekrar canlandırılmasını beraberinde getirmiştir. Başka bir ifade ile turist yoğunluğuna neden olan kültürel ve tarihi varlıkların korunması ve daha iyi değerlendirilmesine yönelik çabalar

artmıştır. Tarihi/kültürel mirasın öneminin daha iyi anlaşılması, bunların korunması konusundaki isteklerin artması ve söz konusu turizm talebinin devamlılığı için çekiciliklerinin korunmasının bir zorunluluk olarak görülmesi neticesinde, ilde ve özellikle de Midyat'ta koruma faaliyetleri yoğunlaşmıştır. Kamu, yerel yönetimler ve yerel-ulusal iş adamları tarafından buna yönelik birçok proje uygulamaya geçirilmiş ve böylece birçok kültürel varlığın restorasyonu gerçekleştirilmiştir.

Midyat ve yakın çevresinde kültürel turizme konu olan tarihi/kültürel değerlerin fazla oluşu turizm talebini arttırmakta, bununla birlikte, ortaya çıkan yoğunluk ve çekicilik Midyat'taki taşçılık faaliyetlerinin gelişimini de etkilemektedir.

Özellikle son dönemlerde dizi ve sinema çekimleriyle birlikte Midyat bölgesinin kültürel ve turizm açısından büyük ilgi görmektedir. Midyat belediyesi kültür sanat müdürlüğünden aldığımız verilere göre var olan pandemi koşullarına rağmen 2020-2021 Eylül ayına kadar 2 milyon 700 bin yerli ve yabancı turist ilçeyi ziyaret etmişlerdir. Bu da bize şunu göstermektedir Midyat mimari ve kültürel anlamda büyük bir cazibe merkezi haline gelmeyi başarmıştır. Bu durum bölge ekonomisinin gelişmesine büyük katkı sağlamaktadır.

Son dönemlerde doğal taş madenciliği Midyat'ta en büyük ekonomik gelir kaynağını oluşturmaktadır ilçede yaklaşık on büyük ölçekli otuza yakın da küçük ölçekli atölye bulunmaktadır. Sadece Midyat ve çevre illerine değil Türkiye'nin bütün illerine Midyat mimari yapısını taşımaktadırlar.

Süryani, Keldani, Kürt, Ermeni ve Arap halklarının ve Müslümanlık, Hristiyanlık, Ezidilik ve hatta putperestlik dinlerinin harmanlandığı Midyat mimarisinde bütün kültürlerin izlerini görmek mümkündür.

SONUÇ

Midyat bölgesine bakıldığında geçmişten günümüze kadar doğal taş madenciliğinin yapıldığı görülmektedir. Jeolojik birimin kireçtaşı olması bu taşların kolay işlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum da taşların mimari alanda kullanılmasına ve ortaya çok sayıda mimari eser çıkmasına sebep olmuştur.

Midyat bölgesi ülkemiz için hem ekonomik hem de kültürel anlamda büyük katkı sunmaktadır. Mardin'de UNESCO tarafından geçici korumaya alınan 12 eserin 10 tanesi Midyat bölgesindedir. Bu da hem kültür turizmi hem de doğal taş madencilik yönünde bölge dışındaki insanların ilgisini çekmektedir. Bölge halkı için de ekonomik olarak şu anda en büyük pay; var olan doğal taş ocakları ve işleme atölyeleridir. Buralarda işlenen taşlar ile Midyat mimarisi ve kültürü Türkiye'nin bütün bölgelerine taşınmaktadır.

Mardin ve Midyat taşları üzerinde yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında Mardin taşının ve ondan az miktarda daha sert olan Midyat taşının yapı malzemesi olarak kullanılmasında herhangi bir engelin bulunmadığı görülmektedir.

Bölge doğal taş madenciliğinin amatör seviyeden profesyonel seviyeye doğru geçiş aşamasında olduğunu ancak ilerleyen zamanlarda bunun büyüyerek devam edeceğini taşlara olan yüksek ilgi ve talep doğrultusunda söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Adin, H. (2007). Mardin ve Midyat'ta Kullanılan Bina Yapı Taşlarının Bazı Fiziksel Özellikleri Mühendis ve Makina, Temmuz 2007, Sayı:570, s.13-17.
- Tolun, N. ve Ternek, Z. (1952). Mardin Bölgesinin Jeolojisi T.T.K. Bült, Cilt 3, Sayı 2 1-20 Ankara.url-1: <https://mardin.ktb.gov.tr/TR-56510/kiliselere---manastirlar.html>
- Kaya, A.C., Yapıcı, N. ve Anıl, M. (2008). Midyat Taşının Kaplama ve Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Ç.Ü. FBE Yıl: 2008, Cilt:19-3.

MERMER ATIKLARININ FASULYE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMIN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE USE OF MARBLE WASTE IN BEAN CULTIVATION

H. Eker ^{1,*}, D. Demir Şahin ², C. Kumaş ³

¹ *Karabük Üniversitesi, Eskipazar Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı (* Sorumlu yazar: eker_hasan78@hotmail.com)*

² *Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü*

³ *Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü*

ÖZET

Türkiye'nin önemli ihracat kalemlerinden biri mermerdir. Mermerin ocaktan çıkarılması ve fabrikada kesilmesi işlemleri sırasında çok fazla miktarda toz halinde mermer atığı oluşmaktadır. Bu atıkların depolanması ve çevreye verdikleri zararlar (toz, toprak ve su kirliliği vb.) mermer işletmelerine ek maliyet oluşturmaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki kömür rezervinin büyük bir kısmı linyit kömürlerinden oluşmaktadır. Bu linyit kömürleri ısınma amaçlı ya da termik santrallerde elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, organik içeriği yüksek linyit kömürlerinin tarımda kullanılması da mümkündür. Bu çalışmada; Tekirdağ bölgesinden alınan linyit kömürü ile Gümüşhane bölgesinde yer alan mermer fabrikasından alınan mermer tozu atıklarından oluşan karışımların yöresel fasulye yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda; kömür veya mermer tozu içermeyen ve sadece humuslu toprak kullanılarak kontrol numuneleri oluşturulmuştur. Ayrıca; % 25, %50, %75 ve %100 oranlarında ağırlıkça kömür ve % 25, %50 ve %75 oranlarında ağırlıkça mermer tozundan oluşan numune karışımları elde edilmiştir. Bu karışımlara yöresel fasulyeler ekilerek laboratuvar koşullarında gelişimleri takip edilmiştir. Sonuç olarak; % 50 kömür + %50 Mermer tozu ve % 25 kömür + %75 mermer tozu numunelerinde fasulyenin yetiştiği ortaya konulmuştur. Sadece kömür içeren numunelerde fasulyenin gelişim göstermeyip kuruduğu görülmüştür. Böylece; mermer işletmeleri için sorun teşkil eden mermer tozları fasulye yetiştiriciliğinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Mermer, Kömür, Atık, Fasulye, Tarım

ABSTRACT

One of Turkey's important export items is marble. During the mining of the marble from the quarry and cutting process at the factory, there is a large amount of powdered marble waste. The storage of these wastes and the harms they give to the environment (dust, soil and water pollution, etc.) is an additional cost to marble enterprises. Also, a large part of the coal reserve in Turkey consists of lignite coals. These lignite coals are used for purposes warm-up or electricity producti-

on in thermal power plants. However, it is also possible to use the organic content of high lignite coals in agriculture. In this study; with the lignite coal from the Tekirdag region, the use of marble powder waste, which is taken from the marble factory in Gümüşhane region, was investigated in the area of local beans. In this context; control samples were formed using coal and marble powder and using only hummus soil. Also; 25%, 50%, 75% and 100% by weight of coal and 25%, 50% and 75% by weight of the sample mixtures made of marble powder. These mixtures were followed by local beans and the development of laboratory conditions were followed. In conclusion; 50% coal + 50% marble powder and 25% coal + 75% marble powder samples were shown to grow beans. Only in the samples containing coal, the beans did not grow and dried. Hereby marble powders that constitute the problem for marble enterprises can be used in bean cultivation.

Keywords: Marble, Coal, Waste, Bean, Agriculture

GİRİŞ

Ülkemizde madencilik sektöründe cevherin sahadan kazılmasından son ürün elde edilmesine kadar her aşamada fazla miktarda atık çıkmaktadır. Bu atıkların çevreye verdiği etkiyi azaltmak, depolama sorununu ortadan kaldırmak ve farklı sektörlerde yeniden kullanılarak endüstriye kazandırmak için çalışmalar yapılmaktadır.

İnşaat atıklarının maden boşluklarında dolgu malzemesi olarak kullanımı (Yılmaz vd., 2019), krom atıklarının köpük beton yapımında agrega olarak kullanılması (Kılıçarslan ve Kaya, 2017), kolesmanit konsantre ve bor mineralleri atıklarının çimento üretiminde kullanılması (Eyüpoğlu, 2013; Demirel ve Nasuroğlu, 2017), bor mineralleri ve atıkları ile üretilen betonarme yapılarda yangına dayanıklılığının artırılması (Söylemez ve Bayraktar, 2019), bor atığının seramik sektöründe kullanılması (Durmaz, 2018), kromit atığının duvar kerosu sırlarında renklendirici olarak kullanılması (Mirdalı ve İşler, 2008), kömür atıklarının tarımda kullanımı (Tosun, 2015), talk atıklarının hayvan yeminde, boya ve kozmetik-pudra yapımında kullanımı (Kutlu, 2013), kömür atığının kompozit malzeme üretiminde kullanımı (Kocaman vd., 2017), cam hammadde atığının çimentoda kullanımı (Karakılıç ve Türkmen, 2019) cevher hazırlama tesis atıklarının çimentolu macun dolgu da kullanımı (Başçetin vd. 2020, 2021; Eker vd. 2020), uçucu külün betonda kullanımı (Demir vd., 2019) gibi atıkların kullanımı söz konusudur.

Mermer sektörüne baktığımızda özellikle kesim işlemleri sırasında toz boyutta atıklar ortaya çıkmaktadır. Mermer atık malzemesinin baraj yapımında dolgu malzemesi olarak yeniden kullanımı (Akyıldız vd., 2020), mermer parça atıklarının beton agregası olarak değerlendirilmesi (Ceylan ve Manca, 2013; Arsoy vd., 2019) konularında çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar dışında mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde, çimento imalatında, beton katkı malzemesi olarak, tuğla üretiminde, kireç üretiminde, gaz beton üretiminde, suni mermer, boya, çelik, cam, derz dolgu malzemesi, parke taşı, kompozit yapı malzemesi, zemin stabilizasyonu, hayvan yemi olarak, plastik sanayi ahşap yüzey şekillendirilmesinde kullanılmaktadır (Sabah ve Çelik, 2001; Çelik ve Tur 2012; Ural ve Yakşe, 2015; Çitoğlu ve Bayraktar, 2018; **Şimşek, 2019**; Aydın ve Karakurt, 2020). Bu atıkların değerlendirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte atık miktarlarının fazlalığı bu atıkların değerlendirilmesine yönelik yeni çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir.

Bu çalışmada; Tekirdağ bölgesinden alınan linyit kömürü ile Gümüşhane bölgesinde yer alan mermer fabrikasından alınan mermer tozu atıklarından oluşan karışımların yöresel fasulye yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

MALZEME VE YÖNTEM

Tekirdağ bölgesinde yer alan linyit kömür yatağından alınan kömür ile Gümüşhane ili Şiran ilçesindeki mermer fabrikasında oluşan mermer tozu atıklarının tarım da kullanılmasının araştırılması amacıyla belirli oranlarda karışımlar oluşturulmuştur. Bu amaçla fabrikadan alınan mermer tozu atıkları 100 μ altında olduğu için herhangi bir işleme tabi tutulmazken, kömür numunesi önce çeneli kırıcı ile 4 cm altına indirilmiştir daha sonra ise bilyalı değirmende 15 dk öğütme işlemine tabi tutularak -300 μ boyutuna öğütülmüştür. Kullanılan kömür numunesinin kül (TS 1042), nem (ISO 1015), uçucu madde (TS 711), sabit karbon, kalori, pH, hümik+fülvik asit, organik madde ve ağır metal analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Ayrıca karışımların ağır metal analizleri ve pH ölçümleri yapılmıştır. Mermere ait kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Kontrol numuneleri kömür veya mermer tozu içermeyen sadece humuslu toprak kullanılarak oluşturulurken; kömür mermer tozu karışımları; %25, %50, %75 ve %100 oranlarında ağırlıkça kömür ve %25, %50 ve %75 oranlarında ağırlıkça mermer tozu karıştırılarak elde edilmiştir. Bu karışımların tarımda kullanılabilirliğinin araştırılması için yöresel fasulye bitkisi tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Kömür analizleri

	Uçucu Madde (%)	Kül (%)	Sabit Karbon (%)	Nem (%)	Hümik + Fülvik Asit (%)	Organik Madde (%)	Kalori
Kömür	35.07	17.64	30.45	16.84	23.23	78.19	4104

Oluşturulan bu karışımlar laboratuvar ortamında 14x17 cm ölçülerinde saksılara homojen olacak şekilde karıştırılarak yerleştirilmiş ve 15 gün boyunca üç günde bir, 100’er ml saf su ile sulanmıştır. Bu sulama ile karışımlar suya doymun hale gelmiştir. Diğer taraftan ise yöresel fasulye türü olan Kelkit fasulye taneleri ayrı kaplarda humuslu toprak içerisinde filizlenmeye bırakılmıştır (Şekil 1). Daha sonra filizlenen fasulye taneleri, suya doymun haldeki mermer tozu ve kömür içeren karışımların içerisine ekilmiştir (Şekil 2). Ekilen fasulyeler üç günde bir 100’er ml saf su ile sulanmıştır. Ayrıca sıcaklık ve nem değerleri kayıt altına alınmıştır.

Çizelge 2. Mermerin kimyasal ve fiziksel özellikleri

Kimyasal Özellikleri		Fiziksel Özellikler	
SiO ₂	1.45	İncelik (45 μ elek üstü %)	20.1
Al ₂ O ₃	0.42	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2.66
Fe ₂ O ₃	0.19	Özgül Yüzey (cm ² /gr)	7186
CaO	52.31		
MgO	0.25		
SO ₃	0.05		
Kızdırma Kaybı	43.07		
Na ₂ O	0.00		



Şekil 1. Kelkit fasulye filizlenme süreci.



Şekil 2. Fasulyelerin saksılara dikimi.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Tekirdağ yöresinden alınan linyit kömürü ile Gümüşhane bölgesinde yer alan mermer fabrikasından alınan mermer tozu atıklarından oluşan karışımların fasulye bitkisi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Fasulye bitkisinin saksıya dikiminden itibaren yaklaşık 45 günlük sürede tamamı kömür olan saksı dışında tüm saksılarda fasulye yetiştirmeye başlamıştır (Şekil 3). Fasulye bitkisinin yetiştirme süreci boyunca ortam sıcaklığı 20-25°C ve ortam nemi ise %40-55 arasında değişiklik göstermiştir.

Kömür analizi sonuçlarına bakıldığında kömürün %78.19'luk organik madde içeriği dikkati çekmektedir. Gübre üretimi olarak yeterli olmamakla birlikte kömürde bulunan %23.23 oranındaki hümit ve fülvik asit oranı ve organik madde yüksekliği kömürün tarımda kullanılabilirliğini göstermektedir. Bununla birlikte; yapılan laboratuvar çalışması sonucu saksılara dikilen fasulye tanelerinin filizlendikten sonra ürün vermesi bu sonuçları desteklemektedir. Literatürde maden atıklarının tarımda kullanılabilirliği ile alakalı çok az çalışmanın yer aldığı görülmüş ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla kömür ve mermer atık karışımından oluşan malzemenin fasulye (Kelkit Şeker fasulyesi) üretiminde kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

Çizelge 3. Karışımların ağır metal ve pH analizleri.

Karışımlar	Pb	Cu	Zn	Fe	As	Ag	Sb	Cd	pH
%75 kömür + %25 mermer	<0.01	<0.01	<0.01	0.96	<0.01	<1	<0.01	<0.01	7.4
%50 kömür + %50 mermer	<0.01	<0.01	<0.01	0.76	<0.01	<1	<0.01	<0.01	7.4
%25 kömür + %75 mermer	<0.01	<0.01	<0.01	0.43	<0.01	<1	<0.01	<0.01	7.6
% 100 Kömür	<0.01	<0.01	<0.01	1.43	<0.01	<1	<0.01	<0.01	6.3

Çizelge 3'te verilen karışımların ağır metal analizleri ve pH değerleri incelendiğinde demir (Fe), kurşun (Pb), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As), antimon (Sb), gümüş (gümüş) ve kadmiyum (Cd) gibi ağır metal değerlerinin çok düşük olduğu görülmektedir. Bu metal değerleri hem çevresel açıdan hem de bitkide meydana gelebilecek ağır metal adsorpsiyonu açısından önemli olup değerlerin düşük olması kömür mermer tozu karışım numunelerinin toprak olarak kullanılmasına imkân tanımaktadır.



Şekil 3. Fasulye yetiştirme süreçleri

pH değerlerine bakıldığında ise %100 kömür numunesinin pH değeri 6.3 iken mermer katkı oranının artmasıyla 7.6 yükseldiği görülmektedir. Bu durum bitki yetişmesine etki etmiş ve tamamen kömürden oluşan saksıdaki fasulye bitkisi düşük pH nedeniyle yeteri kadar yetişmeden bitkinin öldüğü görülmüştür (**Şekil 4**). Mermer tozu katılan diğer saksılarda pH değerinin yükselmesiyle birlikte daha iyi yetiştiği anlaşılmıştır. Karışımdaki kömür tozu oranının azalmasıyla birlikte içeriğindeki Fe oranında azaldığı görülmüştür.



Şekil 4. Sadece kömür içeren saksıdaki bitkinin gelişimi.

Sonuç olarak mermer fabrikası toz atıklarının linyit kömürü ile karıştırılması sonucu oluşturulan karışımların bu çalışma da olduğu gibi yöresel bir bitki olan fasulye yetiştirme de kullanılabileceği gibi, terkedilen maden sahalarının yeniden doğaya kazandırılması amacıyla da kullanılabileceği düşünülmektedir. Daha sonraki çalışmalarda; farklı özelliklere sahip kömür, farklı tür mermer ve traverten atıkları ile farklı bitki türlerinde çalışmalar yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyıldız, H. ve Efe, H. (2020). Baraj yapımında atık malzemelerin kullanımı: Kadıköy göleti örneği. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(1), 439-445.
- Arsoy, Z., Çiftçi, H., Ersoy, B., Uygunoğlu, T. ve Arslan, B. (2019). Afyonkarahisar bölgesi mermer parça atıklarının beton agregası olarak değerlendirilebilirliğinin araştırılması. El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 6(3), 503-516.
- Aydın, G. ve Karakurt, İ. (2020). Doğaltaş Üretim ve İşleme Tesis Atıklarının Değerlendirilmesi. ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 62-77.
- Başçetin, A., Eker, H., Adıgüzel, D. ve Tüylü, S. (2020). Çimentolu macun dolgu yönteminin uygulanmasında bazı katkı malzemelerinin puzolanik özelliklerinin araştırılması. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (2), 415-424.

- Bascetin, A., Adiguzel, D., Eker, H., Odabas, E. ve Tuylu, S. (2021). Effects of puzzolanic materials in surface paste disposal by pilot-scale tests: observation of physical changes. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 949–964.
- Ceylan, H. ve Mañça, S. (2013). Mermer parça atıklarının beton agregası olarak değerlendirilmesi. *Teknik Bilimler Dergisi*, 3(2), 21-25.
- Çelik, M. Y. ve Tur, Ş. (2012). Afyonkarahisar organize sanayi bölgesi doğal taş atık depolama sahasındaki mermer atıklarının özelliklerinin incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 9-15.
- Çitoğlu, G. S. ve Bayraktar, O. Y. (2018). Atık mermer tozu ve inşaat sektöründeki kullanımı ile ilgili çalışmalar. *ISAS 2018-Winter 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies November 30 – December 2, 2018, Samsun, Turkey*
- Demir Şahin, D., Çullu, M. ve Eker, H. (2019). Betonların aşındırma ve karbonatlaşma performanslarına kireçsi uçucu küllerin farklı incelik ve ikame oranlarının etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1150-1163.
- Demirel, B. ve Nasiroğlu, S. (2017). Bor mineralleri ve atıklarının çimentoda kullanılma stratejileri. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(1), 95-100.
- Durmaz, K. (2018). Eti Maden işletmeleri Hisarcık barajı atıklarının seramik sektöründe kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eker, H., Başçetin, A., Tüylü, S. ve Adigüzel, D. (2020). Yüksek fırın cürufu ikamesinin çimentolu macun dolgunun dayanım özelliklerine etkisi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11 (2), 701-714.
- Eyyüboğlu, S. (2013). Kolemanit konsantratör atıklarının çimento üretiminde değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karakılçık, G. ve Türkmen, S. (2019). Endüstriyel ham madde atıklarının dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(2), 121-134.
- Kılınçarslan, Ş. ve Kaya Z. R. (2017). Krom atıklarının köpük beton yapımında agrega olarak kullanımının araştırılması. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 31-34.
- Kocaman, R., Ateş, S., Toprak, H., ve Kocaman, B. (2017). Kömür atıklarının farklı değerlendirilmesi. In *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku-Azerbaijan)*.
- Kutlu, S. Z. (2013). Sivas talk atıklarının değerlendirilmesi ve endüstriye hazır hale getirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mirdalı, N. K. ve İşler, F. (2008). Kromit atığının duvar karosu sırlarında renklendirici olarak değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* 17(1), 11-21.
- Sabah, E. ve Çelik, M. Y. (2001). İsehisar (Afyon) mermer artıklarının hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem'2001) Bildiriler Kitabı*, 3-5.
- Söylemez, H., ve Bayraktar, O.Y. (2019). Bor mineralleri ve atıkları ile üretilen betonarme yapılarda yangına dayanıklılığın araştırılması. In *3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies* 4(1), 489-492.
- Şimşek, S. (2019). Mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde kullanım olanakları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tosun, Y. İ. (2015). Şırnak kömür madeni atık marn-şeyl yığınlarının zirai tarım alanı olarak rekültivasyonu ve çevre etki değerlendirmesi. *24th International Mining Congress of Turkey, IMCET 2015*.
- Ural., N. ve Yakşe, G. (2015). Atık mermer parçalarının yol temel malzemesi olarak değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 53-62.
- Yılmaz, T., Erçıkıdı, B. ve Cihangir, F. (2019). İnşaat atıklarının yeraltı madeni üretim boşluklarında dolgu malzemesi olarak kullanımı. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(4), 784-796.

**BİR MERMER İŞLETME TESİSİNE ÜÇ AYRI RİSK ANALİZ
METODUNUN UYGULANMASI**
*APPLICATION OF THREE SEPARATE RISK ANALYSIS METHODS
FOR A MARBLE WORKING FACILITY*

Ğ. Ekinci*

* Maden Yüksek Mühendisi (gurbett.ekinci@gmail.com, gurbett.ekincii@gmail.com)

ÖZET

İş Sağlığı ve İşçi Güvenliği çalışmalarının temel amacı, çalışma ortamlarında bulunan tehlike arz eden durumları; daha önceden önleyerek veya düzeltici aksiyonlar olarak tehlikeyi ortadan kaldırmaktır. İSG faaliyetlerinin olmazsa olmazlarından olan Risk Analiz Değerlendirmeleri bize ortamın tehlike derecesinin bilgisini ve alınması gereken önlemleri göstermektedir.

Bu çalışmanın uygulama alanı olarak Diyarbakır Organize sanayii bölgesinde bulunan bir Mermer İşletme Tesisi seçilmiştir. Ve bu mermer işletme tesisine Karar Matrisi, Finne Kinney Metodu ve HRNS metodları uygulanıp üç ayrı metodun kendi aralarında karşılaştırılması yapılmıştır.

Mermer işletme tesisinde bulunan üretim hattını baz alıp özel çalışma alanına dahil ettiğimizde, ortaya çıkan sonuca göre uygulanabilir metoda karar verilmiştir. Bu hususta öncelik HRNS devamında ise Finne Kinney'in uygulanabilirliği önerilmektedir.

Anahtar Kelime: HRNS, Finne Kinney, Karar Matrisi, Risk Analizi, Mermer İşletme Tesisi

ABSTRACT

The main purpose of Occupational Health and Worker Safety studies is the dangerous situations in the working environment; It is to eliminate the danger by preventing or taking corrective actions beforehand. Risk Analysis Evaluations, which are one of the sine qua non of OHS activities, show us the knowledge of the danger level of the environment and the precautions to be taken.

A Marble Operation Facility located in Diyarbakır Organized Industrial Zone was chosen as the application area of this study And the Decision Matrix, Finne Kinney Method and HRNS methods were applied to this marble processing facility and three different methods were compared among themselves.

When we included the production line in the marble plant as a basis and included it in the special working area, the applicable method was decided according to the result. In this regard, priority is HRNS, followed by Finne Kinney's applicability.

Keywords: HRNS, Finne Kinney, Decision Matrix, Risk Analysis, Marble Operatiom Facility

GİRİŞ

Maden çalışmalarının hızla yoğunluk kazandığı 21.Yüzyıl sanayii sektörünün getirdikleriyle beraber götürdükleri de söz konusudur. Bu giderlerin en başında ise; insan yaşamı yatmaktadır. İnsan yaşamıyla beraber, doğal yaşam alanlarının daralması ve daha az temiz olan hava/ çevreyle kendini devam ettirmektedir. Ve maden alanları gün geçtikçe daha çok ihtiyaç haline gelmektedir. Şüphesiz ki buda gelişen teknoloji üretimi için, üretilen hammadde kaynaklarından dolayı madenlerin daha çok talep edilmesidir. Kısacası Enerji tüketimi artıkça, madene olan gereksinim madene olan gereksinim artıkça da, daha çok madenlerin; çıkarılması, işletilmesi, kazanılması ve satılması sonucunu ortaya çıkarmaktadır. İnsanın yaşamını idame etme döngüsünde birçok ihtiyaç hammadde listeleri bulunmaktadır. Bu listelerin olmazsa olmazlarından biri de özellikle son yüzyıllarda madenlerdir. Ve bu hammadde listeleri; Evlerde kullandığımız her türlü araç gereç, tıpta kullanılan ekipmanlar, teknoloji ve sanayide kullanılan ham maddelerdir.

Ve madencilik artık önlenemeyecek kadar büyük bir ihtiyaç haline gelmiştir. Söz konusu Maden çalışmaları yapılırken asıl önemli olan; İş Sağlığı Ve İşçi Güvenliği ile beraber çevre koşullarının iyileştirilmesidir. İş Sağlığı Ve İşçi Güvenliği çalışmaları ise; 15. Yüzyıldan beridir üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Fakat son dönemlerde hem Dünya standartlarında hem de Türkiye’de hızlı bir gelişmeyi kaydetmiş olup ve gerek teoride gerekse de uygulamada iyi bir ilerleme kaydetmesine rağmen halen ölüm sayısı oranı oldukça fazladır. Bunu Türkiye’ de bu yıl içinde yaşanan ölümlü iş kazaları ispatlamaktadır. ‘2021 yılının ilk on ayında ise en az 1847 işçi hayatını kaybettiği İSİG Meclisi tarafından kaydedilmiştir’(*). Bunu maden işletmelerine indirgediğimizde ise; kaza başı ölüm oranının en çok maden işletmelerinde yaşandığını vermektedir. Bundan yola çıkarak madenlerde gerekli önlemlerin acilen en iyi seviyede alınması gerekmektedir.

İş Güvenliğinin; hem Dünya’da hem de Türkiye’de ilk yasaları madencilğin çalışma alanlarından geçmektedir. Gerek ilk yıllarda madencilğin yapıldığı ilkel yöntemlerle gerekse de son dönem modern teknoloji sistemleriyle çalışarak madenlerin çıkarılması, İşletilmesi çok ciddi teknik çalışmalara ihtiyaç duymaktadır. Bununla beraber bir yandan mühendislerden sistem üzerinden (Enerji ihtiyacından doğan) talep edilen üretime geçmesi ve diğer yandan İş Güvenliğinin ihmal edilmesinin gereksiniminin sonucunda; işçiler arada sıkışmaktadırlar. Aslında üretimde, iş güvenliği için alınan önlemlerde birbiriyle bağlantılı kilit sistemlerdir. Şöyle ki, önlem alınmazsa kaza olur. Kaza olursa, üretim çalışması aksamaya girer. Bu bütün majör veya minör kazalar için bir geçerlidir arasındaki fark ise, etki düzeyinin farklı olmasıdır.

Türkiye’de İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliğinin Yasal Süreci

İş Sağlığı ve İşçi Güvenliği Çalışmaları Türkiye’de 30.06.2012 tarihinde resmi gazetede yayımlanan; 6331 Sayılı İş Sağlığı ve İşçi Güvenliği Kanunu’nun yayınlanmasının akabinde çalışma alanlarında özellikle sanayi iş kollarında, iş sağlığı ve işçi güvenli çalışmalarına başlanıldı. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nun Madde- 2 ye göre; ‘kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dâhil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır’. İbaresinde bu çalışmaların nerelere uygulanacağı açıkça belirtilmiştir. Ve aynı kanunun Madde 4’üne göre işveren, ‘Risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmak zorundadır.’ İbaresini geçmektedir. Bu da bir iş yerinde olmazsa olmazlardan biri olan Risk Analizi Değerlendirmesinin; asıl sorumlusu işveren veya işveren vekilinin olduğudur. Ve aynı kanunun madde-10’nunda, risk analizi yapılırken uyulması gereken durumlar belirtilmiştir. Yapacağım bu risk analiz değerlendirme çalışması Bir Mermer İşletme Tesisine uygulanmıştır.

21.09.2017 Tarihinde yayımlanan 30187 Sayılı Maden Yönetmeliği'ne göre Mermer işletme tesisleri; Madde-4 ün mm bendindeki deki madencilik faaliyetleri ve III bendindeki tesis açıklamalarının kapsamına girmektedirler.

Çalışmanın Uygulandığı Mermer İşleme Tesis

Diyarbakır Elazığ karayolunun Diyarbakır şehirlerarası otoyoluna yaklaşık olarak 25 km uzaklıkta bulunan Organize Sanayii Bölgesinin içindeki Bir Mermer İşletme Tesisine uygulanmıştır. Firma bilgilerini paylaşmak istemediğinden dolayı çalışmada A firması olarak geçecektir.

A firmasına ait Mermer İşletme tesisine gidilip üç ayrı metot olan; 'Karar Matrisi, Finne Kinney Metodu ve Hazard Rating Number System (HRNS Metodu)' Metodlarının risk analiz metod değerlendirmesi uygulanmıştır. İş sağlığı ve işçi güvenliği açısından, tehlike kaynaklarını önlemede üç ayrı risk analiz metodu karşılaştırılıp açıklamalarıyla birlikte, kullanımının kolaylığı açısından uygun olan risk analizi metoduna karar verilmiştir.

Genel bir Mermer işletme tesisinin akım şeması aşağıdaki gibi olup, tesis genelinde; İdari Bina, üretim hattı (Mermer işletme makinaları), Güvenlik, Mobil Vinç Alanları, Bahçe, Blok saha alanı, mamul stok alanı ve otopark bulunmaktadır.

5x5 L Matris Yöntemi

Risk skorlarının hesaplanmasında çoğunlukla iki parametrenin etkin olduğu görüşü hakim olduğu için bu iki parametrenin çarpılarak risk skorunu oluşturduğu risk değeri matrisleri kullanışlı araçlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Değerlendirmelerde sözel ya da sayısal ifadeler kullanılabilir. Matrisin formatı ve kullanılan tanımlamalar, matrisin kullanıldığı bağlama dayalıdır ve koşullara uygun bir tasarımın kullanılması önem teşkil etmektedir.

Bu tekniği kullanarak risk analizi yapacak uzmanın deneyimi, iş konusundaki tecrübesi de analizin başarı yüzdesini değiştirebilmektedir. Ülkemizde fazlaca kullanılan bir analiz metodu olarak sıkça karşımıza çıkmaktadır (Özkılıç 2014).

Bu yöntem uygulanırken öncelikle tehlikeler tanımlanmalıdır. Bu amaç için şu aşamalar yararlı olacaktır (Koltan ve ark. 2010);

- Önce işyeri adım adım detaylı bir şekilde gezilip tüm tehlikeler incelenir, bunun için iş akışını iyi bilmek gerekir.
- Bütün tehlikeler tehlike kaynakları büyük-küçük, önemli-önemsiz ayırt edilmeden belirlenerek bir tehlike listesi oluşturulur.
- İşyerine ait ramak kala, kaza vb. tüm kayıtlar incelenip gerekirse çalışanlarla sözlü bir araştırma yapılır.
- Makine talimatları, kullanım kılavuzları ve malzeme güvenlik bilgi formları gibi tehlikelerin tespiti için kullanılacak belgeler gözden geçirilir.
- Tehlikeler tanımlandıktan sonra risklerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Risklerin değerlendirilmesinde (Koltan ve ark. 2010);
- Olayın gerçekleşme ihtimali saptanarak skoru belirlenir. Olasılık belirlenirken dikey çok düşük-ten çok yükseğe farklı derecelendirme kullanılır.

- Olayın gerçekleşmesi sonucundaki şiddeti saptanarak skoru belirlenir. Şiddet belirlenirken çok hafiften çok ciddiye 5 farklı seviyede derecelendirme yapılır ve risk skoru aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır;

Risk Skoru= Tehlikenin Gerçekleşme Olasılığı x Gerçekleşmesi Durumunda Ortaya Çıkacak Şiddet

Olasılık ve şiddet değerlerine 1-5 arasında değer verebilmek için olasılık ve şiddet tabloları aşağıda Çizelge 1. ve Çizelge 2.'de verildiği gibi hazırlanır. Kullanılacak işyerinin ve yapılan işin kendi özelliklerine uygun olarak şiddet tablosu yeniden düzenlenmelidir.

Çizelge 1. L matrisi olasılık skoru tablosu

Puanı	Olasılık	Açıklama
1	Çok küçük	Hemen hemen hiç, 5 yılda bir
2	Küçük	Çok seyrek, yılda bir, anormal durumlarda
3	Orta	Az, yılda sadece birkaç kez
4	Yüksek	Ayda bir kez
5	Çok yüksek	Normal şartlarda hemen her an olabilir

Çizelge 2. L matrisi şiddet skoru tablosu

Puanı	Olasılık	Açıklama
1	Çok küçük	İş kaybı yok, işyerinde küçük müdahale
2	Küçük	1-2 gün iş günü kaybı, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi
3	Orta	Uzun iş kaybı, hafif yaralanma, yatarak tedavi/yaralanma
4	Yüksek	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
5	Çok yüksek	Ölüm ve/veya sürekli iş göremezlik

Tablolardaki olasılık ve şiddet değerlerinin bileşke değerleri bir tabloda gösterilerek aldıkları değerlere göre farklı renklere boyanır, farklı renkler farklı değerlendirme aşamalarını göstermektedir.

Bir kişi tarafından uygulanabildiği için ülkemizde en yaygın risk değerlendirme yöntemi olsa da, L tipi matris yönteminin eleştirilecek bazı aksaklıkları vardır. Bunlardan en önemlisi şiddetin en yüksek (5) olduğu bir durumun olasılığının 1 olması durumunda sonucu önemsiz görmesidir. Şiddetin 5 değerinin ilgili tabloda ölüm vb. şeklinde tanımlanması durumunda ölümle sonuçlanabilecek bir tehlikenin önemsiz görülmesini açıklamak güçtür. Bu nedenle L tipi matris uygulanırken şiddet ve olasılık tablolarındaki tanımlamaları çok iyi ayarlamak gerekmektedir. Ayrıntılı eleştiri için Özkılıç (2014) incelenebilir.

Çizelge 3. L matrisi risk değerlendirme tablosu

	ŞİDDET				
OLASILIK	1	2	3	4	5
	2	4	6	8	10
	3	6	9	12	15
	4	8	12	16	20
	5	10	15	20	25

Faaliyet Alanı	TEHLİKE	RİSK	ETKİLENERLER	OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ	ÖNLEM YÖNTEMİ	ÖNLEM	TERMİN SÜRESİ	SORUMLU	YENİ OLASILIK	YENİ ŞİDDET	YENİ RİSK DEĞERİ
Genel İşletim	Tavan vinçlerinin çalışma alanında personellerin bulunması	İş Kazası, Bir Veya Çoklu Ölümler	Bölgede bulunanlar	4	5	20	Ortamda ve Bireysel Önlem	1. Vinçlerin çalışmaları esnasında çalışma alanı içerisinde, hareket halindeki yükün altında insan bulunmamasına dikkat edilmelidir. 2. Operatörler vinçlerin çalışma alanı içerisinde personel/insan bulunmasına izin vermemelidirler. 3. Sesli ve ışıklı uyarı sisteminin çalışması halinde alanda insan bulunmamalıdır. 4. Personellere gerekli eğitimler verilip kayıt altına alınmalıdır	Hemen	Risk Değ. Ekibi	3	5	15
Mamul Stok Sahası / Forklift	Blok sahada istifleme bloklarının tehlikeli ve düzensiz istiflenmesi	İş Kazası, Ölümler	Bölgede bulunanlar	4	5	20	Ortamda ve Bireysel Önlem	Blokların ağırlık merkezleri dikkate alınarak tehlike yaratmayacak şekilde ve üç blokdan fazla blok üst üste istiflenmesinden kaçınılmalıdır	Hemen	Risk Değ. Ekibi	2	5	10
Üretim Hattı	Elektrik panolarının bakımlarının yapılmaması ve uygun kullanılmaması	Elektrik Çarpması, Ölümler	Bölgede bulunanlar	4	5	20	Kaynakta, Ortamda ve Bireysel Önlem	1. Panoların periyodik bakımları yapılmalıdır. 2. Pano kapağının kapalı tutulmalı ve anahtar yetkili kişilerde olmalı. 3. Yalıtkan paspas bulundurulmalıdır. 4. Elektrik panolarının kullanımıyla ilgili eğitim verilip kayıt altına alınmalı ve uyarı tabelaları asılmalı	Hemen	Risk Değ. Ekibi	2	3	6

Şekil 1: Karar Matrisi Risk Analizi Uygulaması

Fine-Kinney Risk Değerlendirme Yöntemi

Fine-Kinney yöntemi ile risk analizi özellikle Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktadır ve İSG yasasının çıkmasından sonra, 2012 yılı sonrasında Türkiye'de de giderek yaygınlaşmaktadır (Birgören 2017). Bu yöntem ile Tehlikenin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşturacağı zarar ya da hasarın şiddeti değerlendirilir olası risklerin sonuçları derecelendirilir. Yöntem, işyeri istatistiklerinin kullanımına imkân sağlar bu sebeple gerçekçi sonuçlar vermektedir. Risk değeri yüksekliğine göre alınacak önlemlerin öncelik düzeyi belirlenir ve risk düzeyine göre önem sıralaması yapılır (Özkılıç 2014). Fine-Kinney risk değerlendirme yönteminde risk skoru;

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \times \text{Sıklık}$$

Eşitliği ile hesaplanır. Bu yöntemde eşitlikteki tüm parametreler için tablolar ve değerler hazır olarak verilir, L matrisinde olduğu gibi kullanıcının inisiyatifine bırakılmaz. Fine-Kinney yöntemi olasılık değerleri tablosu Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Fine-Kinney yöntemi olasılık değerleri tablosu (Özkılıç 2014)

Olasılık değeri	Açıklama
0,2	Pratik olarak imkânsız
0,5	Zayıf ihtimal
1	Oldukça düşük ihtimal
3	Nadir fakat olabilir
6	Kuvvetle muhtemel
10	Çok kuvvetli ihtimal

Aynı şekilde Fine-Kinney yöntemi sıklık değerleri tablosu Çizelge 4’de ve Fine-Kinney yöntemi şiddet değerleri tablosu Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Fine-Kinney yöntemi sıklık değerleri tablosu (Özkılıç 2014)

Sıklık değeri	Açıklama	Gerçekleşme
0,5	Çok	Yılda bir ya da daha az
1	Oldukça	Yılda bir ya da birkaç kez
2	Nadir	Ayda bir ya da birkaç kez
3	Ara	Haftada bir ya da birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir ya da birkaç kez
10	Sürekli	Sürekli ya da saatte birden fazla

Çizelge 6. Fine-Kinney yöntemi şiddet değerleri tablosu (Özkılıç 2014)

Şiddet değeri	Açıklama	Gerçekleşme
1	Dikkate Alınmalı	Ucuz atlatma, çevresel zarar bulunmamaktadır
3	Önemli	Küçük hasar, yaralanma, dâhili ilk yardım, arazi sınırları içerisinde çevresel zarar
7	Ciddi	Önemli hasar, yaralanma, dış ilk yardım, arazi sınırları dışında çevresel zarar
15	Çok Ciddi	Kalıcı hasar, yaralanma, iş kaybı, çevresel engel oluşturma
40	Çok	Kötü Ölümlü kaza ciddi çevresel problem
100	Felaket	Birden fazla ölümlü kaza, çevre felaketi

Olasılık, şiddet ve sıklık değerleri çarpıldıktan sonra elde edilen skor risk değeridir ve risk derecelendirilmesinde kullanılır. Çizelge 6’da olasılık, şiddet ve sıklık değeri çarpıldıktan sonra bulunan risk değerinin derecelendirilmesi verilmiştir.

Çizelge 7. Fine-Kinney yöntemi risk derecelendirme tablosu

SIRA	RİSK	DEĞERİ
1	R<20	Kabul edilebilir
2	20<R<70	Kesin
3	70<R<200	Önemli
4	200<R	Yüksek
5	R>400	Çok yüksek

Fine-Kinney yönteminde risk değerinin 20den küçük çıkması durumunda kabul edilebilir seviyede oldukları değerlendirilmesi yapılır ve bu riskler için mevcut koruma önlemlerine devam edilir, fazladan bir kontrol ya da önleme ihtiyacı yoktur. Risk değerinin 20 ile 70 arasında olması durumunda ise yasal bir zorunluluk yoksa önlem alınmasına gerek yoktur, bu aralık yapılan uygulamalarda risklerin en çok çıktığı aralıktır. Mevcut koruma önlemlerinin devam ettirilmesi sağlanmalıdır. Ancak, riskin ortaya çıkma potansiyeli göz önüne alınarak çalışma ortamı sürekli gözlem altında tutulmalıdır. Risk skorunun 70'in üzerinde çıkması durumunda ise mutlaka düzeltici/önleyici faaliyet planlanmalıdır. Puan derecesine göre riskler önemli risk, yüksek risk ve çok yüksek risk olarak üç kategoriye ayrılmıştır. Risk düzeyinin çok yüksek çıkması halinde üst yönetimin bilgilendirilmesi, gerekiyorsa işin tehlike giderilinceye kadar durdurulması ve ivedilikle önlem alınması gerekmektedir. Risk düzeyinin yüksek risk çıkması durumunda iyileştirmelerin kısa vadede tamamlanması gerekmektedir. Risk düzeyinin önemli risk çıkması durumunda ise uzun vadede iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir (Birgören 2017).

Fine-Kinney yöntemi ile ilgili literatürdeki bir eleştiri risk skoru sınırlarının uçlarının belirsiz olmasıdır, örneğin değer tam 70 olması durumunda hangi bölgeye düşmektedir. Bir alt sınır değer in üst sınırı ile bir üst sınır değer in alt sınırı aynı kalmıştır. Bazı pahalı tedbirler bu sınırların düştüğü bölgelere göre yapılmaktadır bu nedenle kesinlik önemlidir (Dündar 2016).

Faaliyet Alanı	TEHLİKE	RİSK	ETKİLENERLER	Olasılık & İhtimal	Siddet & Etki	Frekans & Maruziyet Sıklığı	RİSK DEĞERİ	ÖNLEM YÖNTEMİ	ÖNLEM	TERMİN SÜRESİ	SORUMLU	YENİ-OLASILIK	YENİ-SİDDET	YENİ-FREKANS	YENİ RİSK DEĞERİ
Genel İşletme	Tavan vinçlerinin çalışma alanında personellerin bulunması	İş Kazası, Bir Veya Çoklu Ölümler	Bölgede bulunanlar	6	100	6	3600	Ortamda ve Bireysel Önlem	1. Vinçlerin çalışmaları esnasında çalışma alanı içerisinde, hareket halindeki yükün altında insan bulunmamasına dikkat edilmelidir. 2. Operatörler vinçlerin çalışma alanı içerisinde personel/insan bulunmasına izin vermemelidirler. 3. Sesli ve ışıklı uyarı sisteminin çalışması halinde alanda insan bulunmamalıdır.	Hemen	Risk Değ. Ekibi	3	100	6	1800
Mamul Stok Sahası / Forklift	Blok sahada istifleme bloklarının tehlikeli ve düzensiz istiflenmesi	İş Kazası, Ölümler	Bölgede bulunanlar	6	40	10	2400	Ortamda ve Bireysel Önlem	Blokların ağırlık merkezleri dikkate alınarak tehlike yaratmayacak şekilde ve üç bloktan fazla istifleme yapılmaması.	Hemen	Risk Değ. Ekibi	3	40	10	1200
Üretim Hattı	Elektrik panolarının bakımının yapılmaması ve uygun kullanılmaması	Elektrik Çarpması, Ölümler	Bölgede bulunanlar	6	40	6	1440	Kaynakta Ortamda ve Bireysel Önlem	1. Panoların periyodik bakımları yapılmalıdır. 2. Pano kapağının kapalı tutulmalı ve anahtar yetkili kişilerde olmalı. 3. Yalıtılan paspas bulundurulmalıdır. 4. Elektrik panolarının kullanımıyla ilgili eğitim verilip kayıt altına alınmalı ve uyarı tabelaları asılmalı.	Hemen	Risk Değ. Ekibi	1	15	6	90

Şekil 2. Finne Kinney Risk Analiz Metodunun Uygulanması

Tehlike Derecelendirme Sistemi (HRNS, Hazard Rating Number System)

İş kazalarına karşı tehlikelerin tespit edilip gerçekleşmesi olası risklerin ortaya konulması için risklerin derecelendirilmesi gerektiğinden söz edilmişti, L matris yöntem risk skorunu hesaplarken şiddet ve olasılık değerlerini içeren ikili bir sistemi kullanırken, Fine-Kinney yönteminin bir parametre daha ekleyerek risk skoru hesaplarken olasılık, şiddet ve sıklık değerlerini kullanmaktadır.

HRNS yöntemi ise ilk kez Haziran 1990'da, Chris Steel tarafından Sağlık Güvenlik Uygulayıcısı Dergisinde yayınlanan ve bir tehlikeye maruz kalma olasılığını ve riskini, risk altındaki kişilerin sayısını ve maksimum olası zararı ölçerek, tehlike derecelendirme numaralarını (HRNS) ortaya koyduğu makalesi ile ifade edildi (Uçar 2019). Önerilen HRNS yönteminde L matrisi ve Fine-Kinney yöntemlerinden bir adım daha ileri gidilerek etkilenecek kişi sayısı da bir parametre olarak eklenerek risk skoru hesaplanmaktadır;

$$\text{Risk skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Bulunma Sıklığı} \times \text{Kişi sayısı} \times \text{Şiddet}$$

Yöntemde her bir parametre için tablolar hazırlanmış ve değerler verilmiştir. Kullanıcı sözel açıklamaları takip ederek bu tabloları kullanarak uygun sayısal değeri seçerek risk skorunu hesaplamaktadır Çizelge 7.

$$\text{Risk} = \text{Şans} \times \text{Frekans} \times \text{Şiddet}$$

Çizelge 7. HRNS parametrelerin çarpım skalası

O. Değer	Şans olasılık	F. Degeri	Frekans Maruziyet	Ş. Değeri	Şiddet
10	Beklenir, Kesin	10	Hemen Hemen Sürekli (Bir Saatte Birkaç Defa)	100	Birden Fazla Ölümlü Kaza
6	Yüksek Oldukça Mükün	6	Sık (Günde Bir Veya Birkaç Defa)	40	Öldürücü Kaza/ Ciddi
3	Olası	3	Ara Sıra (Haftada Bir Veya Birkaç Defa)	15	Kalıcı Hasar, Yaralanma, İş Kaybı
1	Mümkün Fakat Düşük	2	Sık Değil (Ayda Bir Veya Bir Kaç Defa)	7	Önemli Hasar, Yaralanma, İlk Yardım
0,5	Beklenmez Fakat Mümkün	1	Seyrek (Yılda Bir Kaç Defa)	3	Küçük Hasar, Yaralanma, İlk Yardım
0,2	Beklenmez	0,5	Çok Seyrek (Yılda Bir Veya Daha Seyrek)	1	Ucuz Atlatma, Çevresel Zarar Yok

HRNS yönteminin uygulanması sonucunda ortaya çıkan risk değerinin yorumlanması için verilen değerlendirme Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. HRNS yöntemi risk değerlendirme tablosu

Skor	Açıklama	Düzeltilici Önleyici Faaliyetler
0-1	İhmal Edilebilir Risk	Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atacak risk yok, ilave tedbirlere ihtiyaç yok.
2-5	Çok Düşük Risk	Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atan çok az risk var. İlave olarak kayda değer bir emniyet tedbirine gerek olmayabilir, KKD ve eğitimler ile risk azaltılabilir.
6-15	Düşük Risk	Az da olsa risk vardır. Emniyet tedbirleri için gerekli kontrol elemanlarının kullanılması önerilmelidir.
16-50	Dikkate Değer Risk	Emniyet tedbirlerinin uygulanmasını gerektirecek seviyede risk vardır. İlk fırsatta bu tedbirler uygulanmalıdır.
51-100	Yüksek Risk	Acil olarak emniyet tedbirlerinin alınması gereken kadar potansiyel tehlike vardır. Bu tedbirler acil olarak uygulanmalıdır.
101-500	Çok Yüksek Risk	Çok acil olarak emniyet tedbirleri alınmalıdır ve ilgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir.

Faaliyet Alanı	TEHLİKE	RİSK	ETKİLEMLER	OLASILIK	YERİNE GELİMİ	KİŞİ SAYISI	İŞ SAĞIRI	ŞİDDET	RİSK DEĞERİ	ÖNLEM YÖNTEMİ	ÖNLEM	TERMİN SÜRESİ	SORUMLU	YENİ OLASILIK	YENİ RİSK DEĞERİ	YENİ KİŞİ SAYISI	YENİ İŞ SAĞIRI	YENİ ŞİDDET	YENİ RİSK DEĞERİ
Genel İşletme	Tavan vinçlerinin çalışma alanında personellerin bulunması	İş Kazası, Bir Veya Çoklu Ölüm	Bölgede bulunanlar	8	5	5	2	15	1200	Ortama ve Bireysel Önlem	1. Vinçlerin çalışmaları esnasında çalışma alanı içerisinde, hareket halindeki yükün altında insan bulunmamasına dikkat edilmelidir. 2. Operatörler vinçlerin çalışma alanı içerisinde personel/insan bulunmasına izin vermemelidirler. 3. Sesli ve ışıklı uyarı sisteminin çalışması halinde alanda insan bulunmamalıdır.	Hemen	Risk Değ. Ekibi	3	4	5	2	15	360
Mamul Stok Sahası / Forklift	Blok sahada istifleme bloklarının tehlikeli ve dzensiz istiflenmesi	İş Kazası, Ölüm	Bölgede bulunanlar	8	5	3	2	15	1200	Ortama ve Bireysel Önlem	Blokların ağırlık merkezleri dikkate alınarak tehlike yaratmayacak şekilde ve üç bloktan fazla istifleme yapılmaması,	Hemen	Risk Değ. Ekibi	1	5	3	2	15	150
Üretim Hatı	Elektrik panolarının bakımlarının yapılmaması ve uygun kullanılmaması	Elektrik Çarpması, Ölüm	Bölgede bulunanlar	5	5	18	8	8	1600	Kaynakta, Ortama ve Bireysel Önlem	1. Panoların periyodik bakımları yapılmalıdır. 2. Pano kapağının kapalı tutulmalı ve anahtar yetkili kişilerde olmalı 3. Yalıtkan paspas bulundurulmalıdır 4. Elektrik panolarının kullanımıyla ilgili eğitim verilir kayıt altına alınmalı ve uyarı tabelaları asılmalı	Hemen	Risk Değ. Ekibi	1	5	18	8	4	160

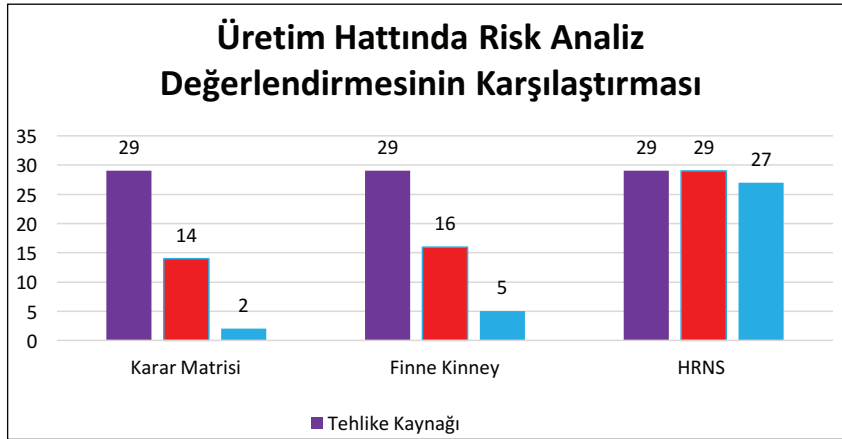
Şekil 3. HRNS Risk Analiz Metodunun Uygulanması

Üç Ayrı Risk Analiz Metodunun Karşılaştırılması

Birçok risk analist çisi önlem aldıktan sonra ya şiddeti tamamen düşürüyor ya da hiçbir şekilde şiddeti düşürmeyip diğer parametreleri düşürüyor. Oysaki şiddet alınan önlem yöntemine göre değişkenlik göstermektedir. Hangi yöntemde risk analizi yapılırsa yapılsın Şiddetin düşmesi önlemin yöntemine bağlıdır. Diyelim ki ses düzeyi yasal sınırlarının üstünde olan bir makinanın riski; iş kazası, meslek hastalığı ve sağırlığa kadar gitmektedir. Önlem olarak daha az gürültü çıkaran bir

makina kullanırsak o tehlike kaynağı yok olduğundan dolayı şiddeti düşürebiliriz bu önlem yöntemi kaynakta önlemdir aynı zamanda. Eğer ki, ses düzeyi yüksek olan çalışan makine ile çalışan personel arasında ses engelleyici düzenekler kurulduğunda o ses kaynağı engellenmiş oluyor ama tamamen ortadan kaldırılmıyor ve bundan dolayı burada şiddetin düşmesi söz konusu değildir. Çalışan personele KKD verildiğinde, kullanımı sağlansa bile aynı şekilde tehlike kaynağı yok edilmiyor geçici olarak bertaraf ediliyor. Bundan dolayı burada da şiddeti düşürmemiz gibi bir durum söz konusu değildir.

Üretim hattında bulunan 29 tehlike kaynağından, Karar matrisi için; 14 Finne Kinney için; 16 HRNS; için 29 tehlikeli durumun olduğu tespit edilmiştir. Bu tehlikeler için önlem alındığında Karar matrisi; 2 Finne Kinney; 5 HRNS; 27 tehlikeli duruma düşmektedir. HRNS metodunun fazla tehlikeli durum ortaya çıkarmasının sebebi 4 parametre üzerinden en önemli olan kişi etkisi sayısının önlemlerde düşürülmediğidir. Aynı zamanda tehlikeli bölgede bulunma sıklığına bakacak olursak, Finne Kinney metodu için günde bir veya birkaç defa tehlikeli bölgede bulunmadan dolayı 6 seçilmiştir. HRNS için ise; tüm vardiya da sürekli ye karşılık gelen 5 seçilmiştir. Bu hususta Finne Kinney ile HRNS'yi karşılaştırdığımızda HRNS deki 5, Finne Kinney deki 6 dan daha düşük bir sayı olmasına rağmen HRNS'de kişi sayısı etkisinden dolayı risk sonucu daha yüksek çıkmıştır. Kişi sayısı bir vardiyada 16-50 Aralığına tekabül eden çalışan sayısının 18 kişisine denk gelen etkisidir. Olasılık ve şiddet her üç metod için ortalama aynı anlamdaki değerleri seçilmiştir. Önlem öncesi ve önlem sonrasında elde edilen değerler grafiği Şekil 4 'te gösterilmektedir. HRNS de kişi sayısını ve maruziyet sürelerini alınan önlemlere göre düşürerekten daha az risk elde edilebilir.



Şekil 4. Üretim Hattında Risk Analiz Değerlendirmesinin Karşılaştırması

SONUÇLAR

Yukarıda anlatılan üç ayrı risk analiz metodu; Diyarbakır Organize sanayii bölgesinde bulunan bir Mermer işletme tesisinin uygulanmıştır. Bu analizlerin uygulanmasının sonucunda önerebilir olan risk analiz metodlarından uygun analiz Finne Kinney ve HRNS metodunun uygun olduğunun tespiti yapılmıştır. Bu üç metodu karşılıklı kıyaslaması aşağıdaki gibidir.

Karar Matrisi Metodu

- ✓ 2 değişken parametresi üzerinden alışıyor.
- ✓ Tek başına yapılabilir.
- ✓ Uygulanması kolaydır.
- ✓ Nicel verilere dayanır.
- ✓ Kullanılması ve uygulanması kolaydır.
- ✓ Kabul edilebilir risk seviyesi belirlidir.
- ✓ çoklu ölümle tekli ölüm aynı risk seviyesindedir.

Finne Kinney Metodu

- ✓ 3 değişken parametresi üzerinden alışıyor.
- ✓ Risk analiz ekibiyle yapılmalı.
- ✓ Farklı olarak Frekans önemlidir.
- ✓ Nicel verilere dayanır.
- ✓ Kullanılması ve uygulanması orta zorluktadır.
- ✓ Kabul edilebilir risk seviyesi belirlidir.
- ✓ çoklu ölümle tekli ölüm farklı risk seviyesindedir.

HRNS Metodu

- ✓ 4 değişken parametresi üzerinden alışıyor.
- ✓ Risk analiz ekibiyle yapılmalı.
- ✓ Farklı olarak tehlikeli alandaki kişi sayısı ve bulunma sıklığı önemlidir.
- ✓ Nicel verilere dayanır.
- ✓ Kullanılması ve uygulanması orta zorluktadır.
- ✓ Kabul edilebilir risk seviyesi belirlidir.
- ✓ çoklu ölümle tekli ölüm farklı risk seviyesindedir.

KAYNAKLAR

- Özkılıç, Ö. 2014. Risk Değerlendirmesi Atex Direktifleri-Patlayıcı Ortam Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması-Kantitatif Risk Değerlendirme-Seveso II direktifleri, TİSK Yayınevi, Yenişehir Kitapevi. Sayfa: 422. Ankara.
- Koltan, A., Orhon, H. Y., Yılmaz, S., Altay, M., Yılmaz, S., ay, İ., 2010. Risk Deęerlendirmede Kullanılan L Tipi Karar Matrisi Yönteminin İşçi Sağlığına Uygunluğunun Değerlendirilmesi. Erişim: [<https://www.ttb.org.tr/dergi/index.php/msg/article/viewFile/133/192>]. Erişim tarihi: 24.11.2022.
- Birgören, B. 2017. Fine-Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve özüm Önerileri. Kırklareli Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 9 (1): 20-25.
- Dünder, A. C. 2016. Enerji Üretim Tesislerinde Tehlike Ve Risk Analizinde Yeni İnteraktif Bir Yöntem ve Uygulaması. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 269.

Uçar, A. T. 2019. Endüstriyel Tesislerde Yangın Güvenliği ve Bir Fişli Kablo Üretim Tesisinin Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 219.

*<https://www.isigmeclisi.org/20698-akp-li-yillarda-en-az-28-bin-380-isci-hayatini-kaybetti>

DEĞERLENDİRME: 2020 YILI TÜRKİYE DOĞAL TAŞ SEKTÖRÜ EVALUATION: 2020 TURKEY NATURAL STONE INDUSTRY

G. Ekincioglu^{1*}, D. Akbay²

¹ *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kaman Meslek Yüksekokulu,
Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü*

(*Sorumlu yazar: gekincioglu@ahievran.edu.tr)

² *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu,
Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü*

ÖZET

Türkiye’de gelişen ve yenilenen ekonomik ortamda son yıllardaki göstergeler incelendiğinde doğal taş sektörünün yakaladığı ivmenin ve toplam maden ihracatındaki payının istikrarlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu yakalanan olumlu tablonun devamı için sektörün gelecek projeksiyonu iyi belirlenerek gerek siyasi gerekse yaşanan Covid-19 pandemisi gibi her türlü senaryoya hazırlıklı olunmalıdır. Bu nedenle öncelikle sektörün geçmişi ve gelişimi ortaya konmalı, 2020 yılı içerisinde yaşanan salgının sektör üzerindeki etkileri incelenmeli, alınması gereken önlemler ve yapılması gereken yenilikler belirlenmelidir. Küresel dünya ekonomisinde bu tür salgınların yinelenmesi halinde olabilecek krizlerin sağlıklı yönetimi, mevcut duruma uyum sağlama ve dünyadaki doğal taş ihtiyacına sürdürebilir bir şekilde cevap verebilen bir sistem oluşturulmalıdır. Bu çalışma kapsamında doğal taşın ülkemizdeki durumu kısaca analiz edilerek gerek sağlık gerekse ticari anlamda küresel ölçekte tüm dünyayı olumsuz etkileyen Covid-19 pandemisinin Türkiye doğal taş sektörüne etkileri incelenmiş olup ilerleyen yıllar için bazı değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Doğal taş, İhracat, Pandemi, Covid-19.

ABSTRACT

When developing and innovating in the economic environment in Turkey examined indicators in recent years, it is observed that the acceleration caught by the natural stone industry and its share in total mineral exports have increased steadily. For the continuation of this positive picture, the future projection of the sector should be determined well and prepared for all kinds of scenarios such as the political and the Covid 19 pandemics experienced. For this reason, firstly, the history and development of the sector should be revealed, the effects of the epidemic on the sector should be examined, the measures to be taken and the innovations to be made should be determined. In the global world economy, a system should be established that can adapt to the current situation and sustainably respond to the need for natural stones in the world, for the healthy management of crises that may occur if such epidemics recur. In this study, the situation of natural stone in our country was briefly analyzed. It needs all over the world on a global scale as well as in the commercial sense adversely affect the health effects of Covidien-19 the natural stone sector in Turkey were examined pandemic. Some evaluations and suggestions have been made for the coming years.

Keywords: Natural stone, Export, Pandemic, Covid-19.

GİRİŞ

Küreselleşmeden dolayı dünyada meydana gelen değişimlerin etkisi çok hızlı olmaktadır. Dünyada küreselleşme sonucunda ulusal düzeyde meydana gelen politik gelişmelerin, ekonomik krizlerin, savaşların, salgın hastalıkların sonuçları ülke sınırlarını aşarak, sınır komşusu olmayan ülkelere ulaşmaktadır. Ekonomik olarak birbirine muhtaç, ekonomik iş birliği içindeki ülkeler veya dışarıya bağımlı ülkeler kırılgan ekonomileri yüzünden bu tür olaylardan olumsuz olarak etkilenmektedirler. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler küresel ölçekte yaşanan gelişmelerden etkilendikleri için ekonomik anlamda güçlü olmalıdırlar. Küresel dünyada güce giden yol da ekonomik büyümeden geçmektedir. Ekonomik olarak büyümeyi bir amaç olarak kabul eden gelişmekte olan ülkeler sahip oldukları doğal kaynaklarını kullanarak hem zenginleşirler hem de gelişirler (Başol vd. 2005).

Dünya doğal taş oluşumlarının zengin bir şekilde bulunduğu Alp kuşağında yer alan Türkiye’de sahip olduğu doğal taş zenginliğini kullanarak hem blok üretimi hem de doğal taş işleme tesisleri ile dünyanın en önemli doğal taş üreticileri arasında yer almaktadır. Doğal taş endüstrisindeki geniş hammadde olanakları, modern üretim yöntemleri kullanarak blok ve işlenmiş plaka üretimleri ile küresel pazarlarda rekabet gücünü arttırmakta olup ülke ekonomisine her yıl yaklaşık 2 milyar dolar gibi önemli katkı sağlamaktadır.

2019 yılı itibarıyla Türkiye’nin toplam ihracatında madencilik payı %2,60 (4,3 milyar \$) olarak gerçekleşmiş olup toplam maden ihracatı içinde doğal taş ihracatının payı ise %43,74 (1,86 milyar \$) olarak meydana gelmiştir (TİM 2020). Türkiye’de gelişen ve yenilenen ekonomik ortamda son yıllardaki veriler incelendiğinde doğal taş sektörünün yakaladığı ivme ortadadır. İşte bu nedenle yakalanan ivme ve istikrarı sürdürebilmek için her türlü senaryoya hazırlıklı olunmalı ve sektörün beklediğinin altı çizilmelidir.

Bu çalışma kapsamında da sektörün son yıllardaki gelişimi ile 2020 yılı içerisinde küresel ölçekte tüm dünyayı etkileyen Covid-19 pandemisinin Türkiye doğal taş sektörüne etkisi incelenmiş olup Türkiye doğal taş sektörünü daha güçlü hale getirebilecek bazı değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.

2019 YILI TÜRKİYE DOĞAL TAŞ İHRACATI

Doğal taşların kolay işlenebilir olmaları, çevre şartlarına dayanıklı olmaları ve estetik görünimleri tarih boyunca kullanılmalarında etkili olmuştur. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte işlenemeyen sert kayaçların işlenebilmesi, kayaçların plaka verme kabiliyetlerinin artması vb. gelişmelerle ve de en önemlisi artan insan popülasyonu ve buna paralel olarak inşaat sektörünün gelişmesi ve ihtiyaçlarının artması, doğal taş sektörünü hızlı bir şekilde tüm dünyada ve ülkemizde madencilik lokomotif haline getirmiştir (Adıgüzel ve Şengüler 2019).

Sektörde yaklaşık 2500 adet ruhsatlı doğal taş ocağı olup, bunların 1500 adedi aktif olarak çalışmaktadır. KOBİ niteliğinde olmak üzere 200 kadar büyük tesis ile yaklaşık 9000 adet orta ve küçük ölçekli işletme ve atölye sektörde faaliyet göstermektedir. Sektörde yaklaşık 180000 işçi ile 5000 teknik personel istihdam edilmektedir (TCKB 2018).

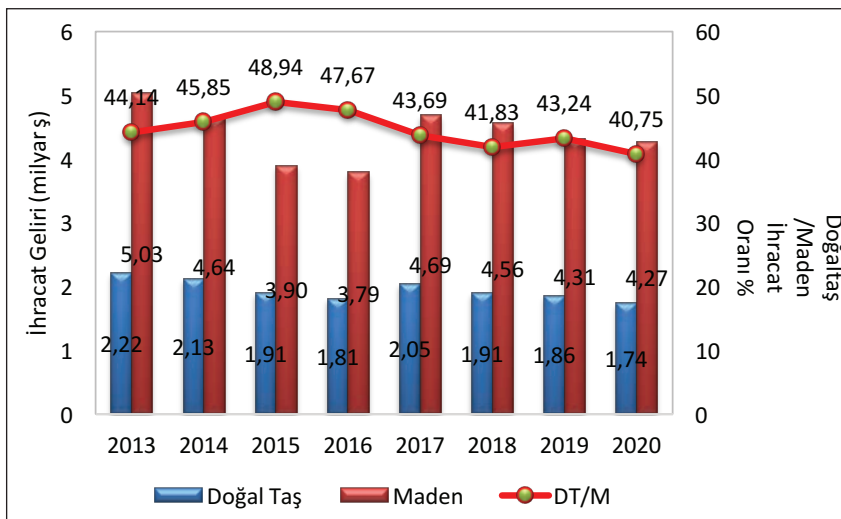
Doğal taş sektörü diğer sektörler göre yüksek katma değere sahiptir. Sahip olduğu pazar itibarıyla ülkeye net döviz kazandıran sektörlerin arasındadır. Katma değeri yüksek diğer sektörlerde ihracat sonrası döviz gelirinin %10’u ile %30’u arasında değişen bir oranı ülkeye kalırken doğal taş sektöründe ihracattan elde edilen dövizin tamamı ülkeye kalmaktadır (Kocaman 2006, Adıgüzel ve Şengüler 2019).

Ülkemizin 2013 ile 2019 yılları arasındaki doğal taş ticaret hacminin toplam maden ihracatı içindeki yeri incelendiğinde %41 ile %49 arasında değiştiği görülmektedir. Başka bir ifadeyle yeraltı kaynakları bakımından oldukça zengin olan ülkemizin maden ihracatının yarısına yakını doğal taş ihracatı oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yıllara göre Türkiye doğal taş ve maden ihracat değerleri (İMİB 2020)

Yıl	Maden İhracatı		Doğal Taş İhracatı		Doğal Taş/Maden %
	Milyon Ton	Milyar \$	Milyon Ton	Milyar \$	
2013	22,31	5,03	8,44	2,22	44,14
2014	21,21	4,64	7,37	2,13	45,85
2015	20,14	3,90	6,52	1,91	48,94
2016	20,43	3,79	6,52	1,81	47,67
2017	24,70	4,69	7,94	2,05	43,69
2018	26,33	4,56	7,46	1,91	41,83
2019	27,15	4,31	7,14	1,86	43,24
2020	27,88	4,27	6,46	1,74	40,75

2013 yılından bugüne kadar Türkiye doğal taş ihracatı 1,74-2,2 milyar dolar değerleri arasında değişmekte olup en düşük ihracatın 2015, 2016 ve 2020 yıllarında olduğu gözlenmiştir (Şekil 1). Bu yıllar arasında hem maden ihracatında hem de doğal taş ihracatında bir düşüş meydana gelmiştir. Ancak doğal taş ihracatındaki düşüşün toplam maden ihracatında meydana gelen azalışa göre daha az olduğu görülmektedir. 2015 ve 2016 yıllarındaki azalışın sebebi bu dönemde Çin Halk Cumhuriyeti'nin inşaat sektörüne verdiği teşvikleri kısmasıdır. 2020 yılındaki azalışın sebebi ise bu çalışmaya konu olmuş Covid-19 pandemisinin ülke ekonomileri ve dünya ticareti üzerindeki olumsuz, küçültücü, daraltıcı etkisidir.



Şekil 1. Türkiye doğal taş -maden ihracatı değerleri ve doğal taş ihracatı/toplam maden ihracatı (D/M) oranı

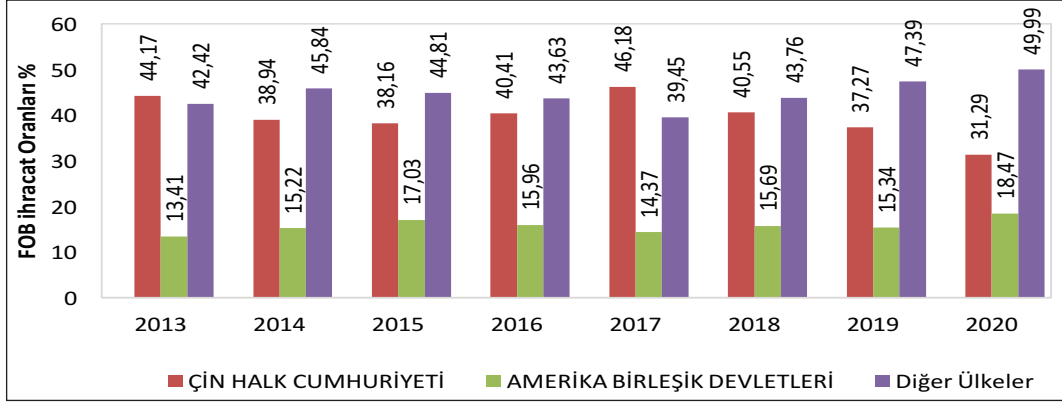
2015, 2016 ve 2020 yılları ihracat oranlarındaki düşüş, tek bir pazara bağlı kalmanın sektör açısından ne kadar riskli olduğunun bir göstergesi olarak tabloda yerini almıştır. İlerleyen yıllar açısından değerlendirildiğinde Türkiye doğal taş ihracatının çok büyük bir kısmını gerçekleştirdiği Çin Halk Cumhuriyeti'nde yaşanacak olası bir ekonomik veya siyasi kriz, Çin Hükümetinin doğal taş ithalatını kısıtlaması yâda ithalatını tamamen durdurması vb. durumlarda Türk doğal taş sektörü olumsuz olarak etkilenecektir. Nitekim bu senaryo 2019 yılı sonlarında Çin Halk Cumhuriyeti'nin Wuhan kentinde ortaya çıkan ve 2020 yılı içerisinde tüm dünyada etkili olan Covid-19 pandemisiyle birlikte yaşanmıştır.

Türkiye toplam doğal taş ihracatındaki en büyük pay son yıllarda da değişmeyerek Çin Halk Cumhuriyeti'ne olmuştur (Çizelge 2). Çin Halk Cumhuriyeti'nin hemen arkasından Amerika Birleşik Devletleri gelmektedir. Bu iki ülkeyi izleyen Suudi Arabistan, Hindistan, İsrail ve diğer ülkelere yapılan doğal taş ihracatının toplamı Çin Halk Cumhuriyeti'ne yapılan doğal taş ihracatının çok gerisinde kalmaktadır.

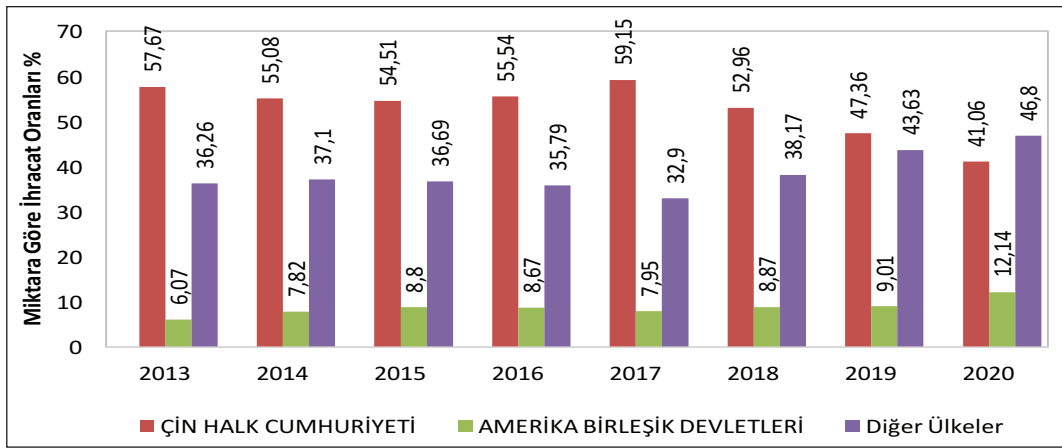
Çizelge 2. Ülkeler bazında ihracat oranları (FOB) (%) (İMİB 2020)

Ülkeler	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Çin Halk Cumhuriyeti	44,17	38,94	38,16	40,41	46,18	40,55	37,27	31,09
Amerika Birleşik Devletleri	13,41	15,22	17,03	15,96	14,37	15,69	15,34	18,72
Suudi Arabistan	4,27	5,20	5,96	6,61	5,11	5,55	6,73	8,02
Hindistan	2,09	2,61	3,30	3,05	4,15	4,73	4,93	3,54
İsrail	1,70	1,88	2,21	2,65	2,63	3,17	3,52	4,37
Fransa	0,00	2,37	2,30	2,50	2,53	2,91	3,32	3,88
Irak	5,17	5,28	4,26	3,95	3,11	3,27	3,43	3,61
Avustralya	1,12	1,50	1,64	1,72	1,75	2,09	2,13	2,43
Birleşik Arap Emirlikleri	2,02	2,23	2,57	2,69	2,57	2,83	2,13	2,09
Diğer	26,05	24,77	22,57	20,46	17,6	19,21	21,2	22,25

Blok ihracatında Çin Halk Cumhuriyeti, işlenmiş ürün ihracatında ise Amerika Birleşik Devletleri Türkiye doğal taş sektörü açısından iki önemli pazardır. Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde her ne kadar toplam ihracat miktarında ilk sıra da Çin Halk Cumhuriyeti (min. %47,36 – maks. %59,15) yer alsada Amerika Birleşik Devletleri'ne katma değeri daha yüksek işlenmiş plaka ihracat edilmesi nedeni ile toplam doğal taş ihracatında elde edilen gelir içindeki payı daha yüksektir (min. %13,41- maks. %17,13). Bu rakamlar açık şekilde katma değeri yüksek ürün ihracatının Türkiye ekonomisi açısından önemini kanıtlar niteliktedir.



Şekil 2. Toplam doğal taş ihracatı geliri içinde paylar (FOB) (%)



Şekil 3. Toplam doğal taş ihracatı içinde paylar (milyar ton) (%)

2020 YILI TÜRKİYE DOĞAL TAŞ İHRACATI

Türkiye için doğal taş ihracat pazarında ham blok ve işlenmiş üründe en büyük iki pazar olan Çin Halk Cumhuriyeti'ne ve Amerika Birleşik Devletleri'ne ait 2020 yılı rakamlarının nasıl değiştiği Çizelge 3'te verilmiştir. Veriler incelendiğinde 2019 Aralık ayında ortaya çıkan pandeminin merkezi olan Çin Halk Cumhuriyeti'ne yapılan doğal taş ihracat rakamlarının 2020 Şubat ayından %50 civarında azaldığı görülmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti'ne göre nispeten pandeminin daha geç ulaştığı ABD'ye yapılan doğal taş ihracat rakamlarının ise 2020 Şubat ayında çok az bir düşüş gösterdiği fakat yükselen dolar kuru nedeniyle ihracat miktarındaki düşüşün gelir tarafında çok hissedilmediği görülmektedir. ABD'ye yapılan ihracat rakamlarının ciddi anlamda 2020 Mayıs ayında belirgin olarak düştüğü görülmektedir. 2020 Haziran ayı verilerine bakıldığında ise pandeminin tüm dünyaya yayıldığı ülke olan Çin Halk Cumhuriyeti ve özellikle ABD'de pandeminin etkisinin hala hız kaybetmeden devam ediyor oluşuna rağmen geçen yılın 2019 Haziran ayı satış miktarlarına (ton) yakın veriler oluştuğu görülmektedir. Bu da Türkiye için doğal taş ihracatının normalleşme sürecinin başladığının kuvvetli sinyali olarak yorumlanmıştır. Fakat temmuz ayında tüm dünyada etkisini gösteren Covid-19 pandemisinde yaşanan 2. dalga daralan ekonomileri sıkıntıya sokmuştur. Bu durum doğal taş pazarında yüksek stoklarla çalışan, pandemiye karşı oldukça sert önlemler alan ve kapanmalar yapan Çin Halk Cumhuriyeti'ne yapılan ihracatta düşüşün devam etmesine sebep olmuştur. Dünya geneline göre önlemlerin çok sıkı uygulanmadığı, ekonomisi ciddi oranda daralan,

seçim dönemi olması sebebiyle normalleşmeye erken geçen Amerika Birleşik Devletleri'ne olan ihracat rakamlarında ise artış devam etmiştir. Çin Halk Cumhuriyeti'ne yapılan doğal taş ihracatı 2020 yılında toplamda %21 azalırken, Amerika Birleşik Devletleri'ne yapılan ihracat %22 oranında artış göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çin Halk Cumhuriyeti ve Amerika Birleşik Devletleri 2019-2020 yılları ihracat verileri (İMİB 2020)

Aylar	2019				2020				Değişim, %			
	Çin		ABD		Çin		ABD		Çin		ABD	
	Miktar Ton ×10 ³	FOB USD ×10 ⁶	Miktar Ton ×10 ³	FOB USD ×10 ⁶	Miktar Ton ×10 ³	FOB USD ×10 ⁶	Miktar Ton ×10 ³	FOB USD ×10 ⁶	Miktar Değer %	FOB Değer %	Miktar Değer %	FOB Değer %
Ocak	289,1	56,1	50,9	22,0	290,6	58,6	48,7	22,3	1	4	-4	2
Şubat	153,6	28,8	47,1	20,6	74,4	15,1	49,6	21,7	-52	-48	5	5
Mart	181,6	35,2	51,8	21,1	101,9	20,5	57,4	24,9	-44	-42	11	18
Nisan	299,1	62,2	54,3	22,9	221,5	45,4	49,5	20,4	-26	-27	-9	-11
Mayıs	437,6	91,3	67,8	31,2	181,7	36,6	46,6	17,7	-58	-60	-31	-43
Haziran	210,3	45,1	40,9	17,3	192,4	39,1	67,3	26,6	-9	-13	64	54
Temmuz	357,5	75,2	61,9	27,2	280,7	57,7	79,6	32,1	-21	-23	28	18
Ağustos	285,4	60,6	48,7	21,8	212,3	43,6	63,2	26,6	-26	-28	30	22
Eylül	309,6	64,7	54,4	24,6	293,7	60,3	77,4	31,8	-5	-7	42	29
Ekim	299,7	62,2	55,5	25,9	246,6	51,2	83,0	35,0	-18	-18	50	35
Kasım	298,7	61,6	54,9	25,8	304,1	61,9	87,5	34,2	2	0,5	61	33
Aralık	259,9	51,8	55,2	25,6	257,1	50,2	75,9	31,9	-1	-3	38	25
Toplam	3382,1	604,8	643,4	286	2657	540,2	785,7	325,2	-21	-11	22	14

Çizelge 4 ve Çizelge 5'te aylık bazda toplam doğal taş ihracat rakamları görülmektedir. Son yedi yıl incelendiğinde doğal taş ihracat rakamlarının şubat ayında en düşük fakat mayıs ayında gerek mevsim etkisine bağlı olarak ocakların açılmasıyla gerekse her yıl mart ayında düzenlenen Uluslararası İzmir Doğal Taş ve Teknoloji fuarının etkisi ile yıl içindeki en yüksek seviyesine geldiği görülmektedir. Fakat 2020 yılı pandemi etkisiyle doğal taş ihracatının Mayıs ayında yıl içindeki en düşük seviyesinde olduğu görülmüştür. 2020 Haziran ayı verilerine bakıldığında geçen yılın 2019 Haziran ayı satış miktarlarının (ton) üzerinde rakamlar gerçekleştiği görülmektedir. Bu yükseliş eğiliminin tüm dünyadaki normalleşme süreci ile doğru orantılı olarak yıl geneline yayılarak devam ettiği görülmektedir. Hatta 2020 Mayıs ayında gerçekleşmesi beklenen fakat pandemi nedeniyle gerçekleştirilemeyen ihracat miktarının "Gizli Mayıs Ayı ihracat Miktarı" olarak 2020 yılının kalan altı ayındaki rakamlara pozitif etki ettiği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Yıllara göre aylık bazda doğal taş ihracatı (FOB milyon \$) (İMİB 2020)

Aylar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ocak	169,10	197,28	137,35	129,40	128,64	150,85	139,06	151,48
Şubat	114,54	128,85	114,62	103,81	118,23	119,46	115,52	108,17
Mart	132,58	147,41	117,07	127,94	138,37	139,39	122,26	116,20
Nisan	184,56	203,57	175,93	168,57	182,96	172,23	160,16	117,96
Mayıs	231,87	222,65	183,60	173,36	219,84	197,70	215,49	101,51
Haziran	205,64	201,99	199,40	167,87	199,18	166,48	114,09	134,60
Temmuz	223,37	183,71	185,48	128,14	173,72	177,11	184,71	176,14
Ağustos	179,21	163,59	168,87	186,69	201,41	142,79	150,80	134,75
Eylül	207,74	191,08	150,79	153,18	152,35	157,71	168,55	172,76
Ekim	183,72	150,87	155,89	161,15	182,65	176,55	167,89	180,45
Kasım	199,31	160,88	159,81	156,82	190,58	167,57	164,57	179,51
Aralık	190,74	176,34	157,44	148,59	160,16	140,45	161,15	163,48
TOPLAM	2222	2128	1906	1806	2048	1908	1864	1737

Çizelge 5. Yıllara göre aylık bazda doğal taş ihracatı (ton ×103) (İMİB 2020)

Aylar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ocak	660	716	440	475	476	594	553	573
Şubat	399	406	338	325	426	444	410	328
Mart	463	453	330	431	503	506	437	386
Nisan	707	699	590	609	730	668	630	437
Mayıs	982	811	642	625	853	796	845	395
Haziran	798	709	721	593	794	651	435	494
Temmuz	843	664	622	448	673	685	717	662
Ağustos	655	577	586	691	778	562	580	498
Eylül	772	707	561	595	593	626	653	668
Ekim	704	531	532	603	718	704	629	667
Kasım	754	544	576	594	753	683	641	721
Aralık	699	553	578	529	638	542	610	640
TOPLAM	8436	7370	6516	6518	7935	7461	7140	6469

TARTIŞMA VE SONUÇ

2019 yılı verileri incelediğine 695 milyon dolarlık ihracatı ile %32'lik kısmını kapsayan Çin Halk Cumhuriyeti ve 286 milyon dolarlık kısmı ile %15'lik bir payı bulunan ABD, doğal taş ihracatımızın toplamda %52'lik kısmını oluşturmaktadırlar. Bilindiği üzere Covid 19 salgını ilk olarak Çin Halk Cumhuriyeti'nde görülmüş olup bu durumdan ekonomik olarak hem Çin Halk Cumhuriyeti hem de ticari ilişki içerisinde olduğu başta ülkemiz olmak üzere tüm ülkeler etkilemiştir. Türkiye doğal taş sektörünü sadece Çin Halk Cumhuriyeti etkilememiş olup pandeminin dünyada en etkili olduğu ve önemli bir işlenmiş ürün pazarı olan ABD'yi de etkilemiştir. Türkiye doğal taş sektörü de blok satış yaptığı Çin Halk Cumhuriyeti'nin, işlenmiş ürün satışı yaptığı ABD'nin pandeminin merkez iki ülkesi olmasından dolayı fazlasıyla etkilenmiştir.

Doğal taş sektörünün gelişimi incelendiğinde Şubat aylarında her zaman mevsimsel etkiye bağlı olarak ihracatta bir azalış meydana geldiği, mayıs ayında ise, mart ayı sonunda gerçekleşen marka değeri yüksek "Uluslararası İzmir Doğal Taş ve Teknoloji Fuarı"ni takiben ilgili yılın en yüksek ihracat rakamlarına ulaşıldığı Çizelge 4 ve Çizelge 5'te açıkça görülmektedir. Ancak 2020 yılı ihracat rakamları incelendiğinde miktar ve değer anlamında en yüksek kayıp oranları Mayıs ayında gerçekleşmiş olup bu dönemde toplamda Çin Halk Cumhuriyeti'ne yapılan ihracatta %52'lik, ABD'ye yapılan ihracatta ise %31'lik, bir değer kaybının yaşandığı gözlenmiştir. Haziran ayında nerdeyse 2019 Haziran ayı satış miktarlarına (ton) yakın rakamlar gerçekleşmiştir. Döviz kurunda meydana artışıdan dolayı da satış miktarları daha az olmasına rağmen FOB (\$) değerleri daha yüksek olmuştur. Yılın geri kalanında normalleşme süreci ile birlikte oluşan rakamlar bir önce yıla göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

Toplam doğal taş ihracat rakamında 2019 Mayıs ayına göre 2020 Mayıs ayında %53 bir azalış gözlemlenirken, 2020 Haziran ayında 2019 Haziran ayına göre %14'lük bir artış gerçekleştiği görülmektedir. Yukarı yönlü bu trend yaşanan temmuz ve ağustos aylarında yavaşça da devam etmiş ve ama toplamda 2019 yılının gerisinde kalmıştır.

Ayrıca 2020 yılının toplam ihracat miktarı (ton) 2019 yılının toplam ihracat miktarına (ton) oranla %9, FOB (\$) verileri de %7 azalmıştır. Fakat döviz kurundaki artıştan dolayı TL cinsinden gelir kaybı daha az olarak gerçekleşmiştir. Bu yüzden bilançoları TL cinsinden değerlendirmek ve yorumlamak sektörü yanılgıya düşürecektir.

Çalışma kapsamında 2013-2020 yıllarındaki veriler kullanarak 2021 yılı için bir ihracat tahmini yapılmış ve Çizelge 7'de verilmiştir. 2020 yılı için aylık bazda gerçekleşen ve tahmin edilen ihracat rakamları incelendiğinde 2019 Aralık ayında başlayan pandeminin etkisinin şubat ayı itibarıyla olması beklenen ihracat rakamlarını etkilemeye başladığı ve 2020 yılı için beklenen değerlerin altında kalmaya başladığı görülmektedir. Oluşan fark Şubat ayı için 72 bin ton iken, Mart ayında 68 bin ton, Nisan ayında 237 bin ton, Mayıs ayında 413 bin tona kadar çıkmıştır. Haziran ayında normalleşme sürecinin etkisiyle aradaki farkta Haziran ve Temmuz ayları için bir düşüş olsa da ağustos ayında 146 bin olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılının ilk sekiz ayında gerçekleşemeyen ihracat normalleşme süreci ile son dört aya yayılarak tahmin değerlerinin üstünde ihracat rakamları oluşmuştur.

Covid-19 pandemi süreci ve 2020 yılının ihracat rakamları incelendiğinde önümüzdeki yıllar için ezberlerin bozulacağı bir dönem içerisine girildiği açıktır. Sektörün bugüne kadar iki ülkeye bağımlı kalması ve bu ülkelerin pandemiden en çok etkilenen ülkeler olması 2019 Ocak ayına başarı ile giren Türkiye doğal taş sektörünü olumsuz yönde etkilemiştir. 2021 yılı için yapılan tahminlerin de 2019 yılının altında kaldığı göz önüne alınarak gelecek planlamalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Firmalar ve içerisinde buldukları sektörler, kurumsal kimliğe ve markalaşmaya önem verilmesi, AR-GE'ye yatırım yapılması ve güncel pazarlama stratejileri ile yeni pazarlara açılma çalışmaları ile fark yaratmaktadır. Belirtilen bu kavramların önemi sektörlerin içerisine girdikleri kriz zamanlarında daha da anlaşılmaktadır.

Kurumsallaşma, herhangi bir işletmenin üretim ve diğer tüm faaliyetlerini kişi odaklı olmaktan çıkarıp işletmenin devamlılığının yanı sıra teknik ve ekonomik olarak gelişmesi için uygulanması ve benimsenmesi gereken bir yapıdır. Türkiye doğal taş sektöründe hizmet veren firmalar gözlemlendiğine patron merkezli bir yönetim anlayışı benimsenmektedir. Küresel ölçekte değerlendirildiğinde Türk doğal taş firmalarının gerek ülke içinde gerekse dünya pazarında daha rekabetçi olabilmeleri ve bundan sonra karşılaşılabilecek olası pandemi, siyasi vb. nedenlerle doğabilecek krizler öncesinde daha güçlü bir yapıya sahip olunmasının yolu kurumsallaşma ile olacaktır. Her bir firmanın kurumsallaşma yolunda atacağı küçük adımlar kelebek etkisi ile firmaların ve doğal taşlarımızın dolayısı ile sektörün markalaşması noktasında önemli katkılar sağlayacaktır. Bu nedenlerle kurumsallaşmanın önemi birçok platformda vurgulanmalı özellikle devlet tarafından firmaların bu konu üzerine eğilmeleri hususunda istihdam, vergi indirimleri, enerji-akaryakıt maliyetleri ve bürokratik kolaylıklar vb. bazı teşvik edici düzenlemeler getirilmelidir. Sektörde bu konuda çaba harcayan ve marka değeri kazanmaya çalışan firmaları az da olsa mevcuttur ve onlar bu süreçte attıkları bu adımlarının karşılığını almaya başlamışlardır.

Türkiye renk ve doku çeşitliliği bakımından oldukça zengin doğal taş rezervlerine sahiptir. Onlarca tanınmış doğal taşımız dünyada seçkin mekânlarda Türk taşı olarak kullanılmış olup yıllar içerisinde mimarların gözdesi olacağı açıktır.

Türk doğal taşlarının, firmaların ve sektörün tanıtımı noktasında fuarlar oldukça büyük önem sahiptir. Hatta Türk doğal taşlarının küresel arenada markalaşma yolunda bugüne kadar atmış olduğu adımlar çok yerinde ve önemlidir. Yazılım, kodlama vs. öneminin arttığı içinde olduğumuz dijital çağda sektörün dijital fuarlara katılıma uyumlu hale gelmesi gerektiği aşikârdır. Firmalar bu tür fuarlara katılım gerçekleştirmeli ve gerekli teknoloji altyapısını hazırlanmalıdır. Daha büyük hedeflere ulaşmak için dijital fuarlar ve dijital vitrinler önemli rol oynayacaktır. Pandemi süresince anlaşılmıştır ki artık klasik ticari anlayışlar ile geleceğin yakalanması mümkün görünmemektedir.

Pandemi süreci göstermiştir ki diğer sektörlerde olduğu gibi doğal taş sektöründe yeni pazarlar bulunmalı, alternatifler yaratılmalıdır. Yaşanan bu zorlu süreçte gözlemlendiği üzere en büyük alıcının herhangi bir kriz durumundan etkilenme oranına göre sektörde bir o kadar etkilenmektedir. Oysaki alternatif pazarlar ile riski bölmek ekonomik anlamda sektörü güçlendirecektir.

Büyük umutlarla girilen 2020 yılında yaşanan pandemi nedeniyle hedeflenen rakamlara bu yıl içerisinde ulaşılmak mümkün olmamıştır. Değişime en hızlı ve en iyi uyum sağlayanlar krizleri fırsata çevrilebilir. Bu noktada devlet, sanayi ve akademi olarak ortak platformlarda çalışmalar yapılmalıdır.

Bu çalışmada vurgulanmaya çalışılan hususların bir kez daha gözden geçirilmesi ile Türk doğal taş sektörünün önümüzdeki yıllara daha güçlü gireceği, bilim ve teknoloji ışığında kurumsallaşma ve markalaşmasını tamamlayan firma sayısının artması ve yeni uzaktan pazarlama teknikleri ile yeni pazarlara ulaşarak sektörün herhangi bir kriz durumunda daha kuvvetli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, M. ve Şengüler, M. (2019). Türkiye Mermer Sektörünün ve Rekabet Gücünün İncelenmesi. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 54, 3, 1530-154.
- Altındağ, R., Çiçek, U. ve Karagüzel, R. (2017). Türkiye Doğal Taş Sektörünün Ekonomik Analizi. In N. Şengün, S. Demirdağ, R. Altındağ, İ. Uğur & S. Saraç (Eds.), Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi (pp. 631-637), Antalya, TMMOB Maden Mühendisleri Odası.
- Başol, K., Durman, M. ve Çelik, M. (2005). Kalkınma Sürecinin Lokomotifi; Doğal Kaynaklar. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 61-71.
- İhracat Genel Müdürlüğü Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi (2018). Doğal Taşlar Sektör Raporu, p. 8, Ankara, Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı.
- İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (Erişim tarihi: 31.05.2020). Aylık Bazda Ürün Gruplarına veya Ülkelere Göre Maden İhracatı Raporları. <https://www.imib.org.tr/tr/raporlar/ihracat-istatistikleri>
- Kocaman, F. (2006). Doğal Taş Sektörü ve Pazarlama stratejileri. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, p. 93, Adana.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (Erişim tarihi: 26.07.2020). Türkiye Doğal Taş Rezervleri Haritası. https://www.mta.gov.tr/v3.0/Sayfalar/Hizmetler/Images/B_h/Mermer.jpg
- Özoğuz, E. (2019). Türkiye Doğal Taş Endüstrisinde Uluslararası Rekabet Gücünün İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, p. 142, Bursa.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, Türkiye, Kb: 3041 - Öik: 822.
- Tunca, M.Z., Aytemiz, L., Özaltın, O. ve Göçmen, G. (2007). Mermer İhracatçısı İşletmelerin Mevcut Durumlarına İlişkin Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 12, 3, 177-192.
- Türkiye İhracatçıları Meclisi (Erişim tarihi: (30.04.2020). İhracat Rakamları. <https://www.tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari>
- Yılmaz, H., ve Safel, R. (2004). Mermer Sektörü. Ankara, Türkiye Vakıflar Bankası Sektör Araştırmaları Serisi, 31.

RECLAMATION OF A TAILING POND BY AIDED PHYTOSTABILIZATION USING ZEOLITE, LIMESTONE, COMPOST AND BIOCHAR

Á. Faz^{1*}, J. C. Beltrá-Castillo¹, M. Gabarrón¹, R. Zornoza¹,
J. A. Acosta,¹ S. MartínezMartínez¹.

¹ *Sustainable Use, Management, and Reclamation of Soil and Water Research Group,
Department of Agrarian Science and Technology, Universidad Politécnica de Cartagena,
Paseo Alfonso XIII, 52, 30203 Cartagena, Spain.
(angel.fazcano@upct.es)*

ABSTRACT

Mining is responsible for the production of a large amount of waste, stored in the form of tailing ponds. These deposits have high concentrations of contaminants such as heavy metals and metalloids associated with mining processes. The mining wastes containing contaminating materials, which have not been previously treated, and may affect the ecosystem and the population.

The aim of this study is to evaluate the effectiveness of different organic (biochar and compost) and inorganic (limestone and zeolite) amendments to generate a technosol which improves the constituents and the properties of these mining wastes and reduces the transfer of metal/oids that may origin environmental and population risks, and in addition, the vegetation colonization is achieved.

Keywords: Heavy metals, tailing pond, amendment, technosol, reclamation.

INTRODUCTION

This work is included in the “FITOAROMATICAS Project” funded by the Seneca Foundation (Agency of Science and Technology of the Region of Murcia), which has as main objective to evaluate the efficiency of aided phytostabilization technique in a tailing pond by addition of amendments such as calcium carbonate, biochar, compost and zeolite to facilitate soil creation, and using *Piptatherum miliaceum* as phytostabilizer specie. Other species planted in tailing ponds were the aromatic species such as *Rosmarinus officinalis* and *Thymus zygis*, since these species, in addition to contributing to the tailing pond stabilization process, are of economic interest due to the extraction of their essential oils. Also, they present other advantages such as their tolerance to drought, ability to grow in underdeveloped soils, and their effectiveness in controlling from erosion (Cala et al., 2005).

The study development will allow to elucidate the factors and processes that regulate the metal/oids dynamics in the soil/plant system, the microbial structure dynamics, the soil particle aggregation and the soil carbon storage.

Heavy metal toxicity in mining and industrial areas is one of the most important environmental problems, since the accumulation of residues with high concentrations of trace elements entails a high environmental risk (Acosta et al., 2011). Actions on these areas is necessary because the transfer of toxic trace elements by water erosion, wind erosion, leaching or accumulation in edible parts of vegetation, pose a high risk to public health and ecosystem functioning (Kabas et al., 2012). The incorporation of organic (compost and biochar) and inorganic (limestone and zeolite) amendments has been proposed as an economically viable and environmentally sustainable practice. The reasons are mainly due to the fact that they can influence, both on physical properties by improving soil structure and favoring the formation of aggregates (Moreno-Barriga et al., 2017b), as well as on soil chemical properties by improving soil acidity conditions, so that metals are immobilized by precipitation as oxides, sesquioxides, carbonates or phosphates fundamentally, mitigating toxicity (Castaldi et al., 2005; Li et al., 2009; Shi et al., 2009; Zornoza et al., 2013; Moreno-Barriga et al., 2017 (a,b,c); Li et al., 2017).

This work aims to evaluate the effectiveness of different combinations of organic (biochar and compost) and inorganic (limestone and zeolite) amendments to generate a technosol which improves the constituents and the properties of these mining wastes and reduces the transfer of metal/oides that may origin environmental and population risks, and in addition, the vegetation colonization is achieved.

EXPERIMENTAL

The project is performed in the Sierra Minera de Cartagena-La Unión, in the Region of Murcia (Spain). This area has a large number of abandoned tailing ponds, many of which have not been rehabilitated. Specifically, an acidic tailing pond located at Cabezo Rajao (La Unión) was selected for this study (Figure 1), whose mining wastes are characterized by high acidity ($\text{pH} \sim 3$), high metal(oid)s (Zn, As, Cd and Pb) contents, absence of organic matter and nutrients, and low or non-existent vegetation cover.

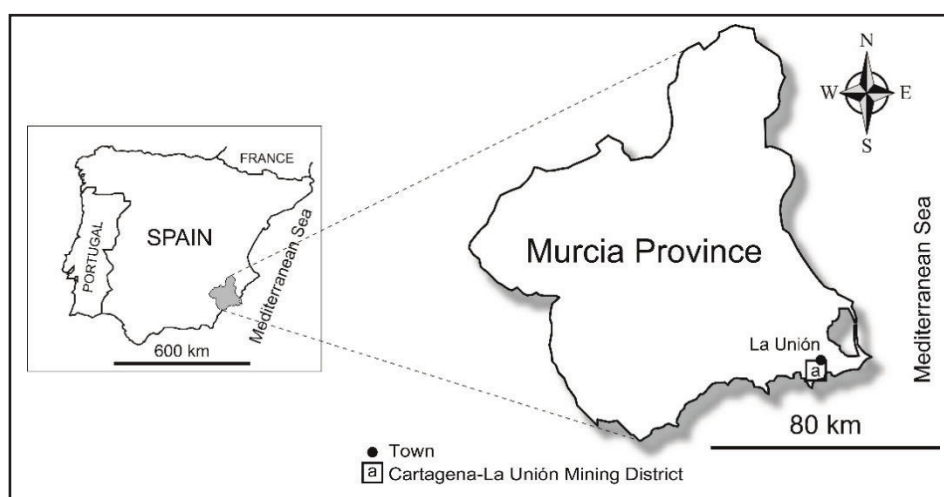


Figure 1. Location of the study area

Twenty-one plots (3x3 meter) were constructed on the surface of the Cabezo Rajao tailing pond (Figure 2).

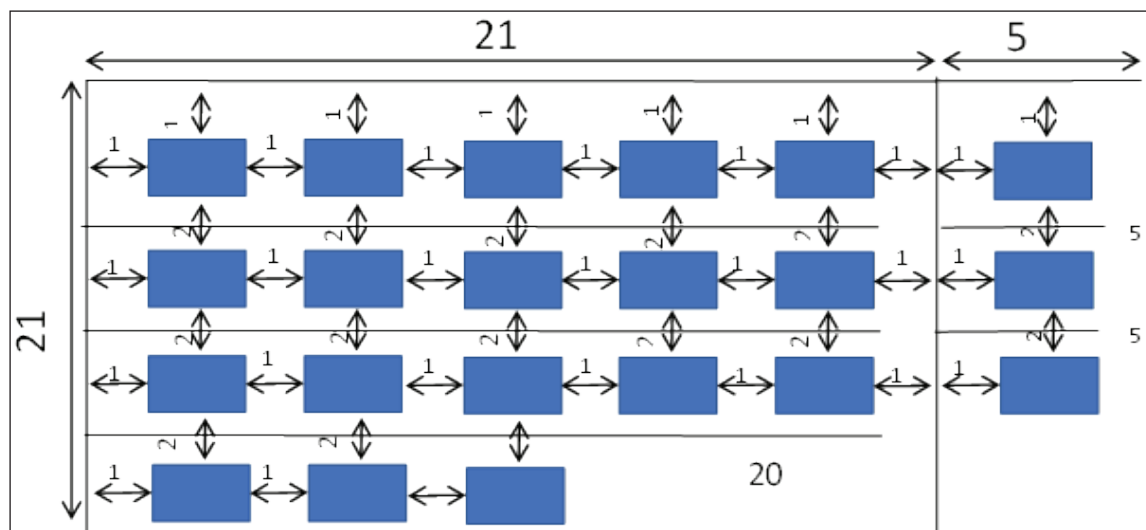


Figure 2. Distribution scheme of the plots in the Cabezo Rajao mining deposit

A control and six treatments were applied, each of which consists of a different combination of amendments:

Control (CT)

Limestone + Biochar (L+BC)

Limestone + Compost (L+COM)

Limestone + Biochar + Compost (L+BC+COM) *

Limestone + Biochar + Zeolite (L+BC+Z)

Limestone + Compost + Zeolite (L+COM+Z)

Limestone + Biochar + Compost + Zeolite (L+BC+COM+Z) *

* In the case of treatments 4 and 7 which combine compost and biochar, the dose established for both must keep a carbon ratio 1:1.

The amendment amount added to the plots was:

-zeolite: 20 g per kg^{-1} of mining waste; -biochar: 12 g per kg^{-1} of mining waste; -limestone: 200 g per kg^{-1} of mining waste and -compost: 30 g per kg^{-1} of mining waste.

The initial sampling (M0) was carried out on the homogenized mining waste before adding the amendments. The second sampling (M1) was performed two months after M0 and after the application of the amendments. The third sampling (M2) was carried out four months after the application of the amendments. All samples were dried at 35°C for 48 h in a forced air oven and sieved at 2 mm. An aliquot of the samples was ground with an agate mill. The analytical determinations were: pH (Peech, 1965), electrical conductivity (EC) (Cobertera, 1993), organic carbon (CO) and carbonates (CaCO_3) (CNHS-O TOCV CSH elemental analyzer, Shimadzu), cation exchange capacity (CEC) obtained from the sum of cations Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} extracted in BaCl_2 and measured in ICP-MS (Perkin Elmer optima 8300-DV), total metals and metalloids (Zn, As, Cd and Pb), by microwave-assisted acid digestion (USEPA 3051) and exchangeable metals and metalloids (Zn, As, Cd and Pb), by extraction with CaCl_2 (Houba et al., 1996). Both metals were quantified with ICP-MS

(Perkin Elmer optima 8300-DV). The selected statistical analysis was a two-factor repeated measures ANOVA, considering as intra-subject factors the different samples (M0, M1 and M2) and as inter-subject factors the different proposed treatments (1-7). This analysis provided information on the behavior on the one hand of the parameters in relation to the samplings and, on the other, of the parameters in relation to the treatments. The separation of means was performed according to Tukey's post-hoc test at a significance level of $P < 0.05$. Values above this P value show that there are no significant differences and values with P value below show significant differences. This analysis was performed with the SPSS version 23 statistical program.

RESULTS AND DISCUSSION

The behavior of the physicochemical properties in the mining wastes of the plots between samplings showed significant differences in parameters such as pH, CO and CaCO_3 ($P < 0.05$). This indicates a temporal evolution of these parameters throughout the samplings, mainly due to the addition of the amendments. In the case of pH, the statistically significant differences were due to the increase in pH from M0 with a mean value of 3.6 to mean values of 7.1 in M1 and M2. The same trend was observed for CO, which presented average values of 0.15% in M0, increasing to 1.3% and 1.9% in samples M1 and M2, respectively. This behavior was probably influenced by the addition of organic amendments such as biochar and compost since they have this carbon in their composition. CaCO_3 was increased from values of 0.15% in M0 to values close to 38% in both M1 and M2, as a result of the addition of limestone. This increase in carbonate content was directly related to the increase in pH that may be owing to the precipitation of the metallic sulfides responsible for the acidity of the mine waste (Aduvire, 2006). Both EC and CEC ($P > 0.05$) did not present significant differences, they registered a homogeneous behavior in the different samplings, showing mean values of 3.2 mS cm^{-1} for EC and 20 cmol kg^{-1} for CEC in the three samplings (M0, M1 and M2).

Statistically significant differences ($P < 0.05$) were observed for exchangeable Zn, Cd and Pb between the different samplings, tending to a reduction in metal concentration from 6% to 16% over time, depending on the metal/oid. For example, the mean exchangeable Zn content varied from 1000 mg kg^{-1} in M0 to 74 mg kg^{-1} in M2; the mean exchangeable Cd content decreased from 6 mg kg^{-1} in M1 to 1 mg kg^{-1} in M2, and exchangeable Pb concentration was reduced from 16 mg kg^{-1} in M0 to values of 1 mg kg^{-1} in M2. This significant decrease may be due to the action of zeolites and biochar which have been observed to be able to retain heavy metals in their structures due to their high CEC (Castaldi et al., 2005; Li et al., 2009; Shi et al., 2009; Espejel-Ayala et al., 2015; Li et al., 2017) together with the action of limestone which can immobilize heavy metals (Zornoza et al., 2013; Pardo et al., 2011; Moreno-Barriga et al., 2017 (a,b,c)). However, As did not show significant differences ($P > 0.05$) between the different samplings (0.09 mg kg^{-1} in M0 and 0.1 mg kg^{-1} in M2), probably because As increases its mobility at neutral-alkaline pH (Galan and Romero, 2008).

The inter-subject factor analysis showed statistically significant differences ($P < 0.05$) for pH, EC and CaCO_3 between the different treatments. This difference is important between the CT treatment (mean value of 4.3) and the other treatments (mean value of 6.2) for pH. The same trend was observed for CaCO_3 between CT treatment and the 6 treatments applied with a mean CaCO_3 content in these treatments of 30% showing there was statistically significant differences with the CT treatment (0.4% CaCO_3).

As for the EC, we observed two groups clearly differentiated. The differences observed between treatments may be caused by the amendments. Compost, by its nature, provides a higher amount of soluble salts than biochar. Therefore, the treatments containing compost as carbon source make up the first group (treatments 4,7,3,6 and 1 ($P=0.17$)) presented higher EC values (mean value of 3.5 mS cm^{-1}) than the treatments containing biochar as carbon source that make up the second group (2,4,5,7 and 3 ($P=0.23$), (these registered a mean value of 2.9 mS cm^{-1}). Treatments 4 and 7 which consist of a mixture of compost and biochar as carbon source, are represented in both groups. CO and CEC did not show statistically significant differences between treatments ($P>0.05$), registering mean values of 1.15% and $18.7 \text{ cmol kg}^{-1}$, respectively, in all plots.

Regarding exchangeable metals and metalloids, the inter-subject analysis only showed statistically significant differences ($P<0.05$) for Zn. This analysis showed a grouping of treatments 1 and 3 that presented statistically significant differences with treatments 2 to 7. These differences are associated with a notable decrease in the concentration of exchangeable Zn in treatments 2 to 7. No statistically significant differences ($P>0.05$) were observed between the different treatments applied in all other metals and metalloids (As, Cd and Pb).

CONCLUSIONS

All combinations of amendments used (zeolite, biochar, compost and limestone) in the treatments reduced the exchangeable Zn, Cd and Pb concentration that remained stable over time. Limestone has been effective for increasing the pH of the mining wastes to acceptable values to obtain the vegetation colonization. Both compost and biochar favored the increase of the CO content in the treatments, although the use of biochar is recommended over compost, since the compost used in this study provided salts to the technosol, increasing the EC value.

ACKNOWLEDGMENTS

To thank the Seneca Foundation of the Region of Murcia for funding the project (20947/PI/18).

REFERENCES

- Acosta, J.A., Faz, A., Martínez-Martínez, S., Zornoza, R., Carmona, D.M., Kabas, S., 2011. Multivariate statistical and GIS-based approach to evaluate heavy metals behaviour in mine sites for future reclamation. *Journal of Geochemical Exploration* 109, 8 -17.
- Adivire, O. (2006). Drenaje ácido de mina generación y tratamiento. Instituto Geológico y Minero de España Dirección de Recursos Minerales y Geoambiente.
- Cala, V., Cases, M.A., Water, I. 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. *Journal of Arid Environments*, 62, 401-412.
- Castaldi, P., Santona, L., Melis, P., 2005. Heavy metal immobilization by chemical amendments in a polluted soil and influence on white lupin growth. *Chemosphere* 60, 365-371.
- Cobertera Laguna, E. (1993). Edafología aplicada: suelos, producción agraria, planificación territorial e impactos ambientales (No. 631.4 C6E3).
- Espejel-Ayala, F., Solís-López, M., Schouwenaars, R., & Ramírez-Zamora, R. M. (2015). Síntesis de zeolita P utilizando jales de cobre. *Revista mexicana de ingeniería química*, 14(1), 205-212.

- Galán, E., & Romero, A. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. *Revista de la sociedad española de mineralogía*, 10, 48-60.
- Houba, R., Heederik, D.J., Doekes, G., van Run, P.E., 1996. Exposure-sensitization relationship for alpha-amylase allergens in the baking industry. *Am. J. Resp. Crit. Care Med.* 154, 130.
- Kabas, S., Faz, A., Acosta, J.A., Zornoza, R., Martínez-Martínez, S., Carmona, D.M., Bech, J., 2012. Effect of marble waste and pig slurry on the growth of native vegetation and heavy metal mobility in a mine tailing pond. *Journal of Geochemical Exploration* 123, 69 -76.
- Li, H., Shi, W.Y., Shao, H., Shao, M., 2009. The remediation of the lead-polluted garden soil by natural zeolite. *J. Hazard. Mater.* 169, 1106-1111.
- Li, Z., Wang, L., meng, J., Liu, X., Xu, J, Wang, F., Brookes, P., 2017. Zeolite-supported nanoscale zero-valent iron: new findings on simultaneous adsorption of Cd (II), Pb (II), and As (III) in aqueous solution and soil. *J. Hazard. Mater.* 344, 1-11.
- Moreno-Barriga, F., V. Díaz; J.A. Acosta; M.A. Muñoz; A. Faz; R. Zornoza, 2017a. Creation of technosols to decrease metal availability in pyritic tailings with addition of biochar and marble waste. *Land Degradation and Development*. DOI: 10.1002/ldr.2714.
- Moreno-Barriga, F., V. Díaz; J.A. Acosta; M.A. Muñoz; A. Faz; R. Zornoza, 2017b. Organic matter dynamics, soil aggregation and microbial biomass and activity in Technosols created with metalliferous mine residues, biochar and marble waste. *Geoderma*. 301,19 -29.
- Moreno-Barriga, F., A. Faz; J.A. Acosta; M. Soriano-Disla; S. Martínez-Martínez; R. Zornoza, 2017c. Use of *Piptatherum miliaceum* for the phytomanagement of biochar amended Technosols derived from pyritic tailings to enhance soil aggregation and reduce metal(loid) mobility. *Geoderma*. 307, 159 ,171.
- Pardo, T., R. Clemente, and M. P. Bernal. 2011. Effects of compost, pig slurry and lime on trace element solubility and toxicity in two soils differently affected by mining activities. *Chemosphere* 54: 642,650.
- Peech, M. (1965). Actividad de iones de hidrógeno. *Métodos de análisis de suelos: Parte 2 Propiedades químicas y microbiológicas*, 9, 914-926.
- Shi, W.Y., Shao, H., Li, H., Shao, M., Du, S., 2009. Co-remediation of the lead-polluted garden soil by exogenous natural zeolite and humic acids. *J. Harazd. Mater* 167, 136-140.
- Zornoza, R., Faz, A., Carmona, D.M., Martínez-Martínez, S., Acosta, J.A., de Vreng, A., 2013. Carbon mineralization, microbial activity and metal dynamics in tailing ponds amended with pig slurries and marble wastes. *Chemosphere* 90, 2606 -2613.

**DOLGU MALZEMESİ OLARAK KULLANILAN MERMER PLAKA KESİM
ARTIĞININ KOMPOZİT PLAKA FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**
*EFFECT OF MARBLE SLAB CUTTING REJECTS AS FILLER ON
PHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE SLAB*

S. Baş¹, T. Güler^{2,*}, A. Özer^{3,4}, S. Aktürk⁵

¹ Ermaş Madencilik Coante Quartz Surfaces, Türkiye

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Türkiye

(*Sorumlu yazar: takiguler@mu.edu.tr)

³ Purdue Üniversitesi Malzeme Mühendisliği Bölümü, ABD

⁴ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Türkiye

⁵ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fizik Bölümü, Türkiye

ÖZET

Mermer madenciliği ve mermer plaka üretimindeki hızlı artışa paralel olarak çamur formunda artan mermer tozu çıkışı sürdürülebilir madencilik ve çevre açısından risk oluşturmaktadır. Bu çalışma mermer işleme tesis atıklarının kompozit plaka üretiminde katma değerli dolgu malzemesi olarak mikronize kuvars ile birlikte kullanılabilirliğini araştırmak ve mermer tozunun kompozit plaka fiziksel özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Dolgu örneklerinin karakterizasyonu XRD, XRF, SEM-EDX ve boyut analizi testleri ile gerçekleştirilmiştir. Üretilen kompozit plakaların fiziksel özellikleri ise eğilme dayancı, darbe direnci ve su emme oranı testleri ile araştırılmıştır. Dolgu örneklerinin yüksek saflıkta olduğu ve birbirlerine yakın boyut dağılımına sahip olduğu belirlenmiştir. Dolgu örnekleri, düşük çubuk şarjı ile çubuklu değirmende gerçekleştirilmiştir. Dolgu malzemesi hazırlama sürecinde sert kuvars tanelerinin düşük sertlikteki mermer tozu tanelerini belirli oranda öğüttüğü belirlenmiştir. Karıştırma işleminin; tane şekli ve yüzey alanındaki değişimden dolayı üretilen kompozit plaka fiziksel özelliklerinin referans kuvars kompozit plakaya oranla kötüleşmesine neden olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte farklı oranlarda mermer tozu ile üretilen kompozit plakaların fiziksel özelliklerinin doğal mermer plakaya oranla çok iyi olduğu ve referans kuvars kompozit plaka fiziksel verilerine yakın değerler verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Mermer Tozu, Kuvars, Kompozit Plaka, Fiziksel Özellikler

ABSTRACT

Increasing generation of marble dust in the form of sludge in parallel with rapid increase in marble mining and marble slab production poses risks in terms of sustainable mining and the environment. This study was carried out to investigate the use of marble processing plant rejects as value-added filler together with micronized quartz in composite slab production, and to deter-

mine the effect of marble dust on physical properties of the composite plate. The characterization of the fill samples was performed by XRD, XRF, SEM-EDX and size analysis tests. Physical properties of the produced composite slabs were investigated by flexural strength, impact resistance and water absorption tests. The filler samples were determined to be of high purity and had closer size distribution. Filler samples were prepared in rod mill with low charge. During filler preparation, the hard quartz particles were determined to grind soft marble dust particles up to some degree. The mixing process was observed to cause deterioration of physical properties of the composite slab produced compared to those of reference quartz composite slab due to the change in particle shape and surface area. However, the physical properties of the composite slabs produced with marble dust at different rate were found to be very good compared to the natural marble slab, and gave values close to the physical data of the reference quartz composite slab.

Keywords: Marble, Quartz, Composite Slab, Physical Properties

GİRİŞ

Yapı sektöründeki gelişmelere paralel olarak mermer ve granit gibi doğal taşların tüketiminde gündün güne önemli artışlar olmaktadır. Mermer; genellikle tezgâh, yer karosu, duvar karosu, basamak ve masa üstü plaka olarak yapı uygulamalarında kullanılmaktadır (Albalak, 2012). Mermer işleme tesislerinde mermer bloğun %20-40'ı kaya kütleinin kristal yapısı, morfolojisi ile mineralojik bileşimine ve plaka üretim sürecinde kullanılan testere kalınlığına bağlı olarak çamur formunda hemen hemen %100'ü -100 µm boyutunda mermer tozu olarak atılır (Gazi vd., 2012; Güler ve Polat 2018; Liguori vd., 2008). İnce boyutlu ve dolayısıyla önemli oranda reaktif, yüksek yüzey alanı olması nedeni ile mermer tozu ciddi çevresel riskler içerir. Stoklandığı bölgelerde toprak yapısındaki mikro çatlakları tıkayarak yeraltı su seviyesinin düşmesine ve dolayısıyla kuraklığa neden olabilir. Ayrıca toprak verimliliğini düşürür, yeraltı/yerüstü sularını kirletir, tozlaşma nedeniyle solunabilir hava kalitesini düşürür ve stoklandığı bölgenin ekosistemini olumsuz etkiler (Kocabağ, 2018; Rana vd., 2016) .

Mermer plakaların yüksek su emme oranı ve zayıf mekanik özellikleri (düşük eğilme dayanıcı ve darbe direnci) nedeniyle yüksek dayanıma sahip olan kuvars kompozit plakalar, günümüzde büyük ilgi görmektedir. Kompozit plaka üretiminde agrega kuvarstan (63-1200 µm) ağırlıkça %66, mikronize kuvarstan (<45 µm) ise yaklaşık %27 oranında kullanılmaktadır (Arıcı vd., 2019; Peng ve Qin, 2018). Kuvars mineralinin korozyon direnci ve fiziksel özelliklerinden kaynaklı olarak, hem iri boyutta agrega olarak hem de mikronize boyutta dolgu malzemesi olarak kullanımı nedeniyle kompozit plaka ürünü fiziksel özellikleri iyileşmektedir (Borsellino vd., 2009; Santos vd., 2019; Tunç, 2021). Kuvars; Mohs ölçeğine göre 7 sertliği ile doğadaki en sert minerallerden biridir. Agregaya kuvars üretimi nispeten ucuzdur. Fakat dolgu malzemesi olarak mikronize kuvars öğütme işlemi yüksek oranda enerji tükettiği için, nispeten maliyetli bir fiziksel süreçtir (de Bakker, 2014). Ayrıca tane boyutu inceldikçe, özellikle silikozis nedeniyle kuvarsın sağlığa olumsuz etkileri de arttığından dolayı işletmelerde iş güvenliği kaygıları da artmaktadır.

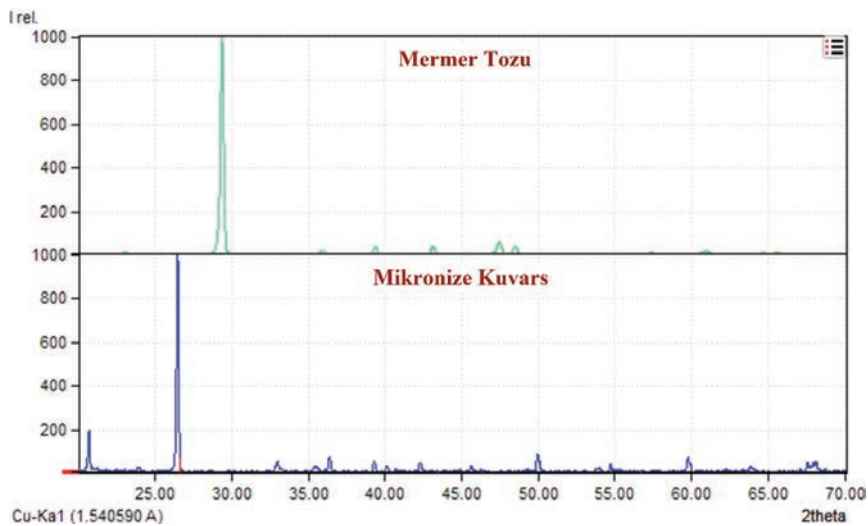
Yapılan boyuta göre sınıflandırma çalışmaları; mermer çamurunun, kuvars kompozit plaka üretiminde dolgu malzemesi olarak kullanılan mikronize kuvars ile yakın boyut dağılımına sahip olduğunu ortaya koymuştur (Gazi vd., 2012; Güler ve Polat 2018). Dolayısıyla çevresel risk oluşturan mermer tozunun; kompozit plaka üretiminde dolgu malzemesi olarak kullanılması; mermer tozundan kaynaklı çevresel riskleri azaltma potansiyeline sahiptir. Ayrıca mikronize kuvars kullanımından kaynaklanan üretim maliyetleri ve çevresel etkileri de mermer tozu kullanımı ile azalacaktır.

Mermer tozunun kompozit plaka üretiminde dolgu malzemesi olarak kullanımında mineralojik faz dağılımından kaynaklı ürün kalitesine olumsuz etkinin azaltılması için etkin karıştırma ile dolgu karışımının hazırlanması gerekir. Mermer tozunun temel mineralojik fazının düşük sertlikteki kalsit olması, karışım hazırlama açısından kaygı oluşturmaktadır. Çünkü mineral sertliği ile kırılma davranışı arasında zıt ilişki vardır: sert mineraller nispeten daha düşük oranda kırılabilirlik özelliği gösterirler (Tong vd. 2013). Cho ve Luckie (1995) ve Tong vd (2013) yaptıkları deneysel çalışmada sert minerallerin daha iri boyutta kalırken yumuşak minerallerin daha ince boyuta öğündüğünü göstermiştir. Velázquez vd (2008) öğütücü ortama ilave olarak sert minerallerin de seçici kırılmada etkili olduğunu ve yumuşak minerallerin seçici öğünmesine neden olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışma kapsamında farklı oranlarda mermer tozunun, kuvars kompozit plaka üretiminde dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Mineralojik olarak homojenliğin sağlanması için mermer tozu mikronize kuvars ile düşük şarjlı çubuklu değirmende karıştırılarak dolgu malzemesi hazırlanmıştır. Mineralojik olarak düşük sertlikteki kalsitten oluşan mermer tozunun kompozit plaka fiziksel özelliklerine etkisi eğilme dayancısı, darbe direnci ve su emme oranı testleri ile incelenmiştir.

MALZEME VE YÖNTEM

Deneysel çalışmalarda kullanılan mermer çamuru Ermaş Madencilik A.Ş. Yatağan Mermer İşleme Tesisinden temin edilmiştir. Mikronize kuvars dolgu malzemesi de yine aynı firmadan (Ermaş Madencilik Coante Quartz Surfaces Tesisi) alınmıştır. Dolgu örnekleri ve karışımlarının karakterizasyonu XRD, XRF, SEM ve boyut analizi testleri ile gerçekleştirilmiştir. XRF testleri, dolgu malzemelerinin oldukça saf olduğunu, mermer tozunun %55,92 CaO ve mikronize kuvarın %98,05 SiO₂ içerdiğini ortaya koymuştur. XRD çalışması mermer tozunun bileşimindeki tek kristalin fazın kalsit (CaCO₃) olduğunu ve mikronize kuvars dolgu malzemesinin ise sadece kuvars minerali (SiO₂) içerdiğini göstermiştir (Şekil 1). En belirgin kalsit XRD piki 2θ 29.5°'de, kuvars pikleri ise 20.7° ve 26.5°'de elde edilmiştir (Booncharoen et al., 2011; Rohmawati vd., 2019). Malvern Mastersizer ile gerçekleştirilen boyut dağılımı testleri ise dolgu malzemelerinin birbirine yakın boyut dağılımına sahip olduklarını göstermiştir: mermer tozunun %90'ının -46.5 µm, mikronize kuvarın ise -42.2 µm boyutunda olduğu belirlenmiştir.



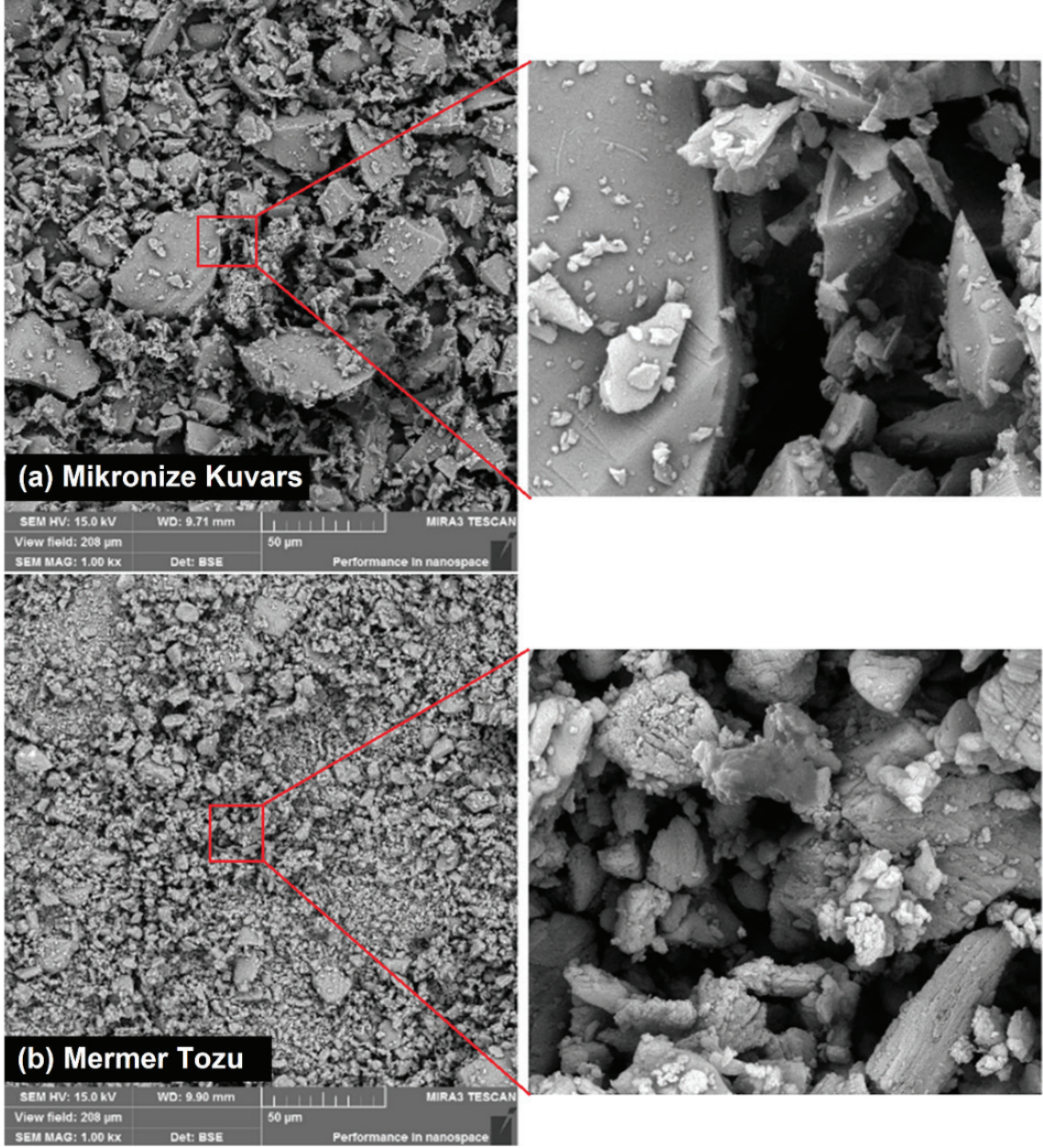
Şekil 1. Dolgu malzemesi olarak kullanılan mermer tozu ve mikronize kuvarın XRD desenleri

Plaka üretimi, dolgu malzemesi olarak %25, %50, %75 ve %100 oranında mermer tozu kullanılarak yapılmıştır. Yüzdeler olarak geri kalan kısım ise mikronize kuvarstan oluşmaktadır. Co-ante Quartz Surfaces fabrikası ürünü olan ve sadece mikronize kuvarsin dolgu malzemesi olarak kullanılarak üretildiği kompozit plaka (ürün kodu: STYL100320-1) %0 mermer tozu içerene ürün olarak değerlendirilmiştir. Dolgu karışımları; düşük şarjlı (%5) çubuklu değirmen ile 4 dakika süre ile karıştırma yapılarak hazırlanmıştır. Karıştırma süresi ve çubuk şarj oranı en az öğütmeyi sağlayacak şekilde ön deneylerle belirlenmiştir. Çubuklu değirmende hazırlanmış karışım; ek işleme tabi tutulmadan kuvars kompozit plaka üretiminde dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. Mermer tozunun, üretilen plakanın fiziksel özelliklerine etkisi eğilme dayancı, darbe direnci ve su emme oranı testleri ile araştırılmıştır. Bu testlerin uygulanışı ve deney düzeneği önceki çalışmalarda detaylı olarak açıklanmıştır (Arıcı vd., 2019; Callister ve Rethwisch, 2018; Sarıışık vd., 2016).

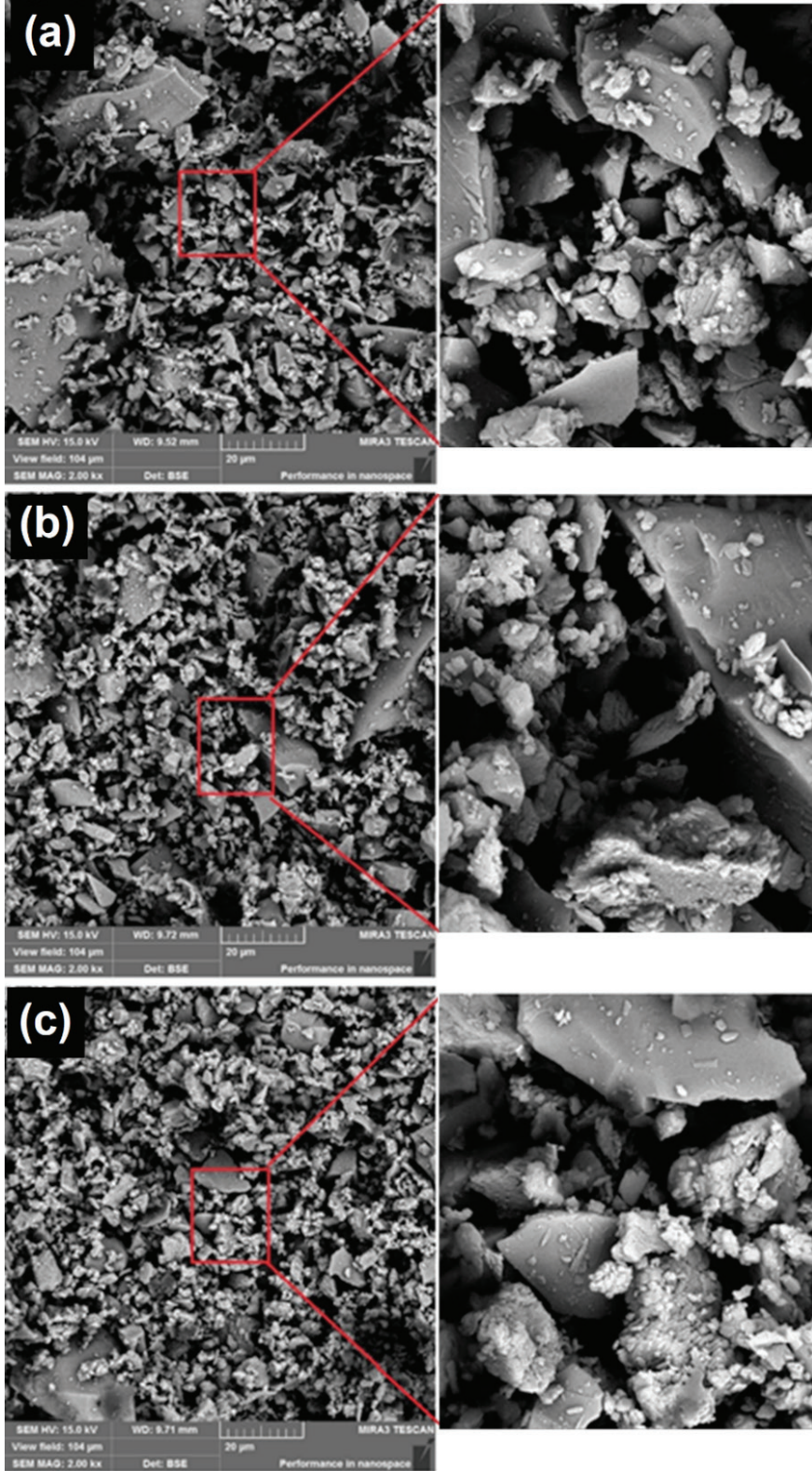
BULGULAR VE TARTIŞMA

Dolgu malzemesi olarak kullanılan mermer tozu ve mikronize kuvarsin tane yapısını incelemek amacıyla SEM görüntüleme çalışması yapılmıştır (Şekil 2). Mikronize kuvarsin özellikle darbe etkisi sonucu oluştuğu düşünülen keskin kenarlı, düzgün yüzeyle ve nispeten yassı görünümlü parçacıklar içerdiği tespit edilmiştir. Küresellikten uzak tane yapısı kuvars örneğinin çubuklu/bilyalı değirmen ürünü olduğunu göstermektedir (Dehghani vd., 2019; Ulusoy, 2008). Mermer işleme tesisinden alınan çamur öncelikle susuzlandırma ve kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma sonrası aglomere olan mermer tozu üzerinde, taneler arası zayıf fiziksel bağları kopararak birbirinden ayırmak için düşük çubuk şarjlı (%5) değirmende 4 dakika süre ile öğütme/karıştırma işlemi uygulanmıştır. Serbestleştirilen mermer tozunun düzensiz, yarı küresel, iğne şekilli ve tane bütünlüğü zayıf talaş görünümlü parçacıklar içerdiği belirlenmiştir. Tane kırılış şekli ve tane bütünlüğü görüntülerinden mermer tozunun öğütme ürünü olmadığı, talaş şekilli tane yapısı nedeniyle tozun kesim ürünü olduğu SEM görüntüsünden açık bir şekilde ayırt edilebilmektedir (Zhou vd., 2021).

SEM görüntüleme çalışması; dolgu malzemesi karışımını karakterize etmek amacıyla da uygulanmıştır (Şekil 3). SEM görüntü analizi; çubuklu değirmen ile karıştırma işleminin başarılı olduğunu ve homojen dağılım gerçekleştiğini göstermektedir. Mermer tozu oranı artışı ile dolgu karışımında kuvars tanelerinin keskin köşelerinde kalsit birikmesi daha fazla belirginleşmiştir. Saf mikronize kuvars örneği SEM görüntüsü (Şekil 2.a) ile karşılaştırıldığında karışımdaki kuvars tanelerinin görünümünde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Talaş şekilli mermer tozu tanelerinin oranı ise karıştırma işleminden sonra dolgu karışımında azalmıştır. Bu tür taneler %25 mermer tozu içeren karışımda çok düşük oranda gözlenirken mermer tozu yoğunluklu karışımların SEM görüntülerinde ise daha kolaylıkla ayırt edilmektedir. Çubuklu değirmende düşük oranda çubuk şarjı ile gerçekleştirilen karıştırma işlemi sonucu yüksek sertlikteki kuvars taneleri öğütme işleminden çok az etkilenmiştir. Buna karşın daha düşük sertlikteki mermer tanelerin tane şekli değişmiş ve kısmi öğünmeye uğramıştır. Bu değişim öğütücü ortamın etkisine ilave olarak kuvarsin mermer tozunu öğütme potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir. Sert mineraller düşük sertlikte minerallerden daha düşük kırılma oranına sahiptir (Tong vd., 2013). Bu nedenle sert kuvars minerali oranındaki artış ile tane bütünlüğü zayıf talaş şeklindeki mermer tozu taneleri nispeten daha ince boyutlara inmiştir (Cho ve Luckie, 1995; Güler vd., 2014; Tong vd., 2013; Velázquez vd., 2008).

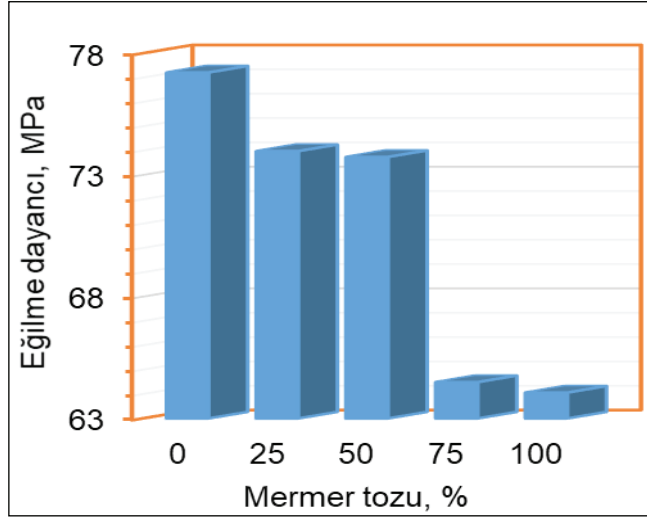


Şekil 2. Mermer tozu ve mikronize kuvars dolgu malzemelerinin SEM görüntüleri

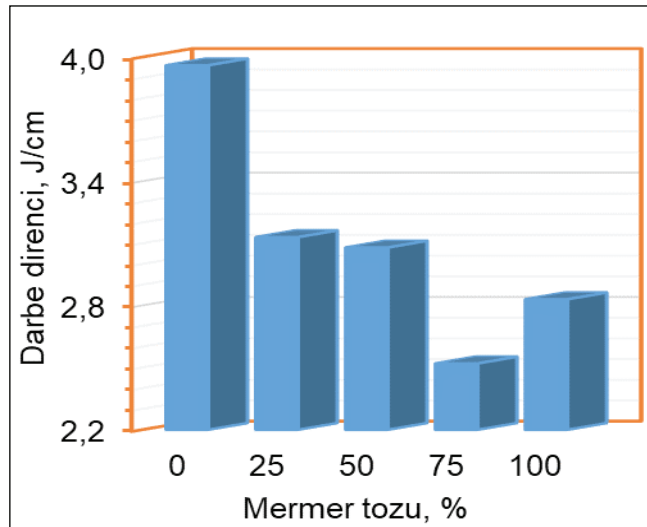


Şekil 3. Düşük şarjlı bilyalı değirmende hazırlanmış (a) %25, (b) %50 ve (c) %75 mermer tozu içeren dolgu karışımlarının SEM görüntüleri

Hazırlanan karışımların kuvars kompozit plaka fiziksel özelliklerine etkisi; eğilme dayancı, darbe direnci ve su emme oranı testleri ile ortaya konulmuştur. Şekil 4'te mermer tozu kullanım oranına bağlı olarak eğilme dayancındaki değişim görülmektedir. Mermer tozunun kullanılmadığı (%0) dolgu karışımı verisi, sadece mikronize kuvars ile üretilen referans kuvars kompozit plakadan ölçülen değeri göstermektedir. Mermer tozunun %50'ye kadar artırılması eğilme dayancında hafif düşüşe neden olurken daha yüksek değerlerdeki düşüş dikkat çekici oranda olmuştur. Benzer bir eğilim darbe direnci değerinde de gözlenmiştir (Şekil 5). Fakat farklı oranlarda kullanım durumunda mermer tozunun darbe direncine etkisi referans plaka değeri ile karşılaştırıldığında sınırlı düzeyde kalmıştır. Mermer tozu ile en iyi sonuçlar benzer şekilde %50'ye kadar uygulandığında elde edilirken daha yüksek oranda mermer tozu kullanıldığında darbe direncinde hafif değişim olmuştur. Bununla birlikte dolgu malzemesi olarak mermer tozu kullanılarak hazırlanan kompozit plakaların (eğilme dayancı: ~70 MPa; darbe direnci: 3,20 J/cm) doğal mermer plakaya (eğilme dayancı: 10,14 MPa; darbe direnci: 1,42 J/cm) oranla çok yüksek mekanik değerler vermesi mermer tozunun kompozit plaka üretimi amacıyla önemli bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur.

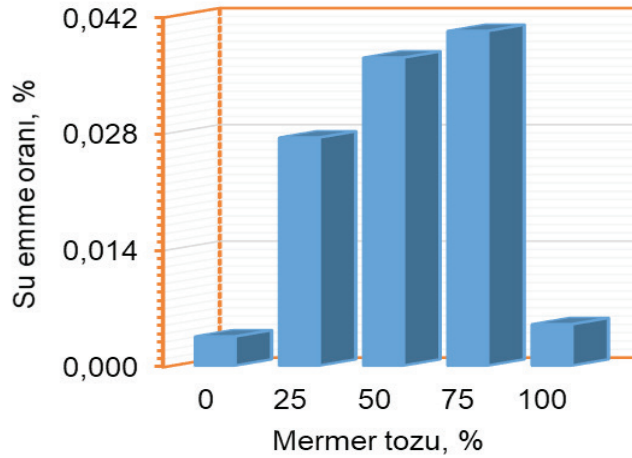


Şekil 4. Mermer tozunun kuvars kompozit plaka eğilme dayancına etkisi



Şekil 5. Mermer tozunun kuvars kompozit plaka darbe direncine etkisi

Kompozit plaka gözenekliliğindeki değişim su emme oranını belirlemektedir. Bu oranın artması ise durağan sulu ortamın mikroorganizma gelişimi için uygun koşullar oluşturması nedeniyle sıhhi açıdan istenmeyen durum oluşturmaktadır. Bu nedenle son yıllarda düşük su emme oranından dolayı kuvars kompozit plaka artan oranda tercih edilmektedir. Kullanılan dolgu malzemesinin kompozit plaka yapısının sıklığına etkisi su emme testleri ile belirlenerek Şekil 6'da verilmiştir. Referans plaka değeri ile karşılaştırıldığında dolgu malzemesi içindeki mermer tozu arttıkça kompozit plaka su emme oranı hızla artmıştır. Bu durum yüksek oranda mermer tozu ile hazırlanan dolgu karışımının kompozit plaka gözenekliliğini artırdığını göstermektedir (Borsellino et al., 2009; Lee et al., 2008; Pathri et al., 2017). Dolgu malzemesi olarak sadece mermer tozu kullanımı durumunda ise mikronize kuvarsin öğütme etkisi ortadan kalktığı için referans plaka verisine yakın su emme değeri elde edilmiştir.



Şekil 6. Mermer tozunun kuvars kompozit plaka su emme oranına etkisi

Dolgu malzemesinin çubuklu değirmende hazırlanma sürecinde ve/veya kompozit plaka üretim sürecinde uygulanan titreşim ve vakum koşullarında sert mikronize kuvars ile nispeten yumuşak mermer tozu arasında etkileşim gerçekleşir (Cho ve Luckie, 1995; Güler vd., 2014; Tong vd., 2013; Velázquez vd., 2008). Bu süreçte tane şekli ve boyutunda gerçekleşen olası değişikliğin sıkı bir plaka yapısı oluşumunu olumsuz etkilemesi sonucu mermer tozu artışı ile kompozit plaka mekanik özellikleri kötüleşirken su emme oranı artmıştır. Mermer tozu oranı artışı ile agrega kuvars taneleri arasındaki boşlukların etkin bir şekilde dolgu malzemesi ile doldurulamaması ve düşük oranda kullanılan (~%7) polimer fazın taneleri birbirine bağlayacak yeterlilikte olmaması, üretilen plakanın fiziksel özelliklerinin referans kuvars kompozit plakaya göre zayıf olmasına neden olmuştur (Arıcı vd., 2019; Borsellino et al., 2009; Krstic and Erickson, 1988; Lee et al., 2008). Dolgu malzemesi olarak sadece mermer tozu (%100) kullanımı durumunda kompozit plaka eğilme dayancı (64,06 MPa) %75 oranında mermer tozu kullanımına göre (64,49 MPa) hemen hemen aynı kalırken darbe direncinde hafif iyileşme görülmüştür. Mekanik test verilerinin aksine su emme oranı, dikkate değer iyileşme (%0,0402'den %0,0050'ye düşmüştür) sonucu referans kompozit plaka su emme oranı değerine (%0,035) yaklaşmıştır. Fiziksel test sonuçlarındaki bu değişim dolgu malzemesi hazırlama sürecinde sert mikronize kuvarstan kaynaklı mermer tozu öğünme sorunu ortadan kalkması, vakum ve titreşim altında plaka üretim sürecinde iri agrega kuvarsin mermer tozuna etkisinin sınırlı kalması, ince boyuta indikçe tanelerin kırılma ve/veya çatlak oluşma dirençlerinin artması ve özel-

likle talaş görünümlü tane bütünlüğü zayıf mermer tozu tanelerinin mekanik kuvvetler altındaki davranışı ile açıklanmıştır (Garcia et al., 2002; Tong vd., 2013; Tsai, 2013; Velázquez vd., 2008).

SONUÇLAR

Ekonomik kayba neden olan ve çevresel risk oluşturan mermer işleme tesisi çamura artıklarının mikronize kuvars ile birlikte kompozit plaka üretiminde dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği bu çalışma kapsamında araştırılmıştır. XRD, XRF ve boyut analizi ile yapılan karakterizasyon testleri; dolgu malzemelerinin yüksek saflıkta olduğunu ve yakın boyut dağılıma sahip olduğunu ortaya koymuştur. SEM görüntü incelemesi kuvarsin özellikle darbe etkisi sonucu oluştuğunu, keskin kenarlı, düzgün yüzeyli ve nispeten yassı görünümlü parçacıklar içerdiğini, mermer tozunun ise düzensiz, yarı küresel, iğne şekilli ve tane bütünlüğü zayıf talaş görünümlü parçacıklar içerdiğini göstermiştir. Farklı oranda kuvars ve mermer tozu karışımı içeren dolgu malzemesi homojen karışımı sağlamak için düşük çubuk şarjı (%5) içeren çubuklu değirmende 4 dakika karıştırma işlemine tabi tutularak plaka döküm için hazırlanmıştır. Karıştırma sürecinde yüksek sertlikteki kuvars tanelerinin düşük sertlikteki mermer tozu tanelerini öğüttüğü, bu nedenle üretilen kompozit plakanın fiziksel özelliklerinin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Dolgu karışımındaki mermer tozu oranının artışı ile fiziksel özellikler kötüleşmiştir. Bununla birlikte farklı oranlarda mermer tozu ile üretilen kompozit plakaların fiziksel özelliklerinin doğal mermer plakaya oranla çok iyi olduğu ve referans kuvars kompozit plaka fiziksel verilerine yakın değerler verdiği belirlenmiştir. Mermer tozunun; yüksek mekanik dayanıma sahip kompozit plaka üretimi amacıyla %50 oranına kadar kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, örnek temini, kompozit plaka üretimi ve fiziksel testler konusundaki desteklerinden dolayı Ermaş Madencilik firması Coante Quarz Surfaces ve Yatağan Mermer İşleme Tesisi yetkililerine teşekkür eder.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma kapsamında geliştirilen kompozit plaka üretim sürecinin patentlenmesi ile ilgili yasal süreç devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Albalak, R. (2012). Engineered Stone and Methods of Manufacturing Same. U.S. Patent No. 2012/0196087 A1.
- Arıcı, E., Ölmez, D., Özkan, M., Topçu, N., Çapraz, F., Deniz, G., ve Altınyay, A. (2019). Kuvars yüzeylerde mekanik dayanım ve yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19, 326-332.
- de Bakker, J. (2014). Energy use of fine grinding in mineral processing. Metallurgical and Materials Transactions E, 1, 8-19.
- Booncharoen, W., Jaroenworoluck, A., ve Stevens, R. (2011). A synthesis route to nanoparticle dicalcium silicate for biomaterials research. Journal of Biomedical Materials Research Part B, 99B (2), 230-238.
- Borsellino, C., Calabrese, L., ve Bella, G.D. (2009). Effects of powder concentration and type of resin on the performance of marble composite structures. Construction and Building Materials, 23(5), 1915-1921.

- Callister, W.D., ve Rethwisch, D.G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.) Wiley.
- Cho, H., ve Luckie, P.T. (1995). Investigation of the brakage properties of components in mixtures ground in a batch ball-and-race mill. *Energy and Fuels*, 9, 53.
- Dehghani, F., Rezaie, B., Sachan, A., ve Ghosh, T. (2019). Effects of grinding on particle shape: Silica and magnetite, SME Annual Conference & Expo and CMA 121st National Western Mining Conference- Smart Mining: Resources for a Connected World (pp. 438-441), Denver, Colorado, USA.
- Garcia, F., Le Bolay, N., ve Frances, C. (2002). Changes of surface and volume properties of calcite during a batch wet grinding process. *Chemical Engineering Journal*, 85(2-3), 177-187.
- Gazi, A., Skevis, G., ve Founti, M.A. (2012). Energy efficiency and environmental assessment of a typical marble quarry and processing plant. *Journal of Cleaner Production*, 32, 10-21.
- Güler, T., Aktürk, S., ve Özer, A. (2014). Preconcentration of Muğla/Köyceğiz olivines by comminution, 14th International Mineral Processing Symposium (pp.779-785), Kuşadası, Turkey.
- Güler, T., Polat, E., 2018. Mermer çamuru karakterizasyonu ve potansiyel kullanım alanları. In T. Güler, E. Polat (Eds.), *Mermer Madencilğinde Çevresel Yaklaşımlar* (ss.205-218) Muğla Büyükşehir Belediyesi, Muğla.
- Kocabağ, D., 2018. Sürdürülebilir madencilik bağlamında mermer sanayi ve mermer atıklarının değerlendirilmesi. In T. Güler, E. Polat (Eds.), *Mermer Madencilğinde Çevresel Yaklaşımlar* (ss.51-92) Muğla Büyükşehir Belediyesi, Muğla.
- Krstic, V.D., ve Erickson, W.H. (1988). Effect of porosity and stress concentration associated with pores on elastic creep by crack growth in brittle solids. *Journal of Materials Science*, 23, 4097-4102.
- Lee, M.Y., Ko, C.H., Chang, F.C., Lo, S.L., ve Lin, J.D. (2008). Artificial stone slab production using waste glass, stone fragments and vacuum vibratory compaction. *Cement and Concrete Composites*, 30(7), 583-587.
- Liguori, V., Rizzo, G., ve Traverso, M. (2008). Marble quarrying: An energy and waste intensive activity in the production of building materials. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 208, 197-207.
- Pathri, B.P., Chaudhary, R., Mali, H.S., ve Nagar, R. (2017). Abrasion wear characterization of natural stones subjected to foot traffic and correlation between abrasion and mechanical properties. *i-manager's Journal on Material Science*, 4(4), 10-17.
- Peng, L., ve Qin, S. (2018). Mechanical behaviour and microstructure of an artificial stone slab prepared using a SiO₂ waste crucible and quartz sand. *Construction and Building Materials*, 171, 273-280.
- Rana, A., Kalla, P., Verma, H.K., ve Mohnot, J.K. (2016). Recycling of dimensional stone waste in concrete: A review. *Journal of Cleaner Production*, 135, 312-331.
- Rohmawati, L., Sholicha, S.P., Holisa, S., ve Setyarsih, W., 2019. Identification of phase CaCO₃/MgO in Bangkalan dolomite sand as an antibacterial substance. *Journal of Physics: Conference Series*. 1417, 012001.
- Santos, G.G., Crovace, M.C., ve Zanotto, E.D. (2019). New engineered stones: Development and characterization of mineral-glass composites. *Composite Part B*, 167, 556-565.
- Sarıışık, G., Özkan, E., Kundak, E., ve Akdaş, H. (2016). Classification of parameters affecting impact resistance of natural stones. *Journal of Testing and Evaluation*, 44(4), 1650-1660.
- Tong, L., Klein, B., Zanin, M., Quast, K., Skinner, W., Addai-Mensah, J., ve Robinson, D. (2013). Stirred Milling Kinetics of Siliceous Goethitic Nickel Laterite for Selective Comminution. *Minerals Engineering*, 49, 109-115.
- Tsai, W.-T. (2013). Microstructural characterization of calcite-based powder materials prepared by planetary ball milling. *Materials*, 6(8), 3361-3372.
- Tunç, S. (2021). The Investigation of the Use of Marble Plant Wastes in Composite Slab Production, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Velázquez, A.L.C., Menéndez-Aguado, J.M., ve Brown, R.L. (2008). Grindability of lateritic nickel ores in Cuba. *Powder Technology*, 182(1), 113-115.
- Ulusoy, U. (2008). Application of ANOVA to image analysis results of talc particles produced by different milling. *Powder Technology*, 188(2), 133-138.
- Zhou, J., Lin, J., Lu, M., Jing, X., Jin, Y., ve Song, D. (2021). Analyzing the effect of particle shape on deformation mechanism during cutting simulation of SiC P/Al composites. *Micromachines*, 12, 953.

GEÇMİŞ VE GELECEK ENTEGRASYONUN MOBİLYA TASARIM ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

EXAMINATION OF PAST AND FUTURE INTEGRATION ON FURNITURE DESIGN EXAMPLE

B. Kanatlı^{1,*}

*¹Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Öğrencisi*

*(*Sorumlu yazar: badekanatli@hotmail.com)*

ÖZET

İnsan geleneklerine bağlı yaşayan ve bu gelenekleri nesiller boyunca aktaran varlıklar oldukları için, geçmişin izlerinden hiçbir zaman vazgeçemezler. Yaşadıkları mekânlarda ve kullandıkları mobilyalarda, geçmişin izlerini görmek her zaman mümkündür. Çünkü geçmişten gelen herhangi bir iz, her daim insanın kendi özünü bulmasına yardımcı olmaktadır. Teknolojinin hayatımıza girmesiyle birlikte köklü değişiklikler yaşayan insan, bulunduğu mekânı aynı ölçüde değiştirmek zorunda kalmıştır. Teknolojinin tasarıma doğrudan yansımaya rağmen, insan geçmiş ve gelecek arasında her zaman bağlantı kurmaya çalışmıştır. Bu durum tasarımın daha çok gelişmesine ve insanın hem yaşadığı mekânda hem de kullandığı mobilyalarda her zaman geçmişinden bir iz bulmasına yardımcı olmaktadır. Bu noktada geleneksel bir ürün olan doğal taşın bize, geçmişimizden bir iz sunduğunu söyleyebiliriz. Tüm bu modern sistemin içerisinde bizi geçmişten koparmadan ve gelecekle entegre eden bir malzeme olan doğal taş, mobilya tasarımında geçmiş ve geleceğin entegrasyonunu ortaya koymak için bir yaklaşım modeli oluşturmamıza yardımcı olacaktır. Bu bağlamda çalışmada doğal taş malzemesi odağa alınarak, sosyal alanlar için tasarlanmış olan örnek model üzerinden geçmiş ve gelecek kavramlarının mobilya tasarımı üzerindeki etkileri araştırması amaçlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Doğal Taş, Mobilya Tasarımı, Geçmiş ve Gelecek

ABSTRACT

As they are beings who live by human traditions and pass these traditions down through generations, they can never give up the traces of the past. It is always possible to see the traces of the past in the places they live and the furniture they use. Because any trace from the past always helps people find their own essence. With the introduction of technology into our lives, people who have experienced radical changes have had to change their place to the same extent. Despite the direct reflection of technology on design, people have always tried to establish a connection between the past and the future. This situation helps the design to develop more and to always

find a trace of the past both in the place where people live and in the furniture they use. At this point, we can say that natural stone, which is a traditional product, offers us a trace of our past. Natural stone, which is a material that integrates us with the future without breaking away from the past in this modern system, will help us to create an approach model to reveal the integration of the past and the future in furniture design. In this context, it is aimed to investigate the effects of the concepts of past and future on furniture design through the sample model designed for social areas by focusing on natural stone material in the study.

Keywords: Natural Stone, Furniture Design, Past and Future

GİRİŞ

“Taşlar bir veya birden fazla mineralin bir araya gelmesiyle oluşmuştur” (Yazgan Serinkaya, 2017). Doğal görüntüsü, özel dokusu ve dayanıklılığının yüksek olması ise tercih sebebidir. Çağlar boyunca taşta birçok işlev yüklenmiştir. Hatta kullanıldıkları dönemlerdeki işlevleri ile tarihe ışık tutarak, çağların isimlerini oluşturmuşlardır. Urartu medeniyetiyle birlikte ise, taş işleme tekniği bir zanaat olarak ortaya çıkmıştır. Bu sebeple, tarihsel süreç içerisinde önemli bir yere sahip olan taş malzeme, her medeniyette farklı amaçlar için kullanılmıştır (Can ve Özipek, 2017). Doğal taş, insan tarafından herhangi bir tahribata maruz kalmadığı sürece yüzlerce yıl ayakta kalabilen bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla, çağlar arasında kültür ve teknoloji aktarımını sağlamaktadır. Bu noktada gelişen toplumların, sahip oldukları kültürel ve teknolojik imkânları insan ihtiyaçlarına yönelik tasarımlarda kullanılması, doğal taşın tarihsel süreç içerisindeki yerinin belirlenmesine ve tasarımla ilişkisindeki gelişim düzeylerine işaret edilmektedir.

Tasarım bir bütündür. Malzemesi, teknolojisi ve kullanım amacıyla gelişerek, geçmişin izleriyle şekillenmektedir (Boyla, 2012). İnsan duyularıyla algılanan tasarım, bir nesne veya sistemin amaçlanan sonucuna göre tanımlanan sanatsal ve bilimsel faaliyetlerin tümünü kapsamaktadır (Akgün, 2017). Tasarımlar, dönemin koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Tasarım süreci ise, istenilen ürünün hayata geçirilebilmesi için gerekli işlemler dizisi olarak tanımlanabilmektedir. Aynı zamanda, insan ihtiyacından doğan işlevsel süreç, tasarımdaki estetik çerçeveyi ortaya koymasını kapsamaktadır.

Mobilya, insan ihtiyaçlarını karşılayan hareketli nesnelere olarak tanımlanmaktadır (Eti, 1996). Tarihsel süreç içerisinde insanın mekân içerisindeki hareketini anlamlı kılan mobilya tasarımları, eski çağlarda araç olarak kullanılmaktaydı ve bulunduğu coğrafi koşullardaki malzemelere göre şekillenmekteydi. Ancak günümüzde sosyal hayatın devamlılığını sağlamak için bir ihtiyaç haline alan mobilyalar, tasarım ve malzeme konusunda da gelişim göstermektedir. Eski çağlarda statü belirtisi olarak kullanılan mobilyalar günümüzde, aynı anlayış ile sosyal hayat içerisinde olan insanın konumunu, ekonomik ve sosyal yaşamını işaret eden önemli bir noktadadır. Antik dönemden bu yana sürekli gelişim gösteren mobilyalar, üretildikleri döneme uygun malzeme ve teknikler ile ortaya koyulması sebebiyle, tarihsel süreç içerisinde çeşitlilik göstermektedir.

İnsanın yakınındaki malzemeyi kullanması, onun alışagelmış bir davranışıdır. Çünkü insan, tanıdığı bir nesneyi daha kolay kullanabilir ve yeni kullanım alanlarına entegre edebilir (Yazgan Serinkaya, 2017). Yaşadığımız coğrafyada eski çağlardan beri bulunan taş, doğallığı nedeniyle hayatın her alanında ve her döneminde sıklıkla tercih edilen ve evrensel nitelik taşıyan sürdürülebilir bir anlayışa sahiptir. Bu sebeple, insanın geçmişine bir pencere açan ve geleceğine ayna tutan bir malzeme olarak tanımlanabilmektedir (Can ve Özipek, 2017).

Bu bilgiler ışığında çalışmada, geleneksel bir malzeme olan doğal taşın; tasarım, malzeme ve te-

knoloji birlikteliği ile mobilya tasarıma etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. İlk olarak tasarım, malzeme ve teknoloji kavramları çerçevesinde alan yazın taraması yapılarak, mobilya tasarımın geçmiş ve gelecek arasındaki bağı ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Ardından sosyal alanlar için tasarlanmış olan model örneği tasarım, malzeme ve teknolojinin birlikteliğinden doğan sonuçlar bağlamında değerlendirilerek, geçmiş ve gelecek entegrasyonunun mobilya tasarımı çerçevesinde incelenerek evrensel nitelik taşıyan yeni bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır. Bu noktada söylen-ebilen, doğal taşın tarihsel sürecinin ilk çağlara dayanması ve tasarımcı ile kullanıcıyı doğrudan geçmişine bağlamasıdır. Ayrıca doğal taşın, günümüz teknolojisiyle uyumlu olarak, ihtiyaca uygun bir biçimde işlenmesi ile birlikte geleceğe ışık tutmaya devam edeceği düşünülmektedir. Bu bağlamda insanlık tarihinden bir değer olan doğal taş, bugünde veya gelecekte değerlendirildiğinde sağlıklı, ekolojik ve estetik değerlere sahip mobilya tasarımların oluşturulması mümkün olacağı sonucuna varılmaktadır. Dolayısıyla, doğal taşın mobilya bağlamında evrensel niteliğinin devam edeceği düşüncesi, çalışmanın özgün değerini oluşturacağı yönündedir.

TASARIM: MOBİLYA TASARIMI

Tasarım, disiplinlerin tamamında pratikte ortaya koyulan nesnelere yönelik karşılanması beklenen fonksiyonelliğin yanı sıra, estetik bir temsil biçimi olma özelliği taşımaktadır. Bulunduğu toplumun tarihsel süreci çerçevesinde sahip olduğu tüm özellikleri içerisinde barındıran tasarımın pratikteki bu özelliği, yapma dili olarak tanımlanmaktadır (Girard, 1990; akt. Bezci ve Dündar Türkan, 2017). Yapma dili, tasarımı oluşturmak için ortaya koyulan eylemlerin hedefini nesnelere aktararak, anlam yüklenmesine dayandırılmaktadır. Dolayısıyla, geçmişten günümüze gelen her tasarım; ister kurgusal ister nesnel olarak devamlılığını sürdürsün, yapma dili sayesinde vermek istediği mesajı doğrudan aktarmaktadır. Tasarlama eylemi olarak tanımlanan yapma dili insana, nesnenin tasarlandığı ve üretildiği döneme ait bazı bilgiler vermektedir. Bu sebeple, tasarlanan her nesnede olduğu gibi mobilya tasarımında da yalnızca insan ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik değil; aynı zamanda geçmişin izlerini ve geleceğin yansımalarını içeren birçok bilgiyi bulmanın mümkün olacağı bildirilmektedir.

Mobilya tasarımı, insanın günlük yaşamının bir parçasıdır. Bu sebeple, eski zamanlarda beri ortaya koyulmuş olmasına rağmen yalnızca ait oldukları dönemin toplumsal yapısını değil, aynı zamanda teknolojik boyutunu ve sanat anlayışını da gözler önüne sermektedir. Ancak bugünün değer yargıları ile geçmişin tasarım anlayışının yargılanması anlaşılabilir değildir. Yalnızca tarihsel süreç içerisinde yol gösterici bir rehber olarak kullanılabilir. Ayrıca insan davranış biçimleri, var olduğundan beri gelişen bir etkileşimin sonucudur. Buna bağlı olarak, kullanılan nesnelere tarihsel süreç içerisindeki gelişimi insanın yaratıcılığına bağlı olarak değişmiştir. Örneğin, atalarımızın oturduğu kaya parçası günümüzün yüksek teknolojisi ile koltuk ve sandalyelere dönüşmüştür. Nesnelere verilen biçim, toplumların düşünce yapısını ve yaşam özelliklerini yansıtan halkalar ile bir zincir sarmalına dönüşmesine benzetilmektedir. Çünkü her bir halka bir sonraki ile benzerdir (Boyla, 2012). Dolayısıyla, halkaların her biri bulunduğu dönemin sosyal, kültürel ve ekonomik boyutlarını içerisinde barındırdığını söyleyebiliriz. Bu bağlamda, kullandığımız mobilya tasarımlarında kültürel kodlar ile geçmişten günümüze aktarılan izlere rastlanması oldukça yüksek bir orandır.

MALZEME: MOBİLYA TASARIMINDA MALZEME SEÇİMİNİN ÖNEMİ

Malzeme, bir amaç doğrultusunda ürün elde etmek için kullanılacak doğal veya yapay olarak üretilmiş olan materyal olarak tanımlanabilir. Tarihsel süreç içerisinde insan ihtiyaçlarını karşıla-

maya yönelik kullandığı nesnelere, yaşadığı coğrafi bölgede yer alan ağaç, taş gibi doğada kolaylıkla bulabileceği malzemelerden üretmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte toplumlar modernleşmiş ve insan ihtiyaçları da değişmiştir. Evrendeki her alanda gözlemlenen değişim, mimari alanda da yeni malzemeler ve üretim tekniklerini ortaya çıkarmıştır. Ancak, insanlık tarihi boyunca mimarlık disiplinin temel yapı malzemesi olan doğal taş, zamansızlığı ve sürdürülebilirliği ile evrende sonsuzluğa ulaşmak isteyen tasarımcıların gözde malzemesi olmuştur. Bu sebeple, yüzyıllar boyunca önemini kaybetmeden varlığını sürdüren doğal taş, sürdürülebilir arayışın vazgeçilmez bir öğesi olduğunu söyleyebiliriz.

Tarih boyunca çeşitli üretim biçimleriyle işlenen taş malzeme, sanayileşmenin insan hayatına girmesiyle birlikte yeni teknikler aracılığıyla çözümlenmiştir. Doğal taş, günümüz endüstrisinin bir parçası haline gelse dahi yüzlerce yıldır doğada şekillenerek, ait olduğu kültürün gizemini içinde bulunduran ayrıcalıklı bir malzemedir (Can ve Özipek, 2017). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte önceleri strüktürel yapı malzemesi olarak kullanılmış olan doğal taş, günümüzde işlem kolaylığı nedeniyle kaplama malzemesi veya ürün tasarımında ana malzeme olarak da kullanılmaktadır. Zamanın ihtiyaçlarına göre, gelişen malzemeler olmasına rağmen, doğal taşın geleneksel dokusundan hiçbir zaman vazgeçilmemiştir (Güneş ve Demirarslan, 2020). Yalnızca üretim aşamasında değil kullanımı sırasında da bir döngü oluşturan doğal taş, bulunduğu yerde insan ve doğa için her zaman olumlu etkiler bırakmaktadır (Can ve Özipek, 2017). Bu sebeple, günümüzde halen geçerliliğini koruyan geleneksel bir malzeme olan doğal taşı kullanıyor olmamız hem geçmişin izlerini görmemizi sağlamakta hem de yaşanılabilir bir dünya için oldukça önem taşımaktadır.

Mobilya tasarımında malzemenin önemi kaçınılmazdır. Çünkü mobilyanın aktardığı kültürel ve teknolojik dilin bir yansıması olan malzeme, tasarlanan ve üretilen zaman dair bilgileri de aktarmaktadır. Ayrıca uzun vadede kullanılması ve çağlar arası aktarımı için mobilya tasarımında kullanılan malzemenin doğaya uygun ve mukavemeti yüksek olması gerekmektedir. Bu noktada, antik çağdan bu yana insanlığın kullandığı doğal taş, kimi zaman yapısal ve kimi zaman görsel olarak kullanılmasına rağmen günümüz toplumlarında çağdaş mobilyanın oluşturulmasında önemli bir malzeme olduğunu söyleyebiliriz. En büyük avantajlarından biri doğadan gelip doğaya gidiyor oluşudur; yani dönüştürülebilir. Bu durumda sürdürülebilirliğin işaret edilmesine olanak tanımakta ve mobilya tasarımına yeni bir yapma dilini beraberinde getirmektedir.

TEKNOLOJİ: TEKNOLOJİNİN MOBİLYA TASARIMINA UYUMU

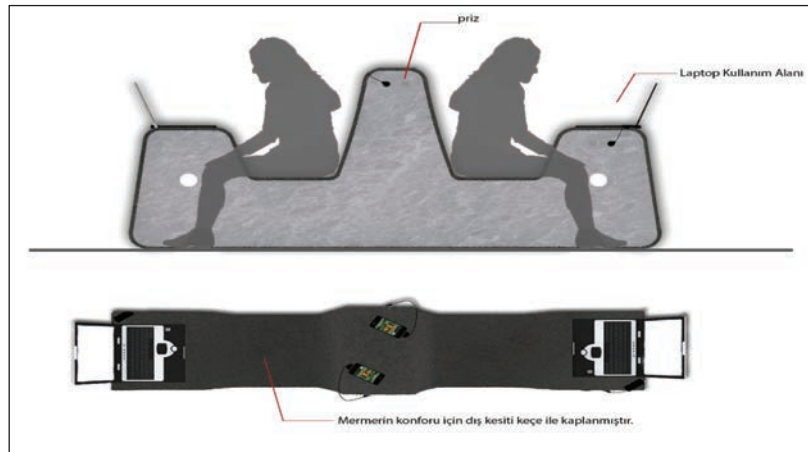
Teknoloji, insan ihtiyaçlarına uygun gelişen araçların ortaya koyulmasına imkân sağlayan bilgi ve yetenektir. Önceleri yalnızca sanayileşmenin bulunduğu çevrelerde etkisi hissedilirken, günümüz toplumlarında hayatın her alanında vazgeçilmez bir öğe haline almıştır. Hayatımızı kolaylaştıran her şey teknolojinin bir parçasıdır. Dolayısıyla insan hayatında fazlasıyla etkin rol oynayan teknoloji, geleneksel alışkanlıkların da değişmesine sebep olmuştur. Bu noktada, teknoloji ve kültürün birbirini doğrudan etkileyen iki unsur olduğunu söylemek mümkündür. Zaman içerisinde ikisinin de değişimi ve gelişimi kaçınılmazdır. Çünkü toplumların teknolojiye bağlı olduğu kültürel değişimlerin dönemsel özellikleri tanımlamada ve insan ihtiyaçlarına uygun nesnelere tasarlanmasında belirleyici bir etkiye sahiptir.

Mobilya tarihi, tarihsel süreç içerisinde incelendiği zaman, insanlığın başlangıcından bu yana var olduğunu söyleyebiliriz. Önceleri yalnızca bir araç olan mobilyalar, teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan yaşamında vazgeçilmez bir öğe haline gelmiştir. Çünkü insanın anatomik ve fizyolojik yapısını korumak günümüzde önemli bir meseledir. Dolayısıyla, sosyal hayatının tamamında yer alan mobilyalar, insan sağlığını korumak amacıyla bir ihtiyaç haline gelmiştir (Kundakçı,

2017). Ayrıca kullanıldığı mekânda insan konforunu karşılamak üzere tasarlanmış olan mobilyalar, kullanıcının dinlenmesi ve eğlenmesi gibi ihtiyaçlara da cevap vermektedir (Yazar vd., 2016). Bu noktada mobilyaların insanın fizyolojik ihtiyaçlarının yanı sıra kişisel gereksinimlerini de ön planda tutularak tasarlandığını söylemek mümkündür. Bu sebeple günümüz çağdaş mobilyası, işlevsel açıdan kişinin ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanmaya başlanmıştır (Kundakçı, 2017). Bu ihtiyaçlar çerçevesinde, teknolojinin gelişmesiyle orantılı olarak gelişen mobilya tasarımları, bulunduğu döneme göre değişkenlik gösterdiği için tarihsel süreç içerisindeki bilgi aktarımını da sağladığı gözlemlenmektedir (Yazar vd., 2016). Bu bağlamda, değişen zaman ve gelişen teknoloji ile birlikte modern yaşam aracı olan mobilya tasarımlarının, temel kullanım alanlarına etki eden nesnel biçimlendirmeler ile ortaya koyulmuş olduğunu gözlemleyebiliriz. Dolayısıyla çağdaş mobilya tasarım örneklerindeki estetik kaygı, küresel ölçekte değişen teknolojiye uyum sağlaması açısından yeni nesil mobilya tasarımlarının ortaya koyulmasına imkân sağlamaktadır.

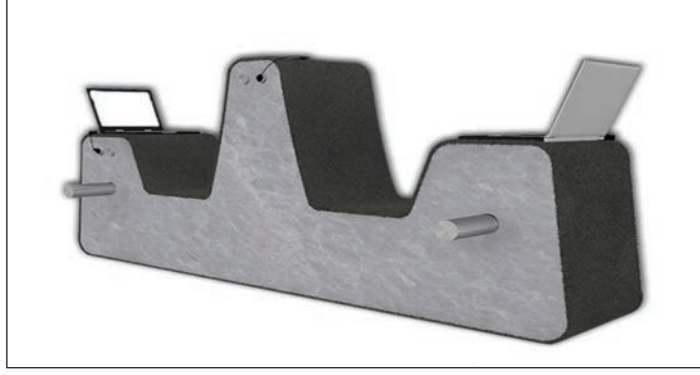
TASARIM – MALZEME – TEKNOLOJİ BİRLİKTELİĞİ: MODEL ÖRNEĞİ

Sosyal mekânlar için tasarlanmış olan Wave isimli oturma ve kısa süreli çalışma birimi, doğal taş malzemeden ve günümüz teknolojisinin bir yansıması olarak ortaya koyulmaya çalışılmıştır. İzlenen yöntem olan model örneğinde, öncelikle tasarım form olarak ortaya çıkarılmıştır. Form ortaya koyulurken dikkat edilen iki nokta vardır. Birincisi tasarlanan sosyal alana uygunluk, ikincisi kullanılacak malzeme ile entegrasyonudur. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık Bölümü'nde kullanılmak üzere tasarlanan Wave isimli tasarım, bölümün sosyal alanı olarak nitelendirilebileceğimiz holün, formel yapısı dikkate alınarak ortaya koyulmuştur. Derslikler arası sirkülasyon sırasında kullanıcılar için kısa süreli de olsa dinlenebilecekleri ve teknolojik ürünlerini kullanabilecekleri bir alan oluşturmak amaçlanmıştır. Ayrıca uzun vadede kullanılması istenilen ve aynı zamanda geçmişin izlerinin tanımlanması için tercih edilen doğal taş malzeme sert dokusu sebebiyle, yumuşak geçişleri olan bir form çerçevesinde oluşturulmuştur.



Şekil 1. Wave isimli tasarımın planı ve ön görünüşü (Prof. Meltem Eti Proto yürütücülüğünde alınan Mobilya Tasarım dersinde Bade Kanatlı tarafından tasarlanmıştır.)

Kullanım sırasında doğal taşın sert dokusunu engellemek için tasarımın yüzeyinde kullanılan keçe ile farklı iki malzemenin uyumuna da işaret edilmiştir. Bu noktada taş malzemenin doğadan gelen birçok malzeme ile uyum sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca tasarımın özgün değerini yansıtan formu oluşturulurken, kullanıcıların ergonomik özellikleri dikkate alınmıştır.



Şekil 2. Wave isimli tasarımın perspektifi (Prof. Meltem Eti Proto yürütücülüğünde alınan Mobilya Tasarım dersinde Bade Kanatlı tarafından tasarlanmıştır.)

Tasarımın ana malzemesi olarak kullanılan ve insanın geçmişinden gelen doğal taş malzemenin form bağlamında incelenmesi sonucu, Wave isimli tasarımı çağdaş mobilya olarak günümüze bağlanmıştır. Bu noktada, hayatımızı doğrudan şekillendiren teknolojinin Wave'i geleceğe bağlayan işlevsel bir özellik olduğunu söyleyebiliriz. Aynı anda dört kişinin kullanabildiği tasarım olan Wave, küçük ölçekte sosyal bir alan oluştururken insanın görsel hafızasında olan ve kültürel kodlar ile aktarılan geçmişin izlerini geleceğe entegre ederek, farklı zaman dilimleri arasında bağ kurulacağı düşünülmektedir. Ayrıca kullanıcıya laptop, tablet gibi farklı cihazları şarj etme imkânı sağlamaktadır. Özel formu ile kullanıcıların birbirlerini görmeden çalışma imkânı sağlamaktadır.



Şekil 3. Wave isimli tasarımın prototipi (Prof. Meltem Eti Proto yürütücülüğünde alınan Mobilya Tasarım dersi kapsamında ortaya koyulmuştur.)

Wave prototipi iki yıl boyunca Marmara Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü'nde hem sergilenmiş hem de bölümdeki öğrenciler tarafından kısa süreli mola yeri olarak kullanılmıştır. Üretilen bire bir tasarımda dahi sürdürülebilirlik kavramı düşünülerek imal edilen Wave prototip, geri dönüştürüle-

bilir malzeme olan oluklu mukavvadan üretilmiş ve tasarıma uygun kesilen levhaların istenilen kalınlıkta dübellere ile birbirlerine bağlanarak mukavemet oluşturulmuştur. Wave'in gerçekte kullanılan yalnızca bir prototip olmasına rağmen, üretimindeki teknolojik yansımalar ve geçmişin izlerinin günümüz teknolojisinde devam ediyor olmasının kullanıcılara fayda sağlayacağı ve doğal taş ile yapılacak yeni tasarımlara yön vereceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Geleneklerini nesilden nesile aktaran insan geçmişin izlerini, yaşadığı mekâna ve kullandığı nesnelere yansıtılmaktadır. Gelişen teknoloji ve değişen ihtiyaçlar çerçevesinde evrensel nitelik kazanan her öge, zamanın koşullarına uygun bir şekilde yeniden düzenlenmiştir. Teknolojinin gelişmesi insanı ve çevresini değiştirdiği gibi ona yeni sorumluluklar da yüklemiştir. Bu noktada geçmişin izlerini modern dünyaya aktaran insan, teknolojiye bağlı olan değişimi nesnel olarak yapı sektöründe ve mobilya tasarımlarında gözlemleyebilmektedir. Dolayısıyla tarihsel süreç içerisinde geçmiş ve geleceğin entegrasyonu kaçınılmazdır. Bu entegrasyona doğrudan etki eden ve malzeme ile üretim tekniklerini açıkça gözlemleyebileceğimiz mobilya tasarımları, değişimi tanımlanan en kolay yoldur. Çünkü küçük ölçekte olan mobilyalar, tasarım ve üretim teknikleri açısından daha rahat yönetilebilmektedir. Ayrıca mobilya tasarımındaki malzeme ve teknoloji birlikteliği, dengeli bir anlayış olan sürdürülebilirliği de beraberinde getirmektedir. Bu anlayış ile mobilya yaşam döngüsündeki dayanıklılık, doğru malzeme seçimi ve uzun ömürlü olması önemli noktalardandır. Bir diğer önemli nokta, malzemenin yeniden kullanılabilmesi ve bileşenlerinin tekrar doğaya dönebilmesidir. Antik çağlardan bu yana insan hayatında olan doğal taş malzeme, geçmiş ve gelecek arasında bağ kuran evrensel bir niteliğe sahip sahiptir. Önceleri araç olarak kullanılan mobilya tasarımları, günümüzde ihtiyaç haline gelmiştir. Bu sebeple, güncel teknolojik koşullara uygun olan günümüz çağdaş mobilyasındaki işlevsel ve estetik kaygı oldukça yüksektir. Ayrıca güncel teknolojilerin kullanıldığı günümüz mobilyasında, geçmişten gelen izler ile kullanıcıların kendi özünü bulmasına imkân tanındığı düşünülmektedir. Bu noktada, gelecek için ortaya konulan çağdaş mobilyaların dönüştürülebilir olması ve evrensel nitelik taşıması oldukça önemlidir. Bu bağlamda, mobilya tasarımı konusunda önemli parametrelerden olan tasarım, malzeme ve teknoloji birlikteliğinin sosyal alan kullanımı için tasarlanmış Wave isimli tasarım örneği üzerinden incelenerek, bu parametrelerin birlikteliğinin sonuçları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Doğal taşın insanın varlığıyla paralel süre zarfında dünya üzerinde bulunması ve günümüzde halen kullanılıyor olması sebebiyle geçmişten bir iz olarak kabul edilebilir. Ayrıca uzun yıllar boyunca deforme olmadan aktarılan kültürel kodlar ile çağlar arası etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu noktada çalışmanın özgün değerini oluşturan Wave isimli mobilya tasarımında ana madde olarak kullanılan doğal taş ile tasarım üzerinde geleneksel bir etki oluşturmak amaçlanmıştır. Geleneksel değerlerin yanı sıra, evrensel bir nitelikte taşıyan doğal taş malzeme, kullanıldığı zaman diliminde insan üzerinde aidiyet duygusu oluşturmak ve malzemenin sert yapısına karşın çağdaş bir form ile ortaya konulmasının geçmiş ile gelecek arasında bir uyum sağlamaya çalışıldığına dikkat çekmek istenmiştir. Ayrıca Wave isimli mobilya tasarımına güncel teknolojinin entegre edilmesi ile doğal taş ve teknoloji birlikteliğinin geçmişten beslenen ve geleceğe ışık tutan bir tasarım haline geldiği yönündeki değerlendirmesi kaçınılmazdır. Bu bağlamda, doğal taşın geçmişte olduğu gibi bulunduğu zamanın koşullarında ve gelecekte sağlıklı, ekolojik ve estetik niteliklere sahip nitelikli tasarımlar oluşturulacağı ve ayrıca malzemenin kavramsal ifadesi ile tasarımın yapma dili arasında oluşan bağlantının, doğal taş malzemeye ortaya konulan çağdaş mobilya tasarımlarında başarılı sonuçlara ulaşabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgün, B. (2017). Dieter Rams'ın Tasarım Anlayışı, Art-Sanat, (8), 655-662
- Bezci, İ., ve DüNDAR TürKkan, V. (2017). Teknoloji ve Mobilya İlişkisinin Bilim Kurgu Filmleri Üzerinden İncelenmesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), 351-359.
- Boyla, O. (2012). Mobilya Tarihi. e-kitap: <https://tr.pdfdrive.com/mobilya-tarihi-oya-boy-lae117497164.html>
- Can, S. A. ve ÖZipek, B. (2017). Doğal Taş: Sürdürülebilir Mimari Malzeme Örneği. 9. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongresi ve Sergisi: Mersem 2017 (s. 197-205). 15-17 Aralık, Türkiye.
- Girard, J., (1990). Product Semantic and Communications, Semantic Visions in Design: Proceeding from the Symposium on Design Research and Semiotics, Ed. Vihma, S., UIAH Publication, Helsinki, b1-b7.
- Güneş, S. ve Demirarslan, D. (2020). Sürdürülebilirlik ve Mobilya Tasarımında Çevreci Yaklaşımlar. İJHAR: Uluslararası İnsan ve Sanat Araştırmaları Dergisi, Aralık 2020, Cilt: 5, Sayı: 6, Sayfa: 81-89.
- Kundakçı, H. (2017). Dolmabahçe Sarayı'nın Boulle Tekniği Mobilyaları ve Koruma İlkeleri. Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimari Koruma ve Restorasyon Programı, İstanbul.
- Eti, M. (1966). Tarihsel Süreç İçinde Dönemlerin Sosyo-Kültürel Oluşumlarının Tanığı Olarak Mobilya, Sanatta Yeterlilik Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Anasanat Dalı, İstanbul.
- Yazar, T., Turkaya, A. ve Öztürk, H. (2016). Teknoloji ve Kültürel Etkileşim Açısından Estetik Üretim Olarak Kent Mobilya Tasarımları. E-Journal of Social and Legal Studies, Vol.2, (1).
- Yazgan Serinkaya, E. (2017). Doğal Taşların Konut Islak Hacimlerinde Duvar ve Döşeme Kaplaması Olarak Kullanımı. 9. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongresi ve Sergisi: Mersem 2017 (s. 179-187). 15-17 Aralık, Türkiye.

**MERMER ATIKLARININ GAZ BETON ÜRETİMİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**
*INVESTIGATION OF USAGE OPPORTUNITIES OF MARBLE WASTE IN
PRODUCTION OF AERATED CONCRETE*

N. Kızılkaya^{1*}, D. Eren Sarıcı²

¹*Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Hekimhan Mehmet Emin Sungur MYO,
Madencilik Teknolojisi Programı (nilgun.kizilkaya@ozal.edu.tr)*

²*İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü*

ÖZET

Bu çalışmada, mermer atıklarından gaz beton üretilmesi ve atığın gaz beton özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yeni nesil yapı malzemelerinden bir tanesi olarak yapılarda genellikle duvar malzemesi olarak kullanılan ve diğer duvar malzemelerine göre daha fazla endüstriyel üretimi bulunan gaz beton, düşük ısı geçirgenliği ve yoğunluğu ile yapı sektöründe her geçen gün artan kullanım yüzdesine sahip kompozit bir yapı malzemesidir. Bu çalışmada ilk aşamada mermer atıkları ve diğer hammaddeler temin edilerek gaz beton üretimi için kullanıma hazır hale getirilmek üzere kırma, öğütme, eleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Hazırlanan atık gaz beton bünyesinde kullanılan kuvarsit yerine %10-20-30-40-50 oranlarında ikame edilerek çimento, kireç, alçı taşı, alüminyum tozu ve su ile karışımlar hazırlanmış, kalıplarda bekletilerek kabarması ve gözenekli yapı kazanması sağlanmıştır. Daha sonra belirli ölçülerde kesilerek boyutlandırılmış ve 2,3 bar basınç, 135 °C sıcaklıkta kürlenerek sağlam bir yapı oluşması sağlanmıştır. Fiziko-mekanik, kimyasal ve termal testler, XRD, XRF analizleri ile örneklerin malzeme özellikleri belirlenmiştir. Üretilen gaz beton numunelerinin birim hacim ağırlıkları 554,2-578,08 kg/m³, ısı iletim katsayısı değerleri 0,10- 0,13 W/mK, basınç dayanımları 0,42-1,6 MPa arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Gaz beton, mermer, atık.

ABSTRACT

In this study, it was aimed to produce aerated concrete from marble waste and to determine the effects of waste on aerated concrete properties. Aerated concrete, which is one of the new generation building materials, is generally used as wall material in buildings and has more industrial production than other wall materials, is a composite building material with an increasing percentage of use in the building sector with its low thermal permeability and density. In this study, the first stage stages and other raw materials were subjected to crushing, grinding and screening processes to make them ready for use for aerated concrete. Mixtures with cement, lime, gypsum, aluminum powder and water were prepared by substituting 10-20-30-40-50% of quartzite

used in the prepared waste aerated concrete, and it was kept in molds to swell and gain a porous structure. Then, it was cut to certain dimensions and sized, and a solid structure was formed by curing at 2,3 bar pressure and 135 °C. The material properties of the samples were determined by physico-mechanical, chemical and thermal tests, XRD, XRF analyses. The unit volume weight of the produced aerated concrete samples is 554,2-578,08 kg/m³, the heat transmission coefficient values are between 0,10-0,13 W/mK, and the compressive strengths are between 0,42-1,6 MPa.

Keywords: Aerated concrete, marble, waste.

GİRİŞ

Dünya literatüründe Autoclaved Aerated Concrete (AAC) olarak tanımlanan gaz beton kum, çimento, sönmemiş kireç, alçı taşı ve su karışımına gözenek oluşturucu alüminyum ilave edilmesi ile elde edilmektedir. Milimetrik olarak kesilerek otoklavlarda nihai kristal yapısı sağlanan gaz beton gözenekli yapısı sayesinde hafif, iyi ısı yalıtımına sahip, istenen basınç dayanımına ulaşan, hafif beton grubuna giren bir yapı malzemesidir (Savaş vd., 2014).

Gaz beton düşük yoğunluk ve ısı iletkenlik gibi üstün özellikleriyle yapılarda her geçen gün artan bir kullanım yüzdesine sahiptir ve hücresel beton, köpük beton, gözenekli beton olarak da bilinmektedir. Hava boşluklu yapısı mekanik dayanımı azaltmakta, mekanik dayanımı arttırmak için otoklav kütleme işlemi uygulanmaktadır. Yüksek basınçlı buhar kürü ile jel tipi kalsiyum silikat hidratlar (CSH), kristalin tobermorite dönüşmekte ve bu sayede malzemenin mekanik dayanımı artmaktadır. Ortaya çıkan malzemeye otoklavlanmış gaz beton, otoklavlanmış hafif beton da denilmektedir (Chen vd., 2017).

Mermer ülkemizde her bölgede bulunan doğal taş zenginliklerimizdendir. Dünyada doğal taş pazarında 10 milyon ton/yıllık mermer üretimi gerçekleşmektedir. Mermer üretim sürecinde toz atıkların yanısıra parça atıklarda oluşmaktadır. Mermer işlenirken yaklaşık %25-40 oranında toz atık meydana gelmektedir. Parça artıklar, uygun yerlerde stoklanmakta ve talep olduğunda satılmakta, toz artıklar ise üretimde kullanılan su ile birlikte çamur haline gelmekte, bu çamur, arıtma tesislerinde su ve toz parçacıkları olarak birbirinden ayrılmaktadır. Tozlar, içerisindeki suyun uzaklaştırılmasıyla kek haline gelmektedir. Büyük miktarlarda oluşan bu atıkların geri kazanımı ve yeniden kullanımı hem çevrenin hem de doğal kaynakların korunması açısından oldukça önemlidir (Url-1).

Mermer atıklarının betonda agrega olarak kullanıldığı araştırmalarda, mermer toz atığının ince malzeme olarak mekanik özellikleri olumlu etkilediği görülmektedir. Mermer tozu atıklarının; inşaat sektöründe mozaik, harç, sıva, karo vb. üretiminde, seramik sanayinde sır üretiminde, çimento sanayinde beyaz çimento yapımında, kâğıt, tarım, gübre, yem ve diğer bazı sanayi sektörlerinde katkı malzemesi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Buna rağmen atık miktarının düşük oranlarda olması, atık sahalarında büyük yığınlar oluşmasına sebep olmaktadır (Domingo, 2008).

Atık mermer tozlarının belirli oranlarda beton karışımına ilave edilmesinin, beton basınç dayanımına, ultra ses hızı ve su emme özelliklerine olumlu etkiler sağladığı bilinmektedir (Sinica vd., 2012).

Bu çalışmada toz haldeki mermer atıkları değişik oranlarda kullanılarak gaz beton örnekleri elde edilmiş, elde edilen örnekler üzerinde fiziko-mekanik, termal testler ile XRD, XRF analizleri gerçekleştirilerek mermer atığının gaz beton özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Materyal ve Metod

Çalışmada mermer atığı Malatya Karakuş mermer işletme tesislerinin üretim sonucu açığa çıkan malzemeden temin edilerek 150 µm luk eleklerde elenerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Mermer atığının kimyasal analizi Afyon Kocatepe Üniversitesi Doğaltaş Analiz Laboratuvarında, XRD analizi İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi İBTAM'da yaptırılmıştır. Birim hacim ağırlık değerleri TS EN 772-13 ve TS EN 771-4:2011+A1, porozite değerleri TS EN 772-4, su emme oranları TS EN 771-4:2011+A1, nem içeriği değerleri TS EN 772-10, basınç dayanımı TS EN 772-1 ve TS EN 771-4:2011+A1, ultrasonik dalga hızı TS EN 12504-4, ısı iletkenliği EN 12664 standartlarına göre belirlenmiştir. Şekil 1'de gaz beton üretiminde kullanılan mermer atığına ait görüntü, Çizelge 1'de mermer atığının kimyasal bileşimi verilmiştir.

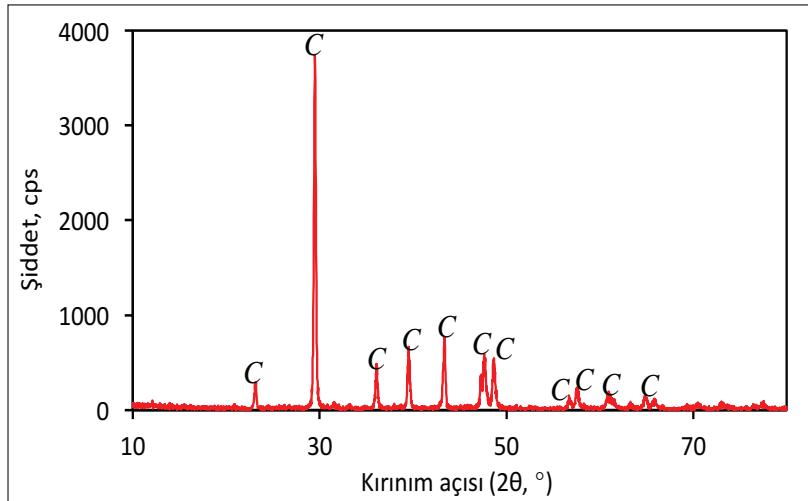


Şekil 1. Gaz beton üretiminde kullanılan mermer atıklarının genel görünümü

Çizelge 1. Gaz beton üretiminde kullanılan mermer atığının kimyasal bileşimi

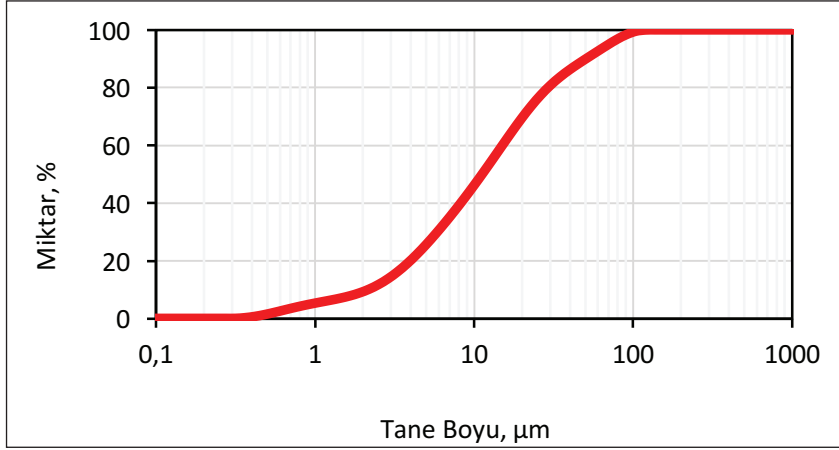
Oksit	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	K.K
(%)	1,409	0,322	0,794	53,701	0,887	0,081	0,044	42,636

Şekil 2'de kullanılan mermer atığının X- ışını kırınımı (XRD) desenini göstermektedir. Atık mermer tozunun XRD analizi sonucunda bünyede kalsit mineralinin ana bileşen olarak yer aldığı görülmüştür.



Şekil 2. Mermer atığına ait X-ışınları difraktogramı (C:Kalsit)

Çalışmada kullanılan mermer atığının tane boyut analizi master sizer tane boyu ölçüm cihazı ile belirlenmiş, mermer atığının kümülatif elek altı eğrisi Şekil 3’de verilmiştir.



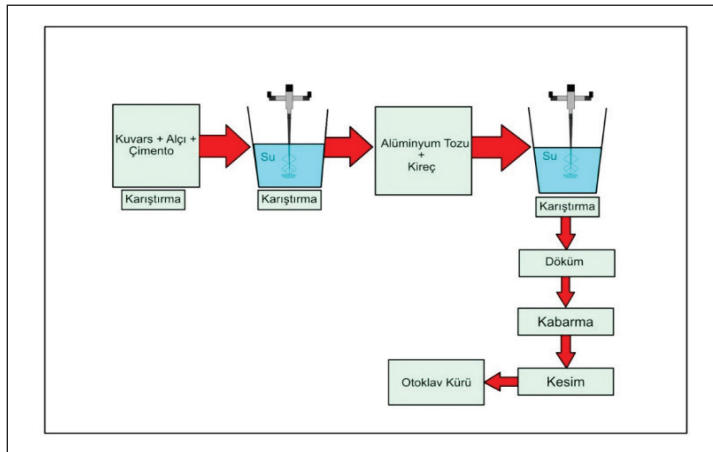
Şekil 3. Mermer atığının kümülatif elek altı eğrisi

Şekil 3’de verilen mermer atığına ait kümülatif elek altı eğrisi incelendiğinde d_{50} değerinin 12,9 μm , d_{90} değerinin ise 58,09 μm olduğu görülmektedir. Çizelge 2’de mermer atığına ait özgül ağırlık ve özgül yüzey alanı değerleri verilmiştir.

Çizelge 2. Mermer atığına ait özgül ağırlık ve özgül yüzey alanı değerleri

	Özgül Ağırlık (g/cm^3)	Özgül Yüzey Alanı (cm^2/g)
Mermer Atığı	3,1	430

Çalışmada gaz beton üretimi yapmak için mermer atığı, ham madde olarak kullanılan kuvarsit yerine %, %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında ikame edilerek 6 farklı seride gaz beton örnekleri üretilmiştir. Deney numunelerinin üretim şeması Şekil 4’de verilmiştir.



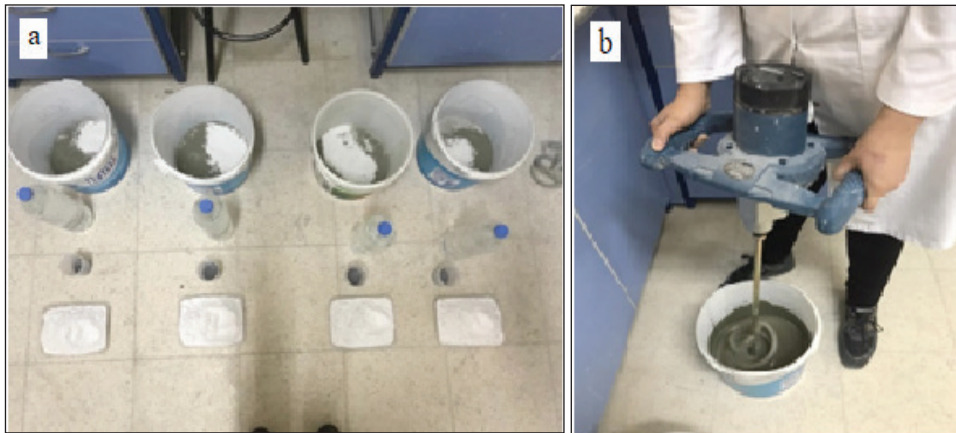
Şekil 4. Deney numunelerinin üretim şeması

Kontrol numunesi (A) atık malzeme kullanılmadan üretilmiş, diğer serilerde hazırlanan örneklerin özellikleri bu numuneye göre kıyaslanmıştır. Bu serilerde kullanılan tüm malzemelerin karışım oranları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneylerde kullanılan malzeme ve 1 m³ gaz beton karışım oranları

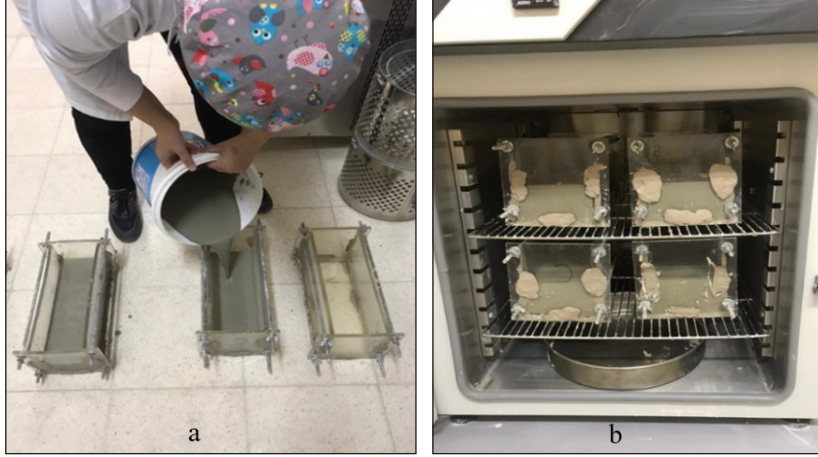
Gaz beton karışım oranları (1 m ³)								
Seri	Atık oranı %	Kuarsit (kg)	Atık (kg)	Çimento (kg)	Alçı Taşı (kg)	Kireç (kg)	Al Tozu (kg)	Su/Katı
Kontrol Numunesi (A)	0	200	0	100	20	40	0,4	0,70
MA1	10	180	20	100	20	40	0,4	0,70
MA2	20	160	40	100	20	40	0,4	0,70
MA3	30	140	60	100	20	40	0,4	0,70
MA4	40	120	80	100	20	40	0,4	0,70
MA5	50	100	100	100	20	40	0,4	0,70

Üretim sürecinde önce kuvars, mermer atığı, çimento ve alçı mikserle kuru olarak 2 dakika karıştırılmıştır. Kullanılacak suyun 2/3 ü karışıma ilave edilerek 2 dakika daha karıştırılmış ve homojen karışım haline getirilmiştir (Şekil 5a-b).

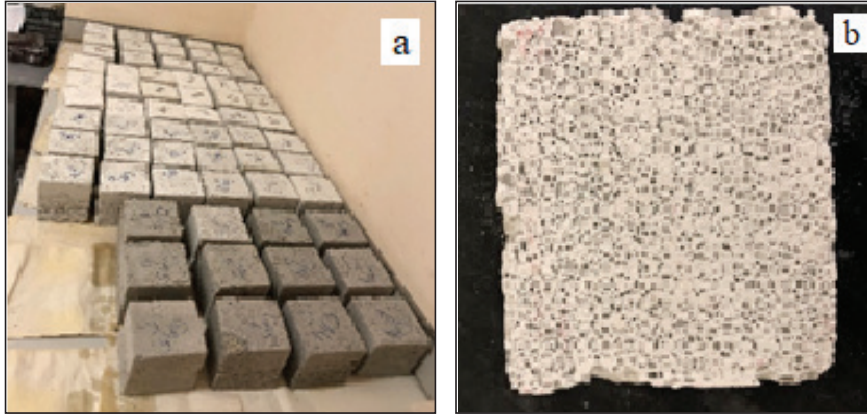


Şekil 5. Deney numunelerinin hazırlanması (a), karıştırma (b) aşamaları

Daha sonra kireç, alüminyum tozu ve suyun geri kalanı karışıma katılarak bekletilmeden 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Homojen hale gelen akıcı kıvamdaki gaz beton harcı bekletilmeden ve homojenliği bozulmadan kalıplara dökülmüştür. Kalıplar nemli etüve yerleştirilerek 75 °C de yaklaşık 24 saat süre ile bekletilmiştir. Etüvde bu sıcaklıkta kalıplardaki gaz beton harcının reaksiyona girerek kabarması ve reaksiyonunu tamamlaması yaklaşık ilk 30 dakikada tamamlanmaktadır (Şekil 6a-b). Etüvde 24 saat kaldıktan sonra kalıplar laboratuvar ortamına alınarak numuneler kalıptan çıkarılmış ve 10*10*10 cm ebatlarında kesilmiş, 135 °C de, 2,3 bar buhar basıncında 20 saat süre ile kür edilmiştir. Buhar küründen çıkan ürünler Şekil 7a-b de görüldüğü gibi hafif, gözenekli ve dayanımlı hale gelmiştir.



Şekil 6. Deney numunelerinin döküm (a) ve genişleme (b) aşaması



Şekil 7. Nihai ürünler (a) ve gözenek görünümü (b)

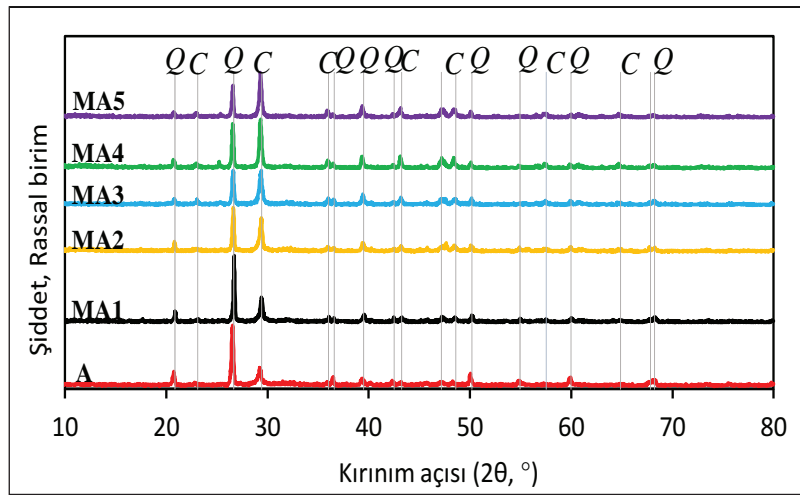
Kür işlemi tamamlanan gaz beton numuneleri üzerinde birim hacim ağırlık, porozite, su emme, nem içeriği, basınç dayanımı, ultrasonik dalga hızı, ısıl iletkenlik deneyleri yapılarak atık katkısının etkinliği araştırılmıştır. Ayrıca XRD analizi ile numunelerin mineralojik yapıları incelenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mermer atığının kuvars yerine ikame edilmesi ile üretilmiş olan gaz betonların fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması üzerine yapılmış olan bu çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de, örneklerin XRD analizleri neticeleri Şekil 8'de verilmiştir.

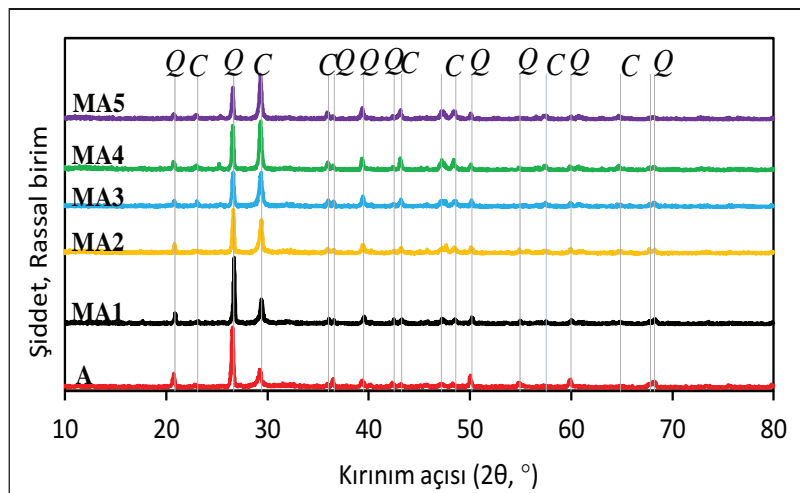
Çizelge 4. Gaz beton örneklerin bazı fiziksel, mekanik ve termik özellikleri

	Birim Ağırlık (kg/m ³)	Hacim (%)	Porozite (%)	Su Emme (%)	Nem İçeriği (%)	Basınç Dayanımı (MPa)	Ultrasonik Dalga Hızı (m/s)	Isıl İletkenlik (W/mK)
A	538,98		48,24	79,96	2,28	1,25	1274,2	0,1085
MA1	554,2		41,49	75,36	6,61	1,6	1369,05	0,1315
MA2	568,86		44,57	78,14	5,57	1,33	1273,09	0,1230
MA3	570,13		43,2	72,16	5,01	0,76	1065,21	0,1135
MA4	578,08		40,61	70,92	2,67	0,46	961,6	0,1135
MA5	572,28		40,96	72,23	2,1	0,42	923,46	0,1020



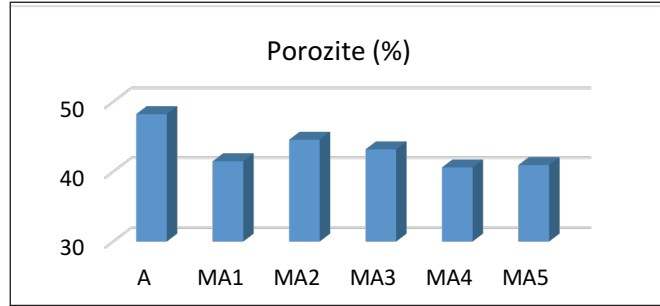
Şekil 8. Mermer atk katkılı gaz beton numunelerine ait X-ışınları difraktogramları (Q:Kuars, C:Kalsit)

Yapılan XRD analizinde mermer atk katkılı gaz beton numunelerinin kuvars ve kalsit minerallerinden oluştuğu saptanmıştır. Gaz beton bünyesine giren mermer atığı oranı arttıkça kalsit piklerinin şiddeti artmaktadır. Mermer içerisinde bulunan kalsit oranının bünyede artması ile pik şiddetinin arttığı düşünülmektedir. Gaz beton örneklerinin birim hacim ağırlığı değerleri Şekil 9'da verilmiştir.



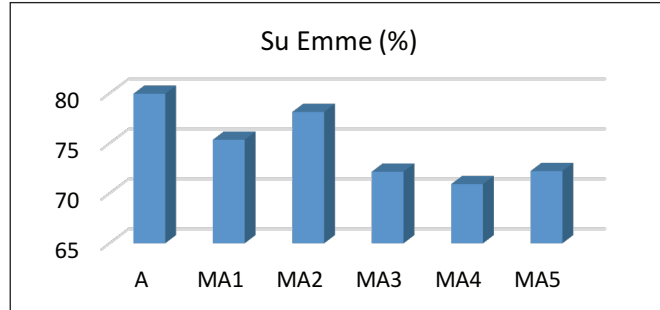
Şekil 9. Mermer atkılı gaz betonların birim hacim ağırlıkların grafiksel gösterimi

Şekil 9 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde birim hacim ağırlığı değerlerinin $554,2 \text{ kg/m}^3$ ile $578,08 \text{ kg/m}^3$ arasında değiştiği görülmektedir. Gaz beton örneklerinin porozite değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 10'da verilmiştir.



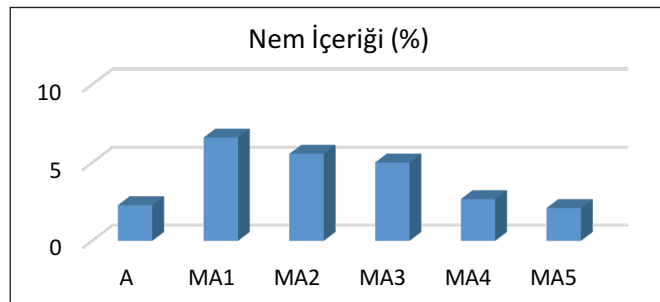
Şekil 10. Mermer atıklı gaz betonların porozite değerlerinin grafiksel gösterimi

Şekil 10 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde porozite değerlerinin %70,92 ile %44,57 arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol numunesi (A) ile yapılan kıyaslamalarda mermer atığı katkısının tüm serilerde poroziteyi azaltıcı yönde etki yaptığı görülmektedir. Gaz beton örneklerinin su emme değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 11'de verilmiştir.



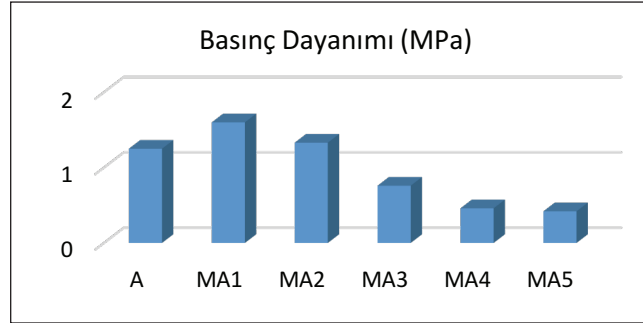
Şekil 11. Mermer atıklı gaz betonların su emme değerlerinin grafiksel gösterimi

Şekil 11 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde su emme değerleri %40,61 ile %44,57 arasında değişmektedir. Kontrol numunesinin (A) su emme değeri ile yapılan kıyaslamada düşüş olduğu görülmektedir. Bu düşüş atık oranı artışı ile orantılı bir ilişki içinde gelişmemiş, dalgalı bir seyir izlemiş, en fazla MA4 serisinde gözlemlenmiştir. Gaz beton örneklerinin nem içeriklerinin grafiksel gösterimi Şekil 12'de verilmiştir.



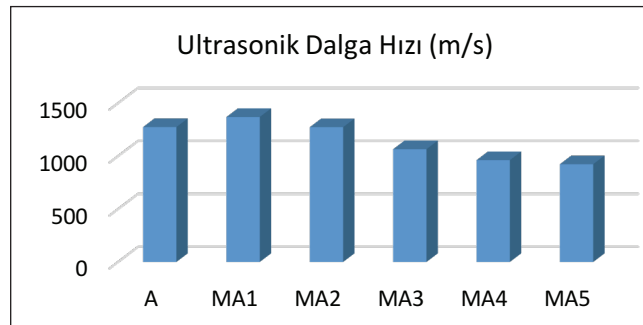
Şekil 12. Mermer atıklı gaz betonların nem içeriklerinin grafiksel gösterimi

Şekil 12 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde nem içeriği değerlerinin %2,1 ile %6,61 arasında değişmektedir. Mermer atık oranı arttıkça nem içeriği düşüş eğiliminde olmuştur. Gaz beton örneklerinin basınç dayanımı değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 13'de verilmiştir.



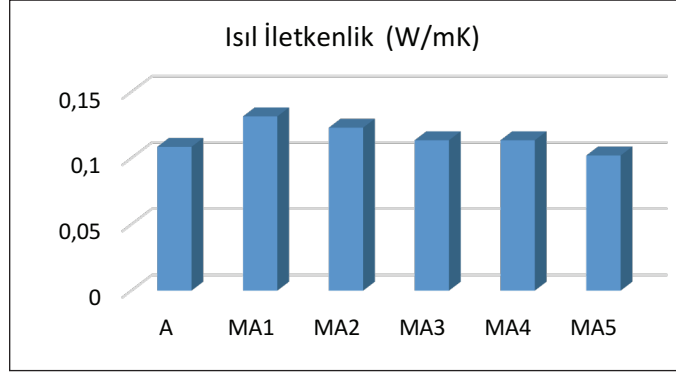
Şekil 13. Mermer atıklı gaz betonların basınç dayanımlarının grafiksel gösterimi

Şekil 13 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde basınç dayanımı değerlerinin 1,6-0,42 MPa arasındadır. Mermer atık oranı arttıkça basınç dayanımı değerleri düşüş eğiliminde olmuştur. Kontrol numunesi (A) nın basınç dayanımı değerleri ile yapılan kıyaslamalarda mermer atığı ilavesinin %10 ve %20 olduğu MA1 ve MA2 serilerinde basınç dayanımı değerinin kontrol numunesinin (A) değerinden yüksek iken, %30, %40 ve %50 olduğu MA3, MA4 ve MA5 serilerinde düşüş gösterdiği görülmektedir. Mermer atık katkısı %20 oranına kadar basınç dayanımına olumlu etki yaparken, %30 ve üzeri oranlarda olumsuz yönde etki yapmıştır. Gaz beton örneklerinin ultrasonik dalga hızı değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 14'de verilmiştir.



Şekil 14. Mermer atıklı gaz betonların ultrasonik dalga hızı değerlerinin grafiksel gösterimi

Şekil 14 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde ultrasonik dalga hızı değerlerinin 1369,05 ile 923,46 m/s arasında değişmektedir. Mermer atık oranı arttıkça ultrasonik dalga hızı değerleri düşmüştür. Gaz beton örneklerinin ısı iletkenlik değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 15'de verilmiştir.



Şekil 15. Mermer atıklı gaz betonların ısı iletkenliğinin grafiksel gösterimi

Şekil 15 incelendiğinde mermer atığı kullanılarak üretilen serilerde ısı iletkenlik değerlerinin 0,1230 ile 0,1020 W/mK arasındadır. Serilerde atık oranı arttıkça ısı iletkenlik değeri azalma eğilimi sergilemiştir.

YORUM

Ticari gaz beton üretiminde öğütölmüş kuvars kumu, kuvarsit kullanılmaktadır. Bu çalışmada kuvarsit, belirli oranlarda mermer atığı ile yer değiştirilerek numuneler üretilmiştir. Düşük buhar basıncında elde edilen ürünlerin özellikleri araştırılmıştır.

Mermer atık katkılı örneklerde silis miktarı önemli ölçüde azalmış, CaO miktarı artmıştır. Bu nedenle mermer atık katkılı gaz beton örneklerinin iskelet sistemi zayıflamış, bunun sonucu olarak basınç dayanımı azalmıştır.

Basınç dayanım değerleri ortalamalarına bakıldığında ve ticari gaz beton ile kıyaslandığında dayanımı arttırmak için kür sıcaklığı ve basınç yükseltmek gerektiği söylenebilir. Atık katkılı numuneler kontrol numunesi (A) ile karşılaştırıldığında atık katkısının %20 oranına kadar kullanımının uygun olduğu görülmüştür.

Basınç dayanımı, ultrasonik dalga hızı ve ısı iletkenlik değerinin düşük olması yapısında kılcal çatlaklar olabileceğini göstermektedir.

Silis oranı yüksek olan atıkların gaz betonda kullanılmasının dayanım açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Ölkemizde ve dünyada sorun olarak karşımıza çıkan, madensel atık olarak adlandırılan ve depolama masraflarının yanında büyük çevre kirliliğine yol açan bu malzemelerin, gaz beton üretiminde kullanılması ile hem atıklar bertaraf edilmiş, hem de hammadde kaynağı sağlanmış, çevreye ve kamuya verilen zarar da azaltılmış olacaktır. Atıkların geri dönüştürülmesiyle birlikte, hammadde kullanımında tasarruf sağlanacak ve ekolojik denge korunacaktır.

Çevre bilincine sahip insanların, kurum ve kuruluşların tüm faaliyetlerinde çevreci olmaları teşvik edilmeli, atıkların çevreye, sağlığa ve ekonomiye olan zararlarının minimuma indirilmesi konusunda yapılacak olan çalışmalara katkı sağlanmalıdır. Çevre duyarlılığını artırıcı, çevreci ürün stratejisini tüm işletmelere yayan bir anlayış ortaya koymak gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı FDK-2018-1133 kodlu projeye destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon BAP Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Chen Y., Chang J., Lai Y. ve Chou M. (2017). A comprehensive study on the production of autoclaved aerated concrete: Effects of silica-lime-cement composition and autoclaving conditions, *Construction and Building Materials*, 153, 622-629.
- Domingo E. R. (2008). An Introduction to Autoclaved Aerated Concrete Including Design Requirements Using Strength Design, (Master Thesis). <http://hdl.handle.net/2097/543>.
- Savaş M., Demir İ., Güzelküçük S., Şengül Ç.G. ve Yaprak H. (2014). Sepiyolit İkame Edilmiş Gaz betonun Isıl ve Basınç Dayanım Özellikleri, *Politeknik Dergisi*, 17:1 (Özel Sayı), 43-47.
- Sinica M., Sezemanas G., Mikulskis D., Kligys M. ve Česnauskas V. (2012). Investigation of sorption properties in crushed autoclaved aerated concrete waste, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20, 67-75.
- TS EN 771-4:2011+A1 (2011). Kagir Birimler-Özellikler Bölüm 4: Gaz Beton Kagir Birimler, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 772-4 (2002). Kagir birimler-Deney metotları- Bölüm 4: Tabii taş kagir birimlerin toplam ve görünen porozitesi ile boşluksuz ve boşluklu birim hacim kütlelerinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 772-10 (2000). Kagir birimler-Deney metotları-Bölüm 10: Kireç kumtaşı ve gaz beton birimlerde rutubet muhtevası tayini, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 772-1+A1 (2015). Kâgir birimler-Deney yöntemleri-Bölüm 1: Basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 772-13 (2002). Kağir birimler-Deney metotları-Bölüm 13: Kagir birimlerin net ve brüt kuru birim hacim kütlelerin tayini (doğal taş hariç), Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 12504-4 (2012). Beton deneyleri-Bölüm 4: Ultrasonik atımlı dalga hızının tayini, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 12664 (2009). Yapı malzemeleri ve mamulleri-Isıl direncin, korumalı tablalı ısıtıcı ve ısı akı ölçerinin kullanıldığı metotlarla tayini-Isıl direnci orta ve düşük seviyede olan kuru ve rutubetli mamuller, Türk Standartları Enstitüsü.
- Url-1 < <https://www.pngegg.com/tr/png-ovvdw> >, date retrieved 03.07.2021.

YER ALTI DOĞALTAŞ OCAK İŞLETMECİLİĞİ VE İŞLETME PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ UNDERGROUND NATURAL STONE QUARRIES AND EVALUATION OF OPERATION PARAMETERS

M. Kum

*Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü
(mete.kun@deu.edu.tr)*

ÖZET

Ülkemiz doğal taş sektöründeki ocakların özellikle son yirmi yıllık süreçte giderek genişlemesi ve derinleşmesi, bazı işletme zorluklarını ve problemlerini de beraberinde getirmiştir. Üretime, ekonomiye ve kayaç oluşum mekanizmalarına bağlı olarak gelişen açık ocak geometrileri, derinliklerin artması, yüksek şevler, hızla artan nakliye ve pasa taşıma maliyetleri göz önüne alındığında, çevre bilinci ve iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri ile birlikte giderek sorgulanır bir hal almaktadır.

Yukarıda kısaca değinilen şartlarda, hazırlanan çalışmada, doğal taş üretiminde ülkemiz ile birlikte öncü diğer ülkelerde uygulandığı gibi, yer altı üretiminin doğaltaş madenciliğindeki gerekliliği ve uygulama esnasında hangi parametrelerin dikkate alınacağı üzerinde durulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yer altı mermer ocağı, Oda-Topuk Yöntemi, mermer ocak işletmeciliği

ABSTRACT

Especially in the last twenty years, the gradual expansion and deepening of the quarries in the natural stone sector in Turkey have brought some operational difficulties and problems. Open pit geometries which development depending on production, economy and rock formation mechanisms becomes questionable taking into account that increasing depths, high slopes, rapidly increasing transportation and waste handling costs, environmental awareness and occupational health and safety measures.

In the prepared study, as it is applied to natural stone production in other leading countries together with Turkey, the necessity of underground production in natural stone mining and which parameters should be taken into account during the application are emphasized.

Keywords: Underground marble quarry, room and pillar method, marble quarry management

GİRİŞ

Üretimlere bağlı olarak sürekli olarak genişleyen ve derinleşen doğaltaş ocak işletmeciliği, gerek işletme organizasyonları ve maliyetleri gerekse iş sağlığı ve güvenliği açısından giderek daha

zorlu bir hal almaktadır. Derin açık ocak geometrisinin getirdiği yüksek ve dik aynalar, ocak içi nakliye yollarının uzunluğu, taşıma problemleri, derinlere doğru gidildikçe aktif çalışma alanının daralması ve organizasyondaki zorluklar ocaklarda karşılaşılan güçlüklerin başında gelmektedir.

Sayılan bu zorluklara ilaveten, giderek artan işletme maliyetleri, ruhsat alanlarının hukuksal boyutlarında yaşanan gecikme ve/veya çeşitli olumsuzluklar ile gerek selektif üretim ve gerekse sağladığı diğer faydalar nedeni ile doğaltaş işletmelerinde önümüzdeki süreçte, ocak bölgesel jeolojisinin izin verdiği ölçüde, yer altı işletmeciliği etkin bir hal alacaktır.

Yer altı üretim metotları genellikle madencilik diğer alanlarında etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle kömür ve metalik madenler ile (krom, demir, bakır vb.) özdeşleşen yer altı üretim faaliyetleri özellikle son 30-40 yıllık süreçte mermer madenciliğinde de özellikle İtalya, İspanya ve Portekiz vb. ülkelerde etkin olarak kullanılmaktadır. Oda – topuk ya da düzensiz oda-topuk yöntemi olarak adlandırılabilir bu yöntemin tarihi antik çağlara kadar uzanırken, tel kesme ve kollu kesici makinelerin hızlı gelişimi ile sürekli ve etkin kullanılan bir metot haline almıştır.

1970 li yılların başında itibaren İtalya, İspanya ve Yunanistan gibi ülkelerde aktif olarak kullanılan yer altı oda topuk üretim yöntemlerinin mermer ocaklarında kullanımı ile; açık ocak işletmeciliğine uygun olmayan sarp alanlarda, iklim koşullarının sert olduğu bölgelerde, örtü ya da ayrışma zonunun kalın olduğu kesimlerde, blok kalitesi ve verimliliğinin alt kotlarda iyileştiği yataklarda üretim yapmak daha cazip hale gelmiştir (Akkoc, 2003). Ayrıca oda topuk yöntemi; örtü tabakasının kalın olduğu derin mermer yataklarında, açık işletme metodu ile işletilmiş, bu metotla ekonomikliğini yitiren ve basamaklı üretim yönteminden dolayı alt kotlarda yeterince çalışma alanının kalmadığı işletmelerde sıklıkla tercih edilebilir hale gelmiştir. Yöntem ayrıca bölgesel tektonizma ve selektif üretim şartları da göz önüne alındığında, dünya doğal taş madenciliğinde tercih edilen üretim yöntemleri arasındadır (Kun, 2014).

Günümüzde yer altı doğaltaş işletmeciliği özellikle Avrupa'ya bakıldığında; İtalya'nın Carrarra, Apuan Alpleri ve Bolzano bölgelerinde, İngilterede Avon, Somerset ve Dorset bölgelerinde, Yunanistan'ın Dionysos ve Atina civarları ile Portekiz' in Solubema ve Lisbon (Kortnik, 2010) yakınları ile daha birçok bölgede yüksek verimle üretim yapıldığı gözlenmektedir. Mermer ocaklarının derin kotlara ulaşması birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Özellikle ocak içi yolların uzaması nakliye maliyetlerini ve dolayısıyla blok üretim maliyetini yukarıya çekmektedir. Ayrıca iklim koşullarının çalışmaları direkt etkilediği durumlarda, yer altı işletmeciliği kaçınılmaz bir hal almaktadır.

DOĞALTAŞ YER ALTI OCAK İŞLETMELİĞİ

Ülkemiz doğaltaş işletmeciliğinin tamamı açık işletme madenciliği prensiplerine göre işletilen ocaklardır. 2000' li yılların başlarında yapılan birkaç yer altı işletmeciliği denemesi de uzun soluklu olmamış ve durdurulmuştur. Bu denemelerin en kayda değer olanı Antalya ili Finike ilçesinde açılan ve ana galeri uzunluğu yaklaşık 72 metreyi bulan ve oda-topuk işletme metodu benimsenerek açılmış yer altı ocağıdır (Kun, 2014). Açılan ocakta kollu kesici ile üretime devam edilmiş ve ocak detaylı incelendiğinde oldukça verimli ve sürdürülebilir olduğu görülmüştür. Fakat ocak farklı nedenler dolayısı ile (kullanılan kollu kesici operatör zorlukları vb.) durdurulmuştur (Şekil 2).

Günümüzde özellikle üretim potansiyeli olarak bakıldığında öne çıkan Muğla, Afyon, Burdur, Antalya vb. daha pek çok yörede doğaltaş ocak işletmelerinin birçoğunun 25-40 yıla dayanan hatta

daha eski tarihlerden buyana işletildikleri gözlenmektedir. Bu işletme süreçleri içerisinde giderek büyüyen ve derinleşen işletmelerin, giderek daha da derin kotlarda üretim yapma zorunlulukları, beraberinde birçok problemi de birlikte getirmektedir.

Derin açık ocak geometrisinin getirdiği yüksek ve dik aynalar (Şekil 1), ocak içi nakliye yollarının uzunluğu, taşıma problemleri, derinlere doğru inildikçe aktif çalışma alanının daralması ve organizasyondaki zorluklar, derin kotlarda yaşana su geliri problemlerinin yanı sıra, artıkların (pasa) döküm sahasına taşınması esnasında karşılaşılan maliyetler ile makine ekipmanın yüklerle zorlanması sonucu oluşan arızalar, bakım onarım süreleri ve buna bağlı oluşan “durma” kaynaklı kayıplarda göz önüne alındığında özellikle yapısal özelliklerin ve tektonizmanın el verdiği ruhsat alanlarında yer altı üretimi kaçınılmaz hale gelmektedir. Ayrıca, ocak içi yolların uzaması nakliye maliyetlerini ve dolayısıyla blok üretim maliyetini yukarılara çekmektedir. Bununla birlikte, iklim koşullarının çalışmaları direkt etkilediği durumlarda, yer altı üretimi göz önünde bulunması gerekli bir yöntemdir.



(a) Muğla



(b) Muğla



(c) - Afyon



(d) Antalya



(e) Antalya



(f) Burdur

Şekil 1. Yüksek ve dik ayna (şev) örnekleri

Konuya farklı bir açıdan bakıldığında ise, özellikle doğal taş madenciliğinde oluşum koşulları dikkate alındığında, bazı kayaç türlerinde, jeolojik yapı, oluşum mekanizması vb. nedenler derinlere doğru gidildikçe daha sağlam ve ekonomik olarak daha değerli blok eldesi sağlamaktadır. Bu durumda, yer altı üretim metodu, uygun yapıdaki kayaç ortamında, doğru belirlenecek mühendislik parametreleri ve yapılacak ampirik ve nümerik analiz çalışmaları ile uygulanabilecek en verimli üretim metotları arasındadır



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 2. Yer altı oda topuk yöntemi örneği

DOĞALTAŞ YER ALTI İŞLETME TASARIMI VE TASARIM PARAMETRELERİ

Gerek madenciliğin diğer dallarında gerekse doğaltaş işletmeciliği özelinde en önemli karar işletme yönteminin seçimi ve seçilen yöntemin rantabl olarak devamlılığıdır. Bu bağlamda tasarımda etkin olan en önemli parametrelerden biri ocak ve ocak yakını bölgesel jeolojisidir.

Yer altı mermer ocağı açılmadan önce bölge jeolojisi detaylı incelenmelidir. Bu incelemeler sırasında dikkat edilecek jeolojik özellikler; büyük tektonik hatlar, eklem ve çatlak sistemleri ve doğaltaş üretilecek kayaçtaki tabakalanmalar ve bunların yön ile dalımı olarak sayılabilir.

Açılacak ocağın bölgede bulunabilecek büyük tektonik hatlardan uzakta olması ve bu hatlardan etkilenmemesi veya mümkün olduğunca az etkilenmiş olması gerekir. Büyük tektonik hatlar, bazen yüzeyde görülme de kayaçlar üzerinde süreksizlikler oluşturabilirler. Bu özellikler doğaltaş üretiminde negatif sonuçlar doğurabilir. Yine aynı şekilde eklem ve çatlak sisteminin sıklığı, bu sıklığın derinlere doğru azalmaması da önemlidir. Bu özellikler blok boyutlarını etkilediği gibi, yer altında açılmış ocağın güvenliğini de etkiler. Tabakalanma ve bunun eğim ile doğrultusu da yer altı ocaklarında dikkat edilmesi gereken özelliklerdendir.

Yukarıda verilen jeolojik parametrelere bağlı olarak, yer altı işletme tasarımı da değişmekte, her yörede kendine özgü farklı şartlar gelişmektedir. Doğal taş yeraltı işletmelerinde, değişen ve/veya karmaşıklaşan bu yeraltı dinamiğinin anlamlandırılmasında, kayaç oluşum mekanizmalarına göre belirlenen, ekonomik ve rantabl olarak seçilen en uygun yöntem genellikle oda ve topuklardan oluşan düzenli ve/veya düzensiz olarak planlanan yöntemlerdir. Oda topuk yöntemlerinin hemen hepsinde istenen madeni güvenli olarak yerinden çıkarmak için kalıcı ya da geçici, iki veya daha fazla açıklığı (oda) ayıran topuklar kullanılır (Martin ve Maybee, 2000).

Seçimi ve uygulaması yapılan oda-topuk yöntemlerinde en önemli parametreler, oda ve topuk boyutlarının belirlenmesi ile başlamaktadır. Bu tasarımlarda, seçilen kazısı yapılacak (oda) ve yerinde bırakılacak, destek elemanı görevini görecek materyalin (topuk) boyutlarının belirlenmesinde farklı yollar izlenmektedir. Bunlar; analitik yöntemler, ampirik yöntemler ve nümerik analiz yöntemleri olarak sınıflandırılabilir. Günümüzde bahsedilen bu tasarım yöntemlerinin tümü, yeraltı ocak geometrisinden en yüksek verimi almak ve güvenli çalışma alanları oluşturmak adına, birlikte kullanılarak sistemin kendini içinde kontrolü sağlanmaktadır. Bununla birlikte özellikle oda-topuk yöntemleri ile dizayn ve işletmesine devam edilen doğal taş ocaklarında, kaya kütlesinin dayanım kriterlerinden yola çıkılarak ya da nümerik modelleme yöntemleri ile dizayn edilen açıklıkların tasarımında avantaj sağlanmasına rağmen, halen oda ve topuk dizaynında ampirik yöntemler (formüllere dayalı) sıklıkla tercih edilmektedir (Nicieza vd, 2006).

Tasarımda kullanılan ampirik formüllerin büyük bir çoğunluğunu iki tipe ayırmak mümkündür. Bunlar;

$$S_p = S_a \cdot \frac{a_n^\alpha}{H_p^\beta} \quad (1)$$

$$S_p = S_0 \cdot \left(a + b \cdot \frac{H_p}{a_p} \right) \quad (2)$$

şeklinde verilebilir. (Kun, 2015). Burada;

Topuk Basınç Dayanımı

Kaya Kütlesi Yerinde Basınç Dayanımı

ve : Topuk yükseklik ve genişliği ; , , and ampirik sabitleri ifade etmektedir.

Eşitlik (1) ve eşitlik (2) de verilen ampirik formüllerde, kaya kütlesinin yerinde basınç dayanımı oldukça etkindir. Bu eşitliklerin daha kaya kütlesini daha doğru temsil etmesi bakımından, bazı araştırmacılar ifadesinin hesaplanmasında bağıntısı kullanmışlardır. Bu eşitlikten değerini hesaplarken, yukarıda verilen hassasiyetler doğrultusunda, içerisinde RMR (Rock Mass Rating) değerinin de göz önüne alındığı eşitlik (3) den yararlanılmaktadır.

$$\sigma_{cm} = \sigma_c \cdot e^{\frac{RMR-100}{20}} \quad (3)$$

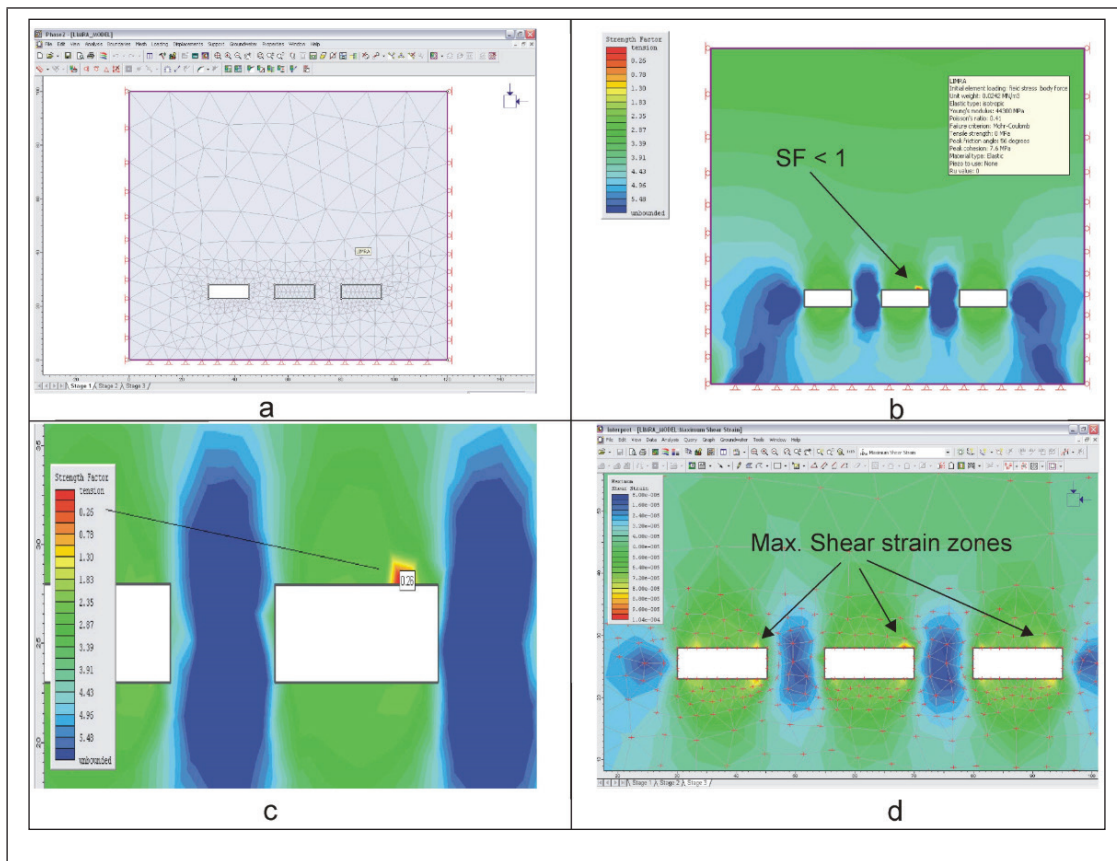
Yapılan çalışmalarda, değerinin, değeri kullanılarak elde edilmesi, Rock Mass Rating (RMR) değerinin göz önünde bulundurulması ile, pratik ve yaygın olarak kullanılan eşitliklere RMR' in etkisinin de değerlendirilmesi açısından önemli olduğunu göstermiştir.

Yukarıdaki ampirik formüller ile hesaplanan değerlerin sonucunda, özellikle tasarlanan topuk geometrilerinin ile ilgili olarak, topuk üstüne gelen yüklerin, topuğun taşıma kapasitesi ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bu durumda da topuk dizaynı için farklı güvenlik faktörü tasarım parametreleri ile karşılaşılmaktadır. Bu parametrelerden en çok bilinen ve kullanılanı Tributary Area Theory (Eş Yüklü Alanlar) teoremidir. Eş yüklü alanlar teoremine göre de; basınç altındaki topukların güvenlik faktörü, topuk dayanımının, gerilmeye oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$SFc = Sp\sigma s0 \quad (4)$$

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan, farklı oda-topuk tasarımlarında sayılan eşitlikler ile birlikte daha birçok parametrenin etkin olduğu ampirik formüller de kullanılmıştır. Fakat değerlendirmeye alınan çok sayıda farklı parametrenin (kayma gerilmeleri, vb.) sonucu çok fazla değiştirdiği gözlenmemiştir.

Günümüzde doğal taş yer altı işletmelerin de, tasarım için yapılan bu hesaplamalar nümerik modeller ile desteklenerek kontrol edilmektedir. Türev tabanlı, integral tabanlı ya da melez yöntem olarak isimlendirilen yazılımlar sayesinde, güvenilir ve tekrarlanabilir laboratuvar çalışmaları verileri ve yerinde alınan test sonuçlarının kullanımı ile, işletmeler için gerekli ve güvenilir üretim planlamaları yapmak mümkündür. Yapılan nümerik modelleme çalışmaları ile yer altı ocak tasarımları, üretim planları, ileriye dönük ocak gelişim planları ile olası riskler, oda ve topuklar için ayrı ayrı hesaplanabilmektedir. Aşağıda şekil 3 de yeraltı ocağı nümerik modeli, belirlenen riskler ve kazı sonrasında gözlenen durum örnek olarak verilmektedir.



Şekil 3. Nümerik modelleme sonuçları

Şekil (3a) da, model üzerinde açılan odaların konumu, (3b) de oda ve topuklar üzerindeki güvenlik faktörü dağılımları, şekil (3c) ve (3d) de ise yapılan analizler sonucunda açılan odalar üzerinde gözlenen riskli alanlar gösterilmektedir. Hazırlanan bu nümerik analizler, ocak dizaynı sırasında, her işletme için kendi jeolojik şartları altında detaylı olarak çoğaltılarak, incelenmelidir.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRMELER

Ülkemiz madencilik sektörünün lokomotif kollarından en önemlisi olan doğal taş madenciliği, özellikle son yıllarda birçok ilimizde (Afyon, Muğla, Antalya, Burdur, Isparta vb.) giderek büyüyen ve derinleşen ocak geometrileri ile karşı karşıyadır. Sürekli olarak genişleyen ve derinleşen doğaltaş ocak işletmeciliği, gerek artan işletme organizasyonları ile işletme maliyetleri ve gerekse üretime katkı olarak hemen hemen hiç yansımayan pasa (artık) ve çevresel zorluklar ile karşı karşıyadır. Derin açık ocak geometrisinin getirdiği yüksek ve dik aynalar, ocak içi nakliye yollarının uzunluğu, taşıma problemleri, derinlere doğru gidildikçe aktif çalışma alanının daralması ve organizasyondaki zorlukları da, ocaklarda karşılaşılan diğer güçlüklerin başında gelmektedir.

Sayılan bu zorluklara ek olarak, derinleşen ocaklarda doğal olarak oluşan dik şevler, iş sağlığı ve güvenliği açısından da güvenli çalışma şartlarını zorlaştırmaktadır. Bu ve bunun gibi daha birçok sebep nedeni ile, kayaç oluşum mekanizmalarının el verdiği ölçüde, uygun ocak jeolojilerinde, yer altı üretimi mümkün ve daha rantabl bir hal almaktadır. Kırık, çatlak, eklem takımları gibi jeolojik olumsuzlukların var olduğu sahalarda bile ek tedbirler alınarak, yöntemin uygulanması mümkündür.

Çalışmada bu bilgiler ışığında, özellikle ileride meydana gelebilecek daha karmaşık ve daha riskli açık ocak geometrilerinden kaçınarak, selektif üretim ile çevre şartlarından ve sorunlarından daha bağımsız olarak, güvenli bir yeraltı üretimi için oda-topuk üretim yöntemine ve yöntemin genel özelliklerine değinilmiştir. Yararlanılan ampirik formüller ve yapılan nümerik modeller ile dünyanın birçok bölgesinde yeraltı ocakları benzer biçimde işletilmekte ve ülke ekonomilerine kazandırılmaktadır.

Giderek artan işletme maliyetleri, ruhsat alanlarında kamusal ya da hukuksal anlamda yaşanan gecikmeler, gerek selektif üretim ve gerekse sağladığı diğer faydalar nedeni ile, doğaltaş işletmelerinde önümüzdeki süreçte, ocak bölgesel jeolojisinin izin verdiği ölçüde, benzer kayaç oluşumlarının gözlemlendiği diğer ülkelerde olduğu gibi, yeraltı işletmeciliği etkin bir hal alacaktır.

Burada dikkat edilmesi gerekli ana konular, ocak dizaynlarında ve ileriki dönemlerde yapılacak tasarım çalışmalarında kullanılan ampirik formüllerin, analitik yaklaşımların mutlaka nümerik modeller ile desteklenmesi zorunludur. Doğaltaş sektörümüzün gelmiş olduğu hacim, makine ve teknolojilerdeki hızlı gelişim, yapılacak doğru ve birbirini kontrol eden sistemli çalışmalar ile, çok daha verimli ocak işletmeleri dizayn etmek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Akkoç, T. (2003). Derin Mermer Yataklarının Yeraltı Üretim Yöntemleriyle İşletilebilirliğinin Araştırılması, M.SC. Thesis, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Nicieza, G.C., Fernandez, A.I.M., Diaz, M.A., Vigil, A.E.A. (2006). A comparative analysis of pillar design methods and its application to marble mines. Rock Mech. Rock Engineering 39(5): 421-444.

- Kortnik, J. (2010). Underground natural stone excavation technics in Slovenia. *Materials and Geo-environment*, 56/2,202-211
- Kun, M. (2014). Evaluation and Applications of Empirical Approaches and Numerical Modeling of an Underground Limestone Quarry with room and pillar design. *Journal of Mining Science*, 50/1,123-136
- Martin, C.D. and Maybee, W.G. 2000 The strength of hard rock pillars, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 37, 1239–1246

ENVIRONMENTAL AND SUSTAINABILITY ASPECTS OF THE STONE INDUSTRY

L. G. Rosa

*IDMEC & Dept. of Mechanical Engineering, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon,
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
(luisguerra@tecnico.ulisboa.pt)*

ABSTRACT

This paper provides a view on the issues derived from the need for sustainability of ecosystems and resources which can be damaged by activities related to the stone industry. The effects of cutting technologies in quarries and factories, as well as of other processing technologies, are addressed from several perspectives, including job preservation strategy, nature rehabilitation, water saving, and reduction of CO₂ emissions. Possible routes for valorisation of wastes, and the characteristics of new products are presented. Pros & cons of artificial/engineered stone versus natural stone are discussed. Recyclability is one of the key aspects. The processes leading to the deterioration of building stone vary from one region to another. Apart from freeze-thaw issues as found in colder regions, examples of studies dealing with protection of stone against degradation are mentioned in this paper. Many stone constructions that survived centuries of weathering without serious damage have decayed rapidly in the present times. Air pollution in the form of natural acidic wet conditions can be responsible for one of the main decay processes of stone building materials, mainly on carbonate stones. Another example is the formation of black crusts seen on stone structures mostly containing gypsum formed by SO₂ reactions with calcareous minerals. Correct cleaning and other strategies can inhibit the formation of crusts and the accumulation of efflorescences.

Keywords: stone waste, sustainable manufacturing, stone processing, stone decay, engineered stone.

INTRODUCTION

The present paper aims to provide a view on environmental impact and sustainability aspects of the stone industry. It can be stated that when a rock is shaped and worked to satisfy man's needs, it becomes a "stone" (Amaral et al., 2015). In the sense of being a piece of rock for a specified function, stone is used for several applications since the beginning of mankind. Archaeologists have excavated examples of worked stone tools of several different types (e.g., Moník et al., 2021; Lewis et al., 2009 & 2011). Wear test methods have brought significant contributions to the identification of prehistoric tools implemented for the manufacture of stone objects (Astruc et al., 2003). As one of the most abundant and durable materials, stone has evolved as a building material for houses, temples, roads, sculptures, and tombs. Due to the development of new technologies for shaping and fixing, a myriad of stone products is continuously increasing. Progressively sophisticated me-

thods for joining and cladding stone are being developed, thus allowing that the design of stone façades began to be considered separately from the design of the loadbearing walls.

The present paper is organized in the following way. Firstly, an attempt to analyse the life cycle of a stone product is presented. Then, in the next section, the effects of cutting and other processing technologies used in quarries and factories are addressed. Possible routes for valorisation of wastes, and the characteristics of new products are presented in a separate section, where pros & cons of artificial/engineered stone versus natural stone are discussed. Another specific section is dedicated to processes leading to the deterioration of stone.

LIFE CYCLE OF STONE PRODUCTS

The “life cycle”, in the frame of Biology, consists of the series of stages in form and functional activity through which an organism passes between successive recurrences of a specified primary stage (Merriam-Webster Dictionary, 2021) or it is seen as a series of changes that the members of a species undergo as they pass from the beginning of a given developmental stage to the inception of that same developmental stage in a subsequent generation (Britannica, 2020). However, for a manufactured product like a stone product, “life cycle” can be simply defined as a series of stages through which the product passes during its “lifetime”. Then, relevant questions are: (i) How to outline the lifetime of a stone product? (ii) Are we able to correctly analyse the life cycle of a stone product?

An attempt to analyse the life cycle of a stone product is shown in Figure 1.

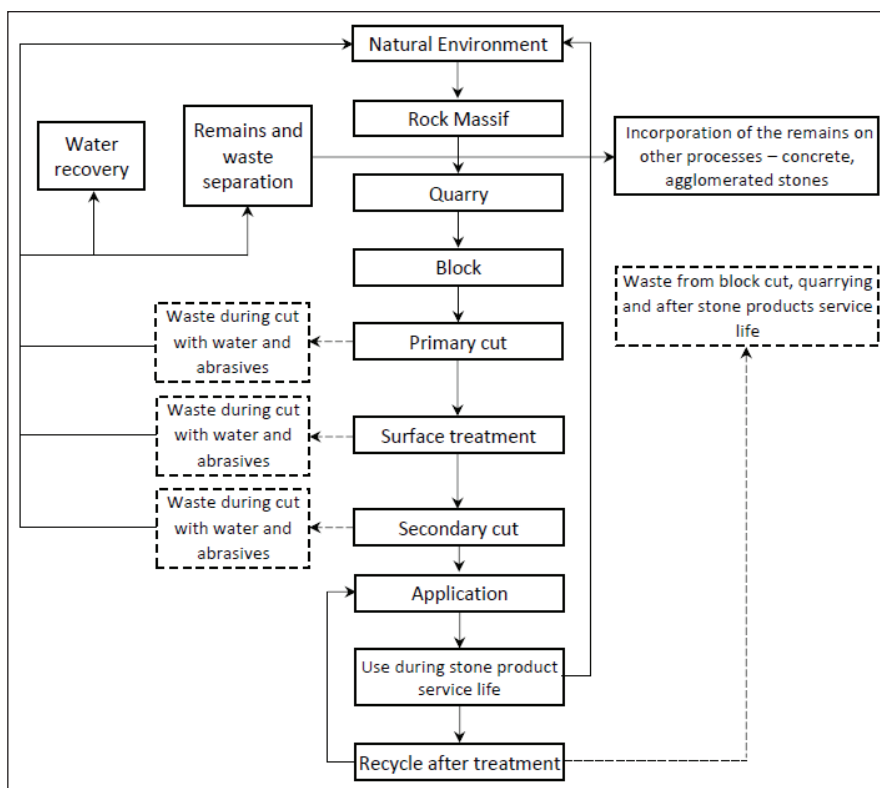


Figure 1. Stone life cycle schema with indication of possible inventory of interrelations for analysing the life of a stone product (e.g., stone tiles with standard dimensions).

EFFECTS OF CUTTING TECHNOLOGIES IN QUARRIES AND FACTORIES

Preservation of jobs at the stone sector, as well as ameliorating the working conditions at enterprises, are crucial aspects for maintaining social-economic sustainability of stone industry in some regions. The application of risk assessment methods may give the possibility to justify rational measures reducing risks of workers of the stone-cutting enterprises by identifying potentially dangerous processes in the extraction of stone and its processing (see, for example, the work of Aleksandrova and Timofeeva, 2017).

Like in many other sectors, stone sector has been submitted to industrialisation processes aiming a reduction in weight, reduction of residues caused by cutting processes, and reduction of waste caused by non-valorised material when transformation phases are conducted.

Considering social and environmental concerns, Table 1 summarizes possible negative effects or impacts of current cutting technologies in quarries and stone processing factories.

Table 1. Possible negative effects of cutting technologies in quarries and factories

Operation	Negative effect(s)
Uncontrolled quarrying without a proper territorial frame	<ul style="list-style-type: none"> – excessive waste – visual intrusion / damage to landscapes – deterioration in local water quality
Block cutting Slab cutting Polishing	A slurry consisting of a mixture of water, ground fine rock, and particles of the processing tools is generated. Some toxic elements may be present.

The Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste lays down measures to protect the environment and human health by preventing or reducing the adverse impacts of the generation and management of waste and by reducing overall impacts of resource use and improving the efficiency of such use.

Stone wastes generated as a result of natural stone processing represent a special type of mining waste (Strzałkowski, 2021). According to the European Commission Decision of 18 December 2014 amending Decision 2000/532/EC on the list of waste pursuant to Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council, wastes generated in natural stone processing are classified with code 01 04 13: “wastes from stone cutting and sawing other than those mentioned in 01 04 07” (this one representing “wastes containing hazardous substances from physical and chemical processing of non-metalliferous minerals”). In fact, some cutting tools may introduce toxic elements in the slurry. As an example, there has been a trend to replace cobalt in diamond cutting tools for stone cutting which motivates the study of alternative matrices for binding diamond particles (Henriques et al., 2017). Health effects of cobalt may be found in the book titled “Toxicological profile for cobalt” (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004).

POSSIBLE ROUTES FOR VALORISATION OF WASTES, AND THE CHARACTERISTICS OF NEW PRODUCTS

Nowadays, the so-called agglomerate or engineered stones represent one of the routes, with more value in the market, allowing to prove viability in the use of stone residues and wastes. The remarkable developments of polymer engineering were crucial for obtaining composites incorporating a very high content of petrous components, which can be either siliceous (granite, quartz, quartzite, porphyry, sand etc.) or calcareous (marble, limestone, dolomite etc.).

When compared with natural stone, agglomerate or engineered stones show a very similar aesthetic appearance. First scientific publications dealing with comparisons between natural versus artificial stone products appeared in the literature in 2011. In the original work by Lam dos Santos et al. (2011, 2013), three types of artificial or engineered stones (ES) were studied. Table 2 summarizes their composition, density, and porosity, and Figures 2 and 3 show photos of their macroscopic aspect. Those three SiO₂-rich ES were compared against two types of natural stones (a limestone and a granite) in what concerns to temperature, thermal ageing, and thermal shock effects on flexural strength and Young's modulus. Temperatures of the thermal treatments, in the range from 20 to 200 °C, were intentionally chosen to simulate some practical applications of this kind of materials, for example, when they are used as kitchen tops. The results reveal the different characteristics of the materials. When tested at temperatures up to 100 °C, engineered stones show much higher values of flexural strength compared to the natural stones (see graph at the left side of Figure 4); and when tested at ambient temperature after being submitted to rapid cooling (thermal shock) from 200 °C down to 20 °C, engineered stones continue to show higher values of flexural strength compared to the natural stones (see graph at the right side of Figure 4). For the temperature range from 20 to 200 °C, thermal shock and thermal ageing effects on Young's modulus are not very pronounced. Young's modulus (E) of each of the materials was determined at ambient temperature, and the engineered stones keep almost the same value of E after thermal ageing or thermal shock up to 160 °C (as shown in the plots of Figure 5).

Çizelge 2. Weight composition (in percentage) of major compounds, density, and porosity, found in the three selected engineered stones (Lam dos Santos et al., 2011)

Compound	Engineered stone		
	ES1	ES2	ES3
Polymer matrix	9.51	8.71	10.34
SiO ₂	88.1	85.9	86.3
Al ₂ O ₃	0.68	0.43	0.52
CaO	0.36	1.77	0.41
Fe ₂ O ₃	0.09	0.07	0.45
K ₂ O	0.18	0.10	0.18
MgO			0.18
Na ₂ O			0.57
TiO ₂			0.25
Other inorganic compounds			0.84
ES density	2.42	2.38	2.36
ES porosity	< 0.05 %	< 0.05 %	< 0.05 %

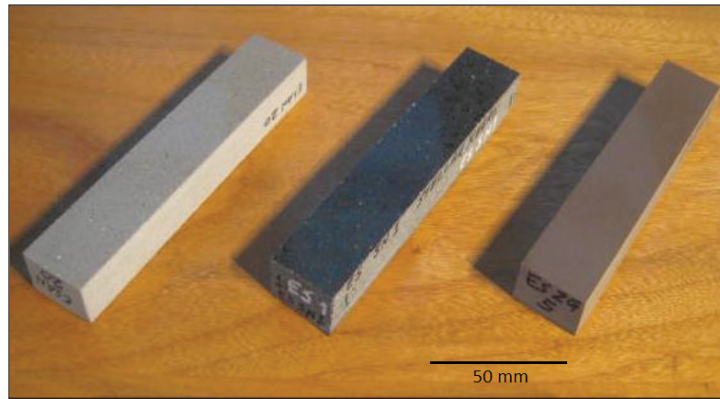


Figure 2. Specimens ($150 \times 30 \times 20 \text{ mm}^3$ each) of the 3 selected engineered stones (ES), from left to right: ES1, ES2, ES3.

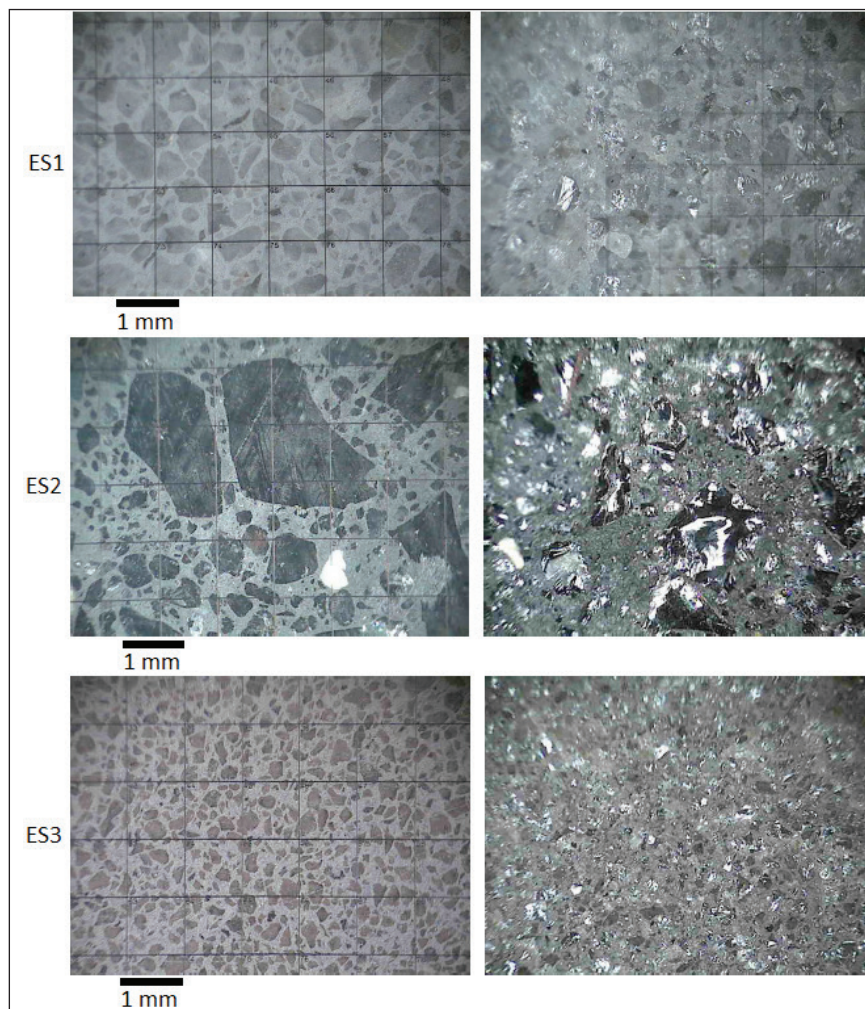


Figure 3. Macroscopic aspect of the three selected ES; photos at left side show polished surface (the grid was inserted for allowing evaluation of particle size homogeneity); photos at right side show the fracture surface.

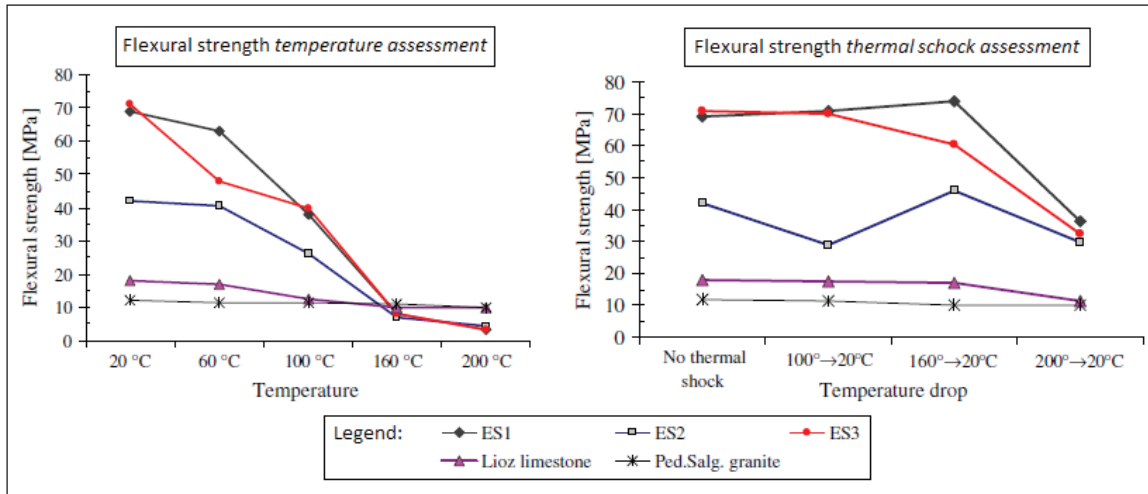


Figure 4. Plot at left side: Flexural strength at 20 °C and flexural strength temperature assessment at 60, 100, 160 and 200 °C. Plot at right side: Flexural strength at 20 °C without thermal shock and after thermal shocks with three different temperature-drops.

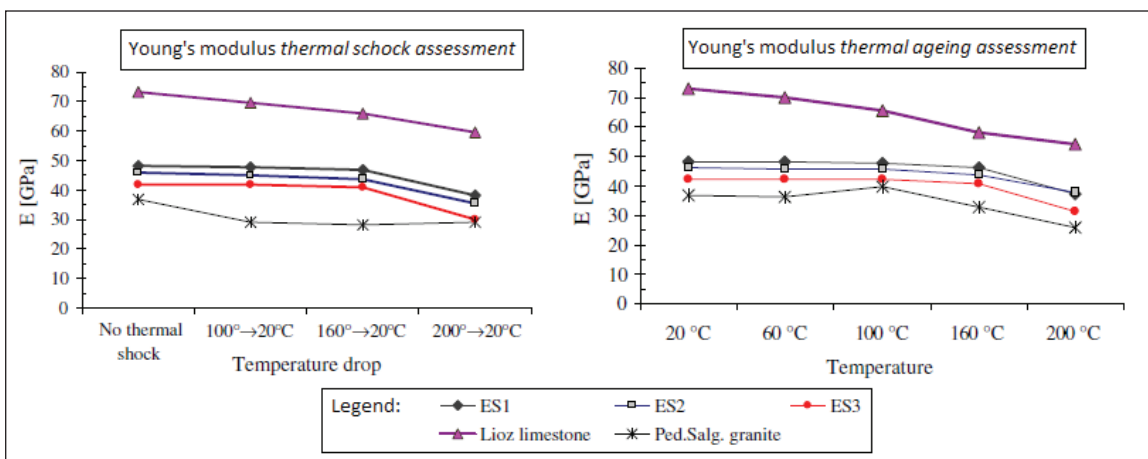


Figure 5. Plot at left side: Young's modulus at 20 °C without thermal shock and after thermal shocks with three different temperature-drops. Plot at right side: Young's modulus at 20 °C and after thermal ageing (during 24 h) at 60, 100, 160 and 200 °C.

Çizelge 3 summarizes the main pros and cons of artificial/engineered stone versus natural stone.

Çizelge 3. Pros & cons of natural stone and pros & cons of artificial/engineered stone.

Natural Stone (Granite, Marble, Limestone, Slate, etc.)

- PROS: - Contains local “unique identity” (sourced from quarries all over the world, practically you can choose which country and region your stone comes from).
- Being a product with a natural origin, it is constantly evolving, and lessens the impact of our environmental footprint.
 - It is recyclable.
 - If adequate maintenance is assured, natural stone should last longer than other materials.
 - Still has a higher resale value than engineered stone.
- CONS: - Natural stone products are heavy, compared to engineered stone products.
- Being a natural material, veining and colour can sometimes vary quite a bit.
 - Slabs and kitchen countertops of natural stones sometimes need to be sealed to become water or other liquids spill-proof.
-

Engineered Stone (e.g., Silestone®, Quartz®, IceStone®, engineered marble, etc.)

- PROS: - Homogeneity of colour and pattern.
- Because of their composition (crushed natural stone and polyester resin), engineered stones are lighter than natural stones (Densities of Silestone® and Quartz®: 2.25–2.46 g/cm³; engineered marble: 2.45–2.65 g/cm³; granite: 2.6–3.2 g/cm³; marble: 2.7–2.85 g/cm³; limestone: 2.55–2.6 g/cm³; slate: 2.6–2.9 g/cm³).
 - Engineered stones never need sealing. They are practically nonporous. Their porosity is < 0.05% and water absorption is < 1,00% according to EN 14617-1:2013 norm.
 - It is practically recyclable. Due to the low content of polymer resin, engineered stones products at the end of their useful life can be crushed and the material can be reused.
- CONS: - Engineered stones are less heat-resistant than natural stones. For example, in kitchen countertops it is still recommended to protect an engineered stone surface with a support or a cloth before putting any hot cookware on it.
- Most products made of engineered stone have higher embodied energy than the equivalent products made of natural stone.
-

PROCESSES LEADING TO THE DETERIORATION OF BUILDING STONE

Because it occurred in a very famous UNESCO World Heritage Site, the fire that broke out beneath the roof of Notre-Dame Cathedral in Paris on April 15th 2019 and destroyed most of the wood/metal roof and the spire of the cathedral, may have called the attention of the world for the possible effects of high temperatures on natural stone. In fact, a fire exposure on natural building stones may lead to irreversible changes in microstructure and consequently on physico-mechanical properties. Subsequent to the fire that devastated Paris' world-famous cathedral, fresh samples of several different types of porous limestones coming from active quarries, located in different regions of France, were studied facing high temperature exposure up to 1000 °C (Vigroux et al., 2021). The studied limestones showed open porosity values ranging from 11.2 % up to 29.7 %. Firstly, tests under high temperature were conducted to identify the main mechanisms of alteration such as thermo-chemical transformations but also thermal deformation. Then, tests were performed on heated specimens after different heating–cooling cycles to investigate the evolu-

tion of mechanical properties. The principal results of the work of Vigroux et al. (2021) indicate that the porous limestones can be highly affected by high temperature exposure but may exhibit different behaviours. Limestones showed a mass loss due to calcite decarbonation, initiated at 750 °C and resulting in 44% at 930 °C. The presence of organic matter in one specific limestone led to a slight early mass loss at 370 °C. Polyphasic stones composed of both calcite-dolomite or calcite-quartz are more vulnerable to differential thermal deformation caused by different thermal behaviours, because they can create internal stresses, which usually occur along the grain boundaries, leading to microcracking and granular disintegration. The study of the evolution of the mechanical properties of those French limestones was conducted up to 800 °C and it has shown that a rise in temperature leads to a decrease in mechanical performances. However, when heated below 400 °C, there is not a significant change in mechanical properties, except for a specific limestone due to its specific texture (weakly cemented) and an early mass loss (370 °C). Nevertheless, exposure to higher temperatures bring an important drop in mechanical strengths.

Concerning granites, a study conducted in 2014 by Pires et al. was dedicated to the analysis of the effects of exposure to high temperature and subsequent shock cooling by water to assess their influence on cladding dimension requirements. Three Portuguese granites known under the commercial names of Amarelo de Vila Real (AVR), Cinzento de Pedras Salgadas (PS) and Cinzento de Alpalhão (SPI), all of them widely used as cladding building materials, were heated in a muffle furnace at 500 °C for 24 h and then immediately cooled down to room temperature using tap water. Characterization included measurement of CIELAB colour indexes, determination of open porosity, water absorption by capillarity, flexural resonance Young's modulus, and flexural strength under constant moment. This study revealed the strong effect of high temperature damage on granites physical–mechanical properties. Tests confirmed that, for the three studied granites, colour modification occurs (Figure 6) as a result of exposure to a 500 °C temperature for 24 h (and even before shock cooling by water). According to the plot at the left side of Figure 7, the results indicate that the applied heat treatment causes a relatively high increase on granites open porosity which might be responsible for considerable structural modifications. Rock fragment samples (before and after heat exposure tests) were examined by field emission scanning electron microscopy (FESEM) with X-ray energy dispersive spectroscopy (EDS) for chemical analysis using secondary X-rays and standard ZAF corrections that allow semi-quantitative microanalysis and characterization of mineralogical phases. It was confirmed that, after the heat treatment, the porosity increase of the three studied granites was due to an increase in fissures density and width. As a consequence of the deterioration of the granites' microstructure, the mechanical properties are also deteriorated. Just as an example, comparison of dynamic Young's modulus mean values, E_{RD} , before and after the heat treatment at 500 °C, is shown in the plot at the right side in Figure 7. AVR granite presents the highest E_{RD} reduction (32%) followed by PS granite (18%) and SPI granite (6%). In fact, AVR E_{RD} decay was higher comparatively with the other granites. This decay can be explained by the effect of thermal expansions/contractions of AVR different minerals originated during heating and cooling stages; heat and subsequent shock cooling by water caused an increase in the number and dimension of intra and inter grain porosity.

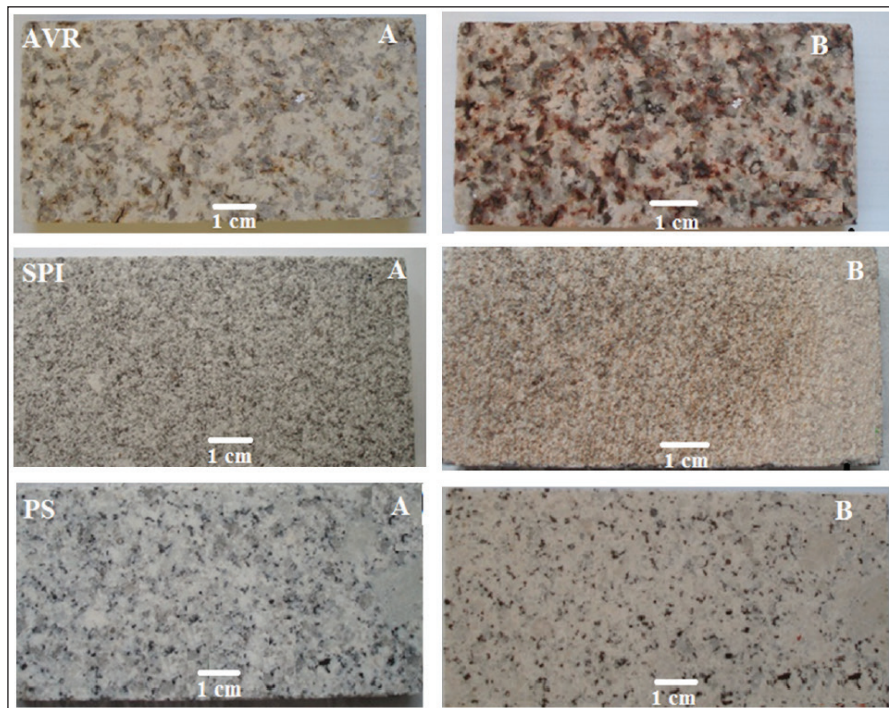


Figure 6. Aspect of fresh sample/specimen (A) and specimen exposed to 500 °C for 24 h (B), for three Portuguese granites known under the commercial names of Amarelo de Vila Real (AVR), Cinzento de Pedras Salgadas (PS) and Cinzento de Alpalhão (SPI).

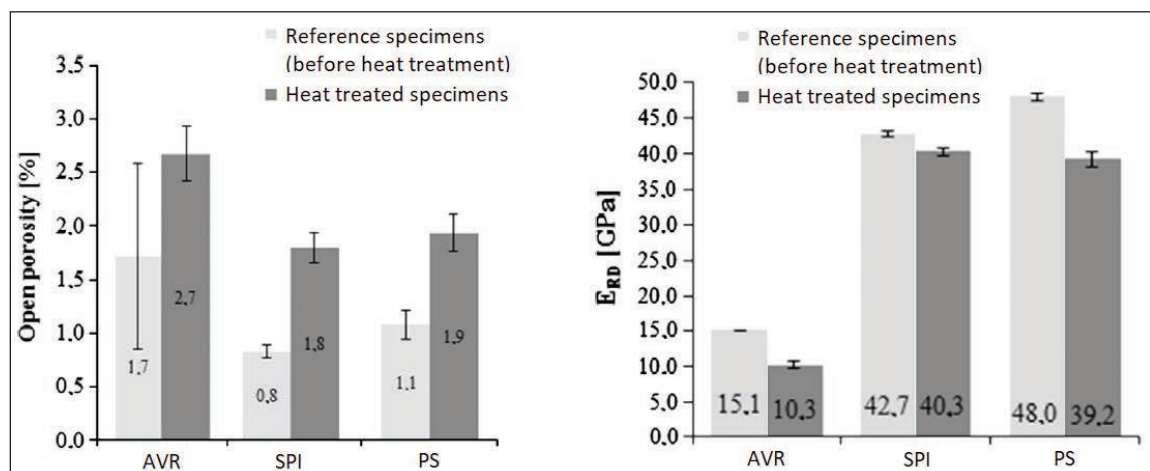


Figure 7. Plot at left side: Mean and standard deviation values of open porosity for AVR, SPI and PS granites, before and after the heat exposure at 500 °C for 24 h, followed by shock cooling by water. Plot at right side: Mean and standard deviation values of dynamic Young's modulus, E_{RD} , for the three granites, before and after the heat treatment.

Beside the effects of temperature that can cause the deterioration of natural stone, there is another important group of effects which are due to special environmental conditions (leading to chemical reactions even at room or moderate temperature) and that might affect stone performance and durability. Durability can be defined as the material ability to resist wear or decay and

continue to fulfil its function after an extended period of usage. Chemical, physical, or mechanical change of a specific stone can be understood as the result of reaction(s) to new imposed natural or human conditions. Stone suitability for a given application will depend on how the stone will respond to a new environment, different from the one where the rock was formed. Stone efflorescences and change in colour are examples of possible stone reactions to regain balance when placed in new environmental conditions.

Stone durability usually depends on more causes than just mineralogy. Climate, environmental and human factors or façade architectural issues are examples of aspects that might influence stone durability. Several times in practical applications, many agents such as temperature, moisture, pollution, or salt might be present which makes the results interpretation difficult. Besides the usual physical (density, porosity, water vapour permeability, water absorption at atmospheric pressure) and mechanical tests, there are specific durability tests which can be conducted according to European standardised test methods such as: assessment of the effect of freeze/thaw cycles on natural stones (EN 12371:2010), assessment of possible changes of natural stones under the effect of sudden changes in temperature i.e. thermal shock (EN 14066:2013), assessment of the resistance of natural stones to ageing by salt mist (EN 14147:2003) or assessment of the relative resistance of natural stones to damage by sulphur dioxide (SO_2) in the presence of humidity (EN 13919:2003).

Recent work of Pires et al. (2021), titled “Experimental Studies of the Effect of SO_2 on the Mechanical Properties of Selected Cladding Natural Stones”, has evaluated the effect of a SO_2 -rich atmosphere (constant 10 ppm, with cyclic variations of temperature and relative humidity) on the physical-mechanical properties of some stones from Portugal, namely three granites: Amarelo de Vila Real (AVR), Cinzento de Pedras Salgadas (PS) and Cinzento de Alpalhão (SPI) and two limestones: Moleanos (MO) and Semi-Rijo (SR). Although all the studied stones depicted a colour change (see example in Figure 8), it was not clear that this change was related to the differences in mechanical properties, verified afterward.

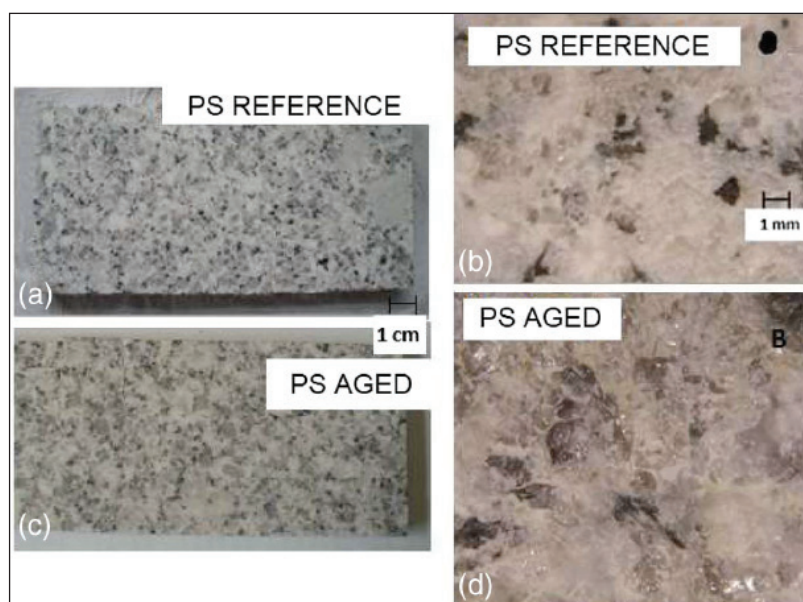


Figure 8. Macroscopic images of PS granite (a) reference and (c) SO_2 aged specimens; stereoscopic images (magnified 10 times) of (b) reference and (d) SO_2 aged PS granite.

Scanning electron microscopy (SEM) images of the studied stones (after SO₂ cycles) depicted a trend that correlated open porosity and calcium content with calcium sulphate crystallization. SEM-EDS analysis revealed the presence of clusters of acicular, tabular, and platy crystals rich in sulphur and calcium, pointing to gypsum (G) CaSO₄ · 2H₂O (see examples in Figures 9, 10 and 11). Figure 9 shows calcium sulphate crystals (G) that crystallize in PS granite preferentially on the intergranular void space between sodium-rich plagioclases and quartz. Similar observations associated with the formation of gypsum on granite surfaces were published by other authors (Schiavon, 2007; Silva Hermo et al., 2010; Gomes et al., 2018).

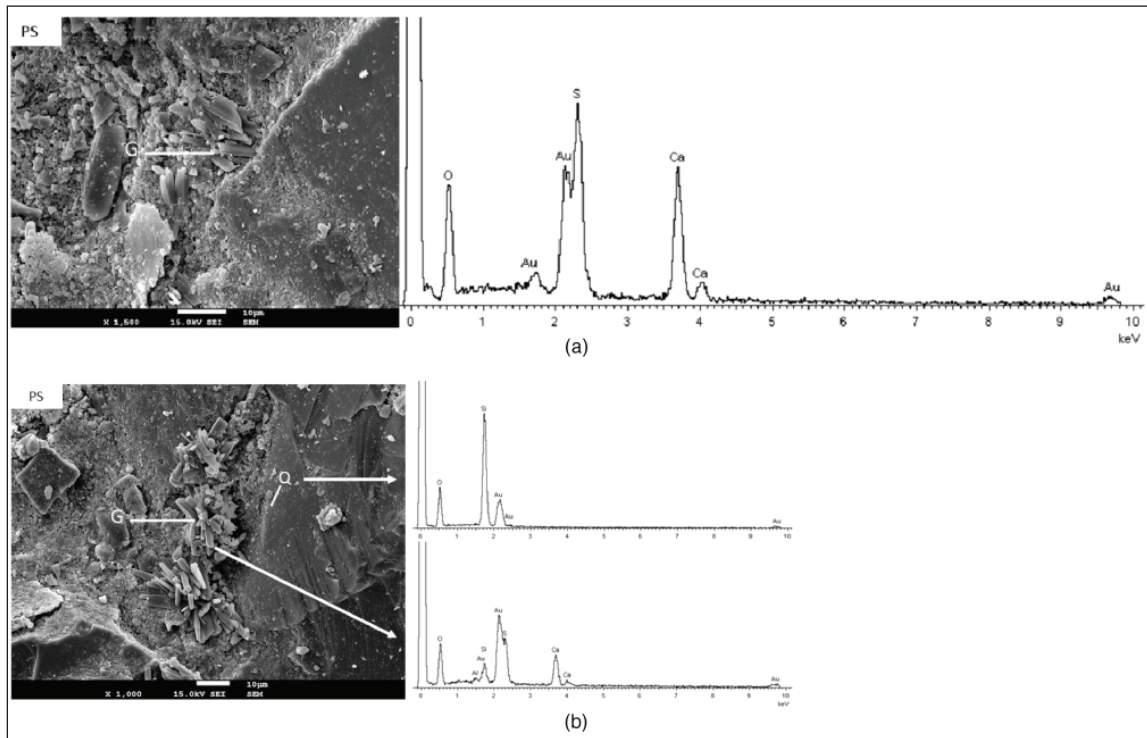


Figure 9. SEM micrographs of PS granite with corresponding EDS spectrum showing: (a) detail of an acicular crystalline fibre of calcium sulphate (G); and (b) clusters on an intergranular void space between a plagioclase and quartz (Q).

In limestones, observations by SEM allow to follow the development of a continuous layer of calcium sulphate elongated, prismatic crystals (see Figures 10 and 11). Calcium availability is much higher on limestones compared to granite materials for calcium sulphate crystal formation. The interaction between carbonated rock and sulphur dioxide is a complex and interactive process that can be explained through two distinct mechanisms: dry and wet deposition (Amoroso and Fassina, 1983). Nevertheless, it is well established that different catalysts also enhance these reactions (Amoroso and Fassina, 1983; Böke et al., 2002; Simão et al., 2006).

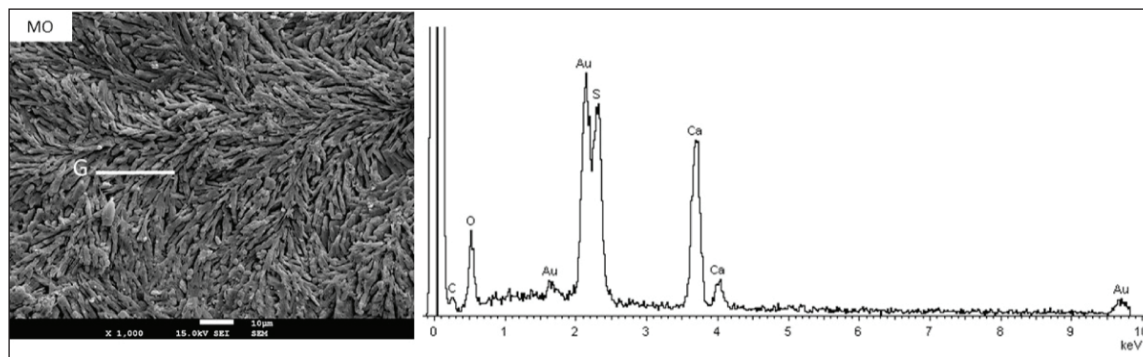


Figure 10. SEM micrograph of MO limestone with respective EDS spectrum showing an almost continuous superficial layer of calcium sulphate crystals (G).

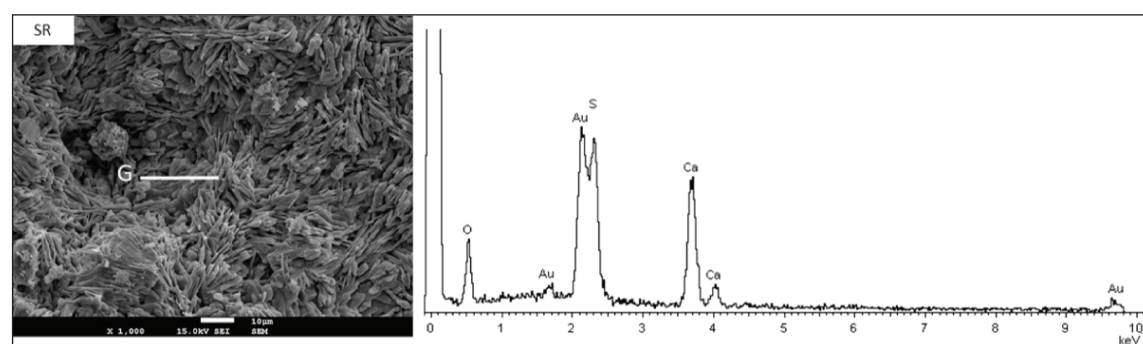


Figure 11. SEM micrograph of SR limestone with respective EDS spectrum showing an almost continuous superficial layer of calcium sulphate crystals (G).

When elastic modulus and flexural strength are considered, the study carried out by Pires et al. (2021) has concluded that both characteristics were reduced for all studied stones (AVR, PS and SPI granites, and MO and SR limestones) after SO_2 exposure. Contrarily to the other four stones under investigation, it was stated that SPI granite mechanical properties changed to an acceptable level (11% lower in E_{RD} and 12% lower in flexural strength) and that this reduction still allows to consider it as suitable for cladding applications after 80 cycles with 10 ppm SO_2 concentration, according to existent technical specifications and codes (Eurocodes).

Beside the development of methods for durability evaluation, it is also very important to improve the procedures for stone conservation. One of the recommended procedures for stone conservation is the periodical maintenance (each 2 years) to evaluate if any visual changes occur. Then every 5 years a complete inspection may be done using non-destructive methods such as ultrasound (among other methods). One of the most common measures that should help to maintain the aesthetical appearance of the stone material is cleaning. However, the characteristics of each type of stone must be taken into account, because if the cleaning technique is not suitable for a particular stone permanent damages may occur. Nowadays there are several cleaning techniques used for stone maintenance (see Amaral et al., 2015). They can be divided in two main categories: physical (e.g., water jet cleaning, laser cleaning) and chemical (using appropriate reagents and controlling the acting time), nonetheless their presentation and discussion is beyond the scope of this paper.

CONCLUDING NOTES

Continuous developments in technology must be accompanied by the assessment of their impact on ecosystems and resources. Using different examples (life cycle of a stone product; effects of cutting and other processing technologies used in quarries and factories; valorisation of stone residues; studies involving environment induced stone decay; etc), this paper provides an integrated view on the challenges that stone sector faces in present times.

Acknowledgment

This line of research was partially funded by the Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, through IDMEC — Instituto de Engenharia Mecânica (Pólo IST), under LAETA project grant UIDB/50022/2020.

REFERENCES

- Aleksandrova, A.J., & Timofeeva, S.S. (2017). Risk assessment for stonecutting enterprises. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 189, 012029. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/189/1/012029>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2004). Toxicological profile for cobalt. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp33.pdf>
- Amaral, P.M., Fernandes, J.C., Pires, V., & Rosa, L.G. (2015). Ornamental Stones. In M. Gonçalves & F. Margarido (Eds.), Materials for Construction and Civil Engineering (pp. 397-445). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08236-3_9
- Amoroso, G. G., & Fassina, V. (1983). Stone decay and conservation: Atmospheric pollution, cleaning, consolidation, and protection. New York: Elsevier Science Ltd.
- Astruc, L., Vargiolu, R., & Zahouani, H. (2003). Wear assessments of prehistoric instruments. Wear, 255, 341-347. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(03\)00173-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(03)00173-X)
- Böke, H., Göktürk, E.H.H., & Caner-Saltık, E.N. (2002). Effect of some surfactants on SO₂-marble reactions. Materials Letters, 57, 935-939. [https://doi.org/10.1016/S0167-577X\(02\)00899-6](https://doi.org/10.1016/S0167-577X(02)00899-6)
- Britannica. (2020). The Editors of Encyclopaedia. "Life cycle". Encyclopedia Britannica, 18 May 2020, <https://www.britannica.com/science/life-cycle>. Accessed 11 November 2021.
- Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives, 2008/98/EC; EC: Brussels, Belgium. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- EN 12371:2010. Natural stone test methods. Determination of frost resistance. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 13919:2003. Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by SO₂ action in the presence of humidity. (Withdrawal effective on 01-Apr-2011). European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 14066:2013. Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by thermal shock. European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 14147:2003. Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by salt mist. (Withdrawal effective on 10-Jul-2019). European Committee for Standardization, Brussels.
- EN 14617-1:2013. Agglomerated stone - Test methods - Part 1: Determination of apparent density and water absorption. European Committee for Standardization, Brussels.
- European Commission Decision of 18 December 2014 Amending Decision 2000/532/EC on the List of Waste Pursuant to Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the

- Council, 2014/955/UE; EC: Brussels, Belgium. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014D0955#document1>
- Gazi, A., Skevis, G., & Founti, M.A. (2012). Energy efficiency and environmental assessment of a typical marble quarry and processing plant. *Journal of Cleaner Production*, 32, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.007>
- Gomes, V., Dionísio, A., Pozo-Antonio, J.S., Rivas, T., & Ramil, A. (2018). Mechanical and laser cleaning of spray graffiti paints on a granite subjected to a SO₂-rich atmosphere. *Construction and Building Materials*, 188, 521-632. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.08.130>
- Henriques, B., Ferreira, P., Buciumeanu, M., Fredel, M., Cabral, A., Silva, F.S., & Miranda, G. (2017). Copper–nickel-based diamond cutting tools: stone cutting evaluation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92, 1339-1348. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0220-6>
- Lam dos Santos, J.P., Rosa, L.G., & Amaral, P.M. (2011). Temperature effects on mechanical behaviour of engineered stones. *Construction and Building Materials*, 25, 171-174. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.042>
- Lam dos Santos, J.P., Amaral, P.M., Diogo, A.C., & Rosa, L.G. (2013). Comparison of Young moduli of engineered stones using different test methods. *Key Engineering Materials*, 548, 220-230. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.548.220>
- Lewis, R., Rahim, M., Cripps, J., Roubos, V., & Tsoraki, C. (2009). Wear of stone used to manufacture axes in the Neolithic settlement at Makriyalos in Northern Greece. *Wear*, 267, 1325-1332. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2008.12.090>
- Lewis, R., Tsoraki, C., Broughton, J., Cripps, J.C., Afodun, S.A., Slatter, T., & Roubos, V. (2011). Abrasive and impact wear of stone used to manufacture axes in Neolithic Greece. *Wear*, 271, 2549-2560. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2010.12.074>
- Merriam-Webster Dictionary. (2021). Definition of life cycle, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/life%20cycle>. Accessed 11 November 2021.
- Moník, M., Delgado-Raack, S., Hadraba, H., Jech, D., & Risch, R. (2021). Rock physics and the circulation of Neolithic axeheads in Central Europe and the western Mediterranean. *Wear*, 203708. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.203708>
- Pires, V., Rosa, L.G., & Dionísio A. (2014). Implications of exposure to high temperatures for stone cladding requirements of three Portuguese granites regarding the use of dowel-hole anchoring systems. *Construction and Building Materials*, 64, 440-450. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.03.03>
- Pires, V., Rosa, L.G., Amaral, P.M., Dionísio, A., & Simão, J.A.R. (2021). Experimental studies of the effect of SO₂ on the mechanical properties of selected cladding natural stones. *Journal of Materials in Civil Engineering*, to be published. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004223](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004223)
- Schiavon, N. (2007). Kaolinisation of granite in an urban environment. *Environmental Geology*, 52, 399-407. <https://doi.org/10.1007/S00254-006-0473-0>
- Silva Hermo, B., Prieto Lamas, B., Rivas Brea, T., & Pereira Pardo, L. (2010). Gypsum-induced decay in granite monuments in Northwestern Spain. *Materiales de Construcción*, 60, 97-110. <https://doi.org/10.3989/mc.2010.46808>
- Simão, J., Ruiz-Agudo, E., & Rodríguez-Navarro, C. (2006). Effects of particulate matter from gasoline and diesel vehicle exhaust emissions on silicate stones sulfation. *Atmospheric Environment*, 40, 6905-6917. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.06.016>
- Strzałkowski, P. (2021). Characteristics of waste generated in dimension stone processing. *Energies*, 14, 7232. <https://doi.org/10.3390/en14217232>
- Vigroux, M., Eslami, J., Beaucour, A.-L., Bourgès, A., & Noumowé, A. (2021). High temperature behaviour of various natural building stones. *Construction and Building Materials*, 272, 121629. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121629>

YENİ TÜRK MADEN KANUNU DEĞİŞİKLİK TASARISININ DOĞALTAŞ SEKTÖRÜ AÇISINDAN İNCELENMESİ

EXAMINATION OF THE NEW TURKISH MINING LAW DRAFT AMENDMENT IN TERMS OF THE NATURAL STONE INDUSTRY

M. Topaloğlu

Özyeğin Üniversitesi Hukuk Fakültesi, İstanbul Türkiye (mt@mustafatopaloglu.av.tr)

ÖZET

3213 sayılı Maden Kanunu ilk yürürlüğe girdiği 1985 yılında madencilik sektöründe büyük bir heyecan yaratmıştı. Ancak gelinen zaman içerisinde çok fazla değişikliğe uğramış ve yeni bir kanun hazırlanması büyük bir ihtiyaç haline gelmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı sektörün de görüşlerini alarak tamamen yeni bir kanun taslağı hazırlamıştır. Türk Maden Kanunu adı verilen ve ayrı bir kanun numarası alacak yeni kanun taslağı, doğal taş sektörü ve hukuki bakımdan önem taşıyan bazı hususlar bu çalışmada genel olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türk Maden Kanunu, Madencilik Sektörü, Doğal taş.

ABSTRACT

When the Mining Law No. 3213 was first put into effect in 1985, it created a great excitement in the mining sector. However, it has undergone many changes over the time and the preparation of a new law has become a great need. The Ministry of Energy and Natural Resources has prepared a completely new draft law by taking the opinions of others in the industry. In this study; the new draft law, which is called the Turkish Mining Law and will receive a separate law number, the natural stone industry and some legally important issues have been examined.

Keywords: Turkish Mining Law, Mining Sector, Natural Stone.

GİRİŞ

Maden hukukunun tarihi gelişim sürecinde, bir tarafta devletin madenleri kamusal mülkiyetine uygun olarak düzenleme düşüncesi ile diğer tarafta özel sektörün madencilik yatırımlarına özendirmesi isteği arasında bir mücadele yaşandığı görülür. Özellikle Türkiye’de 1950 ve 1990 dönemi arasında yaşanan madencilik yasalarında yapılan değişikliklerde bu mücadelenin yansıması net bir şekilde ortaya çıkmıştır (Williams, 2005).

Dünyada 1960 ve 1970 soğuk savaş dönemi madencilik endüstrisi için refah yıllarıdır. Bu dönemde aynı zamanda milliyetçilik düşüncesi artmış, kolonilerden ulus devletlere doğru bir dönüşüm yaşanmıştır. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda 1970’lerin ortalarından itibaren devlete ait maden şirketleri kurulmaya ve işletmeye başlamıştır. Bununla birlikte 1980’lerin ortalarından iti-

baren devlet tarafından yürütülen milli madencilik yöntemi sürdürülemez olmuştur. Devlet şirketlerinin arama ve inovasyona yeterli yatırımı yapmamaları, ocaklarda eski teknolojileri kullanmaları ve artan işçilik maliyetleri de karlılıklarını ve pazar paylarının düşmesine neden olmuştur. Şili'den başla- yarak 1980'den itibaren Meksika, Peru ve diğer ülkelerde maden kanunlarında yapılan değişikliklerde yeni trend veya eğilim, doğrudan devlet kontrolü yerine özel sektörü madencilik sektörüne yatırım yapmaya yönelik yaklaşımlar yerini almıştır (Barton, 2005).

Zaman içinde maden kaynaklarının kamu/özel sektör tarafında rasyonel kullanımı yanında çevre hukukunun da dönüşümüyle sürdürülebilir kalkınma kavramı da etkili olmaya başlamıştır. Madencilikte gelişmiş ABD, Kanada, Avustralya gibi ülkeler ile Batı Avrupa ülkelerinde maden yatırımları bakımından çevreyle ilgili düzenlemeler, maden hukukundan daha kritik bir rol oynamaktadır. Bu ülkelerde yapılan çevreyle ilgili düzenlemeler, büyük ölçüde, olumsuz çevre etkilerinin azaltılmasına ve yeniden kazandırılmasına yönelmiştir. Madencilik sektörüyle ilgili birçok firma bu dönüşümü kolaylaştırmak ve yerleştirmek için birtakım isteğe bağlı kurallar oluşturmuşlardır. Özellikle Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası gibi çok uluslu kuruluşlar tarafından geliştirilmeye sürdürülebilir kalkınma ilkelerini esas alan ama daha çok kendi kalkınmalarını amaçlamaya çalışan projeler geliştirmişlerdir. Dünya Bankası ve diğer uluslararası kuruluşlar maden kanunu reformlarında model kanunlar hazırlanması ve örnek uygulamaların yaygınlaşması için yoğun çaba sarf etmektedirler. Dünya Maden Kanunların tek düze haline gelmesi ve giderek ortak bir maden kanunu "lex minarele" oluşumuna yönelik beklentiler artmaktadır. Bununla birlikte ülkelerin farklı hukuk ailelerinden olmaları, madencilikten bekledikleri yararlar ve çeşitli grup ve toplulukların beklentisi maden kanunlarında farklı yaklaşımların benimsenmesine neden olmaktadır. Öyle ki, madencilik sektörünün çok ciddi bir lobi gücüne sahip olduğu ABD'de çeşitli tasarımlar hazırlansa da 1872 tarihli Maden Kanunu'nu değiştirilmesi veya revizyona gidilmesi mümkün olmamaktadır. Zira maden işleticileri kamusal arazileri çok düşük bedelle kullandıkları için bu yararlarını sınırlayacak olası maden kanunu değişikliğine karşı çıkmaktadırlar (Topaloğlu, 2009).

Dünyada madenlerle ilgili modern kanunlaştırma hareketlerinde genel eğilim, madencilik sektörü açısından çekici bir yatırım ortamının sağlanmasıdır. Doğal olarak hukuki alt yapı ve maden bürokrasisinin yaklaşımı çok önemlidir. Küresel olarak maden kanunu reformunun madencilik sektörüne nasıl olumlu etki ettiğinin en önemli örneği Finlandiya'dır. Fin Maden Kanunu 2011 yılında değiştirilmiş ve bu ülkeyi dünya sıralamasında onunculuktan ikinciliğe yükseltmiştir. Fin Maden Kanunu'nda devlet hakkı kaldırılmış, buna karşılık çevreye ve yerel topluma verilen önem ve haklar artırılmıştır. Finlandiya'da madencilik sektörünün bu kanun değişikliğinden hemen sonra bir önceki yıla göre %11 büyümesi dikkat çekicidir (Topaloğlu, 2019).

Bunun dışında madencilikte ilk üçte yer alan Avustralya, ABD ve Kanada'da yüz yılı aşan eski maden kanunları bulunmasına rağmen madencilikte sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun olarak diğer mevzuatlarını yenilemişler ve madenci dostu yaklaşımlarıyla iyi bir yatırım ortamı sağlamışlardır.

YÜRÜRLÜKTEKİ 3213 SAYILI MADEN KANUNUNUN DEĞİŞİKLİKLER SONRASI GELDİĞİ DURUM

3213 sayılı Maden Kanunu 6309 sayılı Maden Kanunu ilga ederek 1985 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 3213 sayılı Kanunla madencilik faaliyetlerine hız, yön ve verimlilik getirmek amaçlanmıştır. Yine Bu Kanunla Devletin yükümlülükleri asgari düzeye indirilerek zamanında yerine getirilemeyen vecibelerden doğacak yükümlülükler önlenmek istenmiştir.

Bunun birlikte, Dünya'daki çevresel duyarlılığa paralel olarak ülkemizde de çevresel duyarlılığın artması, 3213 sayılı Kanunun uygulanmasında yaşanan sorunlar, bürokratik işlemlerin azaltılması gibi nedenlerle 05.06.2004 tarihinde yürürlüğe giren 5177 sayılı Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanununda köklü değişiklikler yapılmıştır. 5177 sayılı kanunla taşocağı malzemeleri ve doğal taşlar Maden Kanunu kapsamına alınmış ve madenler gruplara ayrılmıştır.

Anayasa Mahkemesinin ve Danıştay Sekizinci Dairesinin izinlerle ilgili iptal kararlarını karşılamak için 3213 sayılı Maden Kanunu'nda yeni bir düzenlemeye gidilmiştir. Bu kapsamda, 5995 sayılı "Maden Kanununda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" 24.06.2010 tarihinde Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kapsamda, eski düzenlemenin aksine, ruhsat başvurularında başvuru sahibinin belirli teknik ve mali kriterlere sahip olması şartının getirilmesi önemli yeniliklerden birisini oluşturmaktadır.

2010'lu yıllar maden mevzuatında oldukça fazla sayıda kanuni değişikliklerin yapıldığı yıllar olmuştur. Bu bağlamda 18.02.2015 tarih ve 29271 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren 6592 sayılı "Maden Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" 3213 sayılı Maden Kanunu'nda önemli değişiklik ve eklemeler gerçekleştirmiştir. 6592 sayılı Kanunla ruhsat iptalleri ve teminat iratları yaptırımlarının yerine idari para cezaları öngörülerek ruhsat güvencesi açısından önemli adımlar atılmıştır. Buna karşılık 6592 sayılı Kanunla Devlet haklarını artıracak yeni standartlar ve mekanizmalar getirilmiştir. Yine, işletme ruhsat süreleri yeniden belirlenerek ve çevre ile can güvenliğine ilişkin hükümlerde değişikliğe gidilerek yetkilendirilmiş tüzel kişilik kavramı getirilmiştir.

2016 yılında 3213 sayılı Maden Kanunu'na ilaveler yapılmaya devam edilmiştir. 07.09.2016 tarih ve 29824 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Yatırımların Proje Bazında Desteklenmesi ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnemelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile, kısa adı TÜVEK olan Yer bilimleri Veri ve Karot Bilgi Bankası ile de kısa adı UMREK olan Ulusal Maden Kaynak ve Rezerv Raporlama Komisyonu kurulmuştur.

27 Mayıs 2017 tarihinde yürürlüğe giren 7020 sayılı Kanunla maden ruhsatlarının kısıtlanması, birleştirilmesi, taşınması, iptali ve ihale edilmesiyle, maden bölgelerinin oluşturulması, bu bölgelerde komisyon kurulması ve rödövens sözleşmeleriyle ilgili önemli hükümler getirilmiştir. 3213 sayılı Maden Kanunu'nda 2017 yılında yapılan son değişiklik ise, 05.12.2017 tarihinde yürürlüğe giren 7061 sayılı Bazı Vergi Kanunları ile Diğer Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile yapılmıştır. 7061 sayılı Kanun ile sektörde olumsuz eleştirilere konu olan orman arazi izin bedelleri düşürülmüş ve uç ürün üreten maden işletmeleri teşvik edilmek istenmiş ve maden sahalarının atıl kalmasını önlemek için ruhsat iptalleri yeniden düzenlenmiştir.

Maden Kanunu'nda 2018 yılında da değişiklikler devam etmiştir. 27.03.2018 tarihinde yürürlüğe giren 7103 sayılı Kanunla işletme izni dışında veya Bakanlıkça izin verilmiş rödövens sözleşmesi olmadan maden üretimine hapis ve adli para cezaları getirilmiş ve ihalede alıcı çıkmayan maden sahalarının aramalara açık hale getirileceği öngörülmüştür.

Daha sonra 2019 yılında da esas itibariyle Devlet hakkının artırılması ile ilgili iki yasal düzenlemenin yapıldığını görüyoruz. 28.02.2019 tarihinde yürürlüğe giren 7164 sayılı Kanunla MAPEG'in merkezi idareden ayrılarak ayrı bir kamu tüzel kişiliğe sahip olmasından kaynaklanan yetki genişlemesine ilişkin hükümlere yer verilmiştir. 7164 sayılı Kanunla bir taraftan madenciler yararına uygulama kolaylığı getirilen hükümler getirilirken diğer yandan Devlet hakkıyla ilgili artışa gidilmiş ve problem yaratacak yeni hükümler oluşturulmuştur.

Kanunlar değiştirilirken en önemli sorunlardan biri intikal hükümleri dediğimiz kanunların zaman bakımından uygulanması, kazanılmış haklara saygı ve kanunların geriye yürümemesi ilkesini yansıtan hükümleri titizlikle geçici madde olarak kanuna eklenmesidir. Maalesef bu hususa 7164 sayılı Kanun yürürlüğe girerken pek dikkat edilmemiştir. Bunun sonucu olarak, açık intikal hükmü olmamasından dolayı MAPEG, 2019 yılında 7164 sayılı Kanunla artırılan Devlet hakkı oranlarının 2018 yılı Maden üretimlerine de uygulanacağını duyurmuştur. Madencilik sektöründen gelen yoğun tepkiler üzerine 12.06. 2019 tarihinde yürürlüğe giren 7176 sayılı torba Kanun ile Devlet hakkı oranları ile ilgili yapılan değişikliklerin 2018 yılına uygulanmayacağı öngörülmüştür.

7176 sayılı Kanunla birlikte 3213 sayılı Maden Kanunu, yürürlüğe girdiği 15.06.1985 tarihinden bu yana dördü köklü olmak üzere 23 kez değişikliğe uğramıştır. Bu değişikliklerle Kanun'da sistematik bütünlük bozulmuş, uzayan maddelerin takibi çok güç olmuş ve tabir caizse yamalı boçaya dönmüştür. Ayrıca ilkesel "U" dönüşleri yaşanarak daha önce kaldırılan bir esas sonraki değişiklikle tekrar Kanun'a koyularak adeta yaz boz tahtası uygulaması yaşanmıştır. Karşılaşılan her somut sorun öyle ya da böyle bir şekilde kanuna eklenerek soyut ve genel esaslar içermesi gereken Kanun'un bu niteliği kaybolarak yönetmelik veya uygulama esasları şekline dönüşmüştür. (Topaloğlu, 2019)

YENİ MADEN KANUNU HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Madencilik sektörü kadar başka hiçbir sektörde kanun değişikliği ihtiyacı bu kadar yüksek sesle ve çoğunlukla dile getirilmez. Artık 3213 sayılı Maden Kanunu'nun artık değiştirilmesinden değil tamamen yürürlükten kaldırılarak yeni bir maden kanunu hazırlanmasından söz edilmelidir. Zira yama tutmaz hale gelen 3213 sayılı Kanun'u düzeltmek artık mümkün değildir. Zira Kanun'un 1985 tarihindeki felsefesi tamamen kaybolmuş, sistematigi bozulmuş, uzayan maddelerinin takibi çok güç hale gelmiştir. Bu nedenle modern eğilimlere uygun Türkiye'nin milli çıkarlarını karşılayacak ve Türkiye'ye özgü yeni bir maden kanunu çıkarılmalıdır.

Bu amaçla 2020 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı madencilik sektörünün görüşünü de alarak bir Maden Kanunu Değişiklik Taslağı hazırlamıştır. Hazırlanan bu Taslak daha sonra devam etmekte olan Jeotermal ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Taslağı ile birleştirilmiş, maden haklarının yanına akışkan hakları da ilave edilerek tek bir birleşik Kanun taslağı oluşturulmuştur. Jeotermal Sektöründen gelen yoğun eleştiriler nedeniyle birleşik Taslak tekrar ikiye ayrılmış ve Maden Kanunu Taslağı çalışmaları ayrı ve bağımsız bir kod olarak devam etmektedir.

Yeni Maden Kanunu Taslağı sistematik olarak tekrar düzenlenmiş, madde sayıları artırılmıştır. Madde metinleri kısaltılarak kanun yapma tekniğine daha uygun hale getirilmiştir. Sektörün lehine önemli değişiklikler getirilirken, yeni bir Devlet hakkı ödeme sistemi öngörülmüş ve çevreyle uyum teminatı daha tatmin edici fon kaynağı oluşturacak bir sisteme bağlanmıştır. Türk Medeni Kanunu ve İcra İflas Kanunu'na uyum sağlayacak birçok yeni hüküm konulmuştur. İdari para cezalarında azaltmaya gidilmiş, cezaların genel hükümleri belirlenmiş ve idari para cezaları bir maddede sistematik olarak toplanmıştır. Sektörde yakınlara neden olan aynı fiilden dolayı birden fazla ceza verilmesinin önüne geçecek cezalarda içtima sistemi oluşturulmuştur.

Doğrudan Doğal Taşlara Yönelik Hükümler

Doğal Taş Tanımı

Mevcut 3213 sayılı Kanun 2(b) maddesi "Mermer, Traverten, Granit, Andezit, Bazalt gibi blok

olarak üretilen taşlar ile dekoratif amaçla kullanılan doğal taşlar.” şeklinde idi. Bu tanımda sadeleş-tirmeye gidilerek blok olarak üretilen Mermer, Traverten, Granit, Andezit, Bazalt gibi doğal taşların isimleri çıkarılmış ve madde şu şekilde düzenlenmiştir: “ Blok olarak üretilen taşlar ile dekoratif amaçla kullanılan doğal taşlar,”.

Doğal Taş Artığı İle İlgili Düzenlemeler

Taslakta sektör için önemli bir konu olan doğal taş artıkları yasal düzenlemeye kavuşturulmuştur. Doğal Taş Artığı; “II. Grup (b) bendi maden ruhsatlarında üretim faaliyetlerinin ve fabrika üretim aşamalarının doğal sonucu olarak ortaya çıkan, endüstrinin çeşitli alanlarında veya doğrudan kullanıldığında ekonomik değer kazanan hammadde kaynağı” olarak tanımlanmıştır. Yine devamında Doğal taş artıklarının değerlendirilmesi için projesi MAPEG tarafından uygun bulunarak kurulan tesisler doğal taş artığı tesisi olarak yasal tanıma kavuşturulmuştur. Doğal taş artığı tesislerinin maden teşvik tedbirlerinden yararlanacağı öngörülmüştür. Aynen madencilik tesisleri gibi doğal taş artığı tesisleri için imar planı yapılmayacağı ve imar izni alınmayacağı esası getirilmiştir.

Doğal taş artıklarının ruhsat sahibi, ilgili İdare veya belediye tarafından değerlendirilmesi veya ticarete konu edilmesi halinde devlet hakkı alınmaz. Ancak artığın diğer kişilerce değerlendirilmesi veya ticarete konu edilmesi halinde, II (b) grubundan alınan Devlet hakkının yarısı oranında Devlet hakkı alınır. Bu kapsamda yapılan faaliyetlerden 10 yıl boyunca orman bedeli alınmaz.

Devlet Hakkı İle İlgili Özel Hükümler

Devlet hakkı sistemi yeni esasa bağlanmıştır. İlgili maddede şu şekilde denilmektedir: Madenlerde Devlet hakkı, madenin:

“a) Ocaktan doğrudan tüvenan olarak ve/veya yurtiçindeki tesislerde zenginleştirme işlemine tabi tutulduktan sonra satışının yapılması halinde brüt satış tutarı üzerinden,

b) Yurtiçindeki tesislerde hammadde olarak kullanılması halinde, madenin ocaktaki ilk üretiminden tesise besleme aşamasına kadar oluşan nakliye hariç, yükleme dahil toplam üretim maliyeti üzerinden,alınır.”

Buna göre Devlet hakkı artık satış faturalarındaki brüt satış tutarı üzerinden alınacaktır. Yalnızca yurt içinde hammadde olarak kullanılan madenlerde nakliye bedeli hariç üretim maliyeti üzerinden Devlet hakkı alınacaktır.

Devlet hakkı ödeme yükümlülüğü işletme izni düzenlendikten sonra başlayacak olup, o yıl ocak ayında beyan edilen işletme ruhsat bedelinden az olamayacaktır.

Devlet hakkının ödenmesi ile ilgili grup şirketler arasında örtülü kazanç dağıtımı yapılması da yaptırıma bağlanmış ve bu konuda Hazine ve Maliye Bakanlığına bildirimde bulunulacağı öngörülmüştür. Buna göre, Ruhsat sahibi veya işletmecinin 13/6/2006 tarih ve 5520 sayılı Kurumlar Vergisi Kanununun 13 üncü maddesi kapsamında, örtülü kazanç dağıttığının yetkili merci tarafından değerlendirilmesi halinde gerekli işlemlerin yapılması için durum Hazine ve Maliye Bakanlığına bildirilir. Yetkili Mercii olan vergi idareleri örtülü kazanç dağıttığını tespit ederse örtülü kazançta konu olan madene ilişkin devlet hakkının beş katı tutarında idari para cezası uygulanır.

Aynı Fiilden Dolayı Tek İdari Para Cezası Uygulanması

Mevcut uygulamada aynı fiilden dolayı birden çok Kanun maddesine göre ayrı ayrı idari para cezası verilebiliyordu. Örneğin, ruhsat sahasında işletme izni olmadan üretimde bulunulması halinde aynı fiilden dolayı 7.madde, 10.madde ve 12.maddeye göre ayrı ayrı üç idari para cezası verilebiliyordu. Yeni Maden Kanunu Taslağı hukuka ve hakkaniyete aykırı bu uygulamayı kaldırmak istemektedir. Buna göre, bir fiil ile Maden Kanunu'nda yaptırım düzenlenen birden fazla ihlalin gerçekleştirilmesi ve bu ihlallere ilişkin birden fazla idarî para cezası öngörülmesi halinde idari para cezalarından yüksek olanı ancak bir idare para cezası uygulanır.

Bu ihlallerle ilgili olarak kanunda idarî para cezasından başka faaliyeti durdurma veya ruhsat iptali gibi diğer idarî yaptırımlar da öngörülmüş ise, ilgili idari para cezası ve yaptırım birlikte uygulanır.

Ancak aynı fiil idari para cezasından başka hapis veya adli para cezası öngören suç oluşturuyorsa hem idari para cezası hem de suça ilişkin yaptırım birlikte uygulanacaktır.

SONUÇ

Yeni Maden Kanunu Tasarısı sektörün birçok ihtiyacını karşılamaya ve uygulamada maden bürokrasisinin bazı sıkıntılarını gidermeye hizmet edecek şekilde öngörülmüştür. Sistemik ve dil bakımından iyileştirmeye gidilmiş ve kanun yapma tekniğine daha uygun bir hale getirilmiştir. Ancak genel olarak mevcut 3213 sayılı Maden Kanunu'nun işlenmiş veya modifiye edilmiş yeni bir hali niteliğindedir. Yeni Taslağın bunun ötesinde bir reform getirecek ya da sektöre yeni bir heyecan verecek nitelikte orijinal bir metin olduğunu da söylemek zordur.

KAYNAKLAR

- Barton, B., (2005). The History of Mining Law in the US. Canada, New Zealand and Australia and the Right of Free Entry, in: International and Comparative Mineral Law and Policy- Trends and Prospects, The Hague, s.643-658.
- Topaloğlu, M. (2009). Dünyada Maden Hukukuyla İlgili Yeni Yaklaşımlar ve Bu Bağlamda Maden Hukukunun Gelişimi, Prof. Dr. Hüseyin HATEMİ'ye Armağan, İstanbul, s.1557 – 1577.
- Topaloğlu, M. (2019). Türkiye'de Yeni Maden Kanunu İhtiyacı, AGREGA Üreticiler Birliği Bülteni AGÜB, 14, 16-17.
- Williams, J.P. (2005). Legal Reform in Mining: Past, Present and Future, , in: International and Comparative Mineral Law and Policy – Trends and Prospects, Kluwer Law International, The Hague, s.37-70.

DOĞAL TAŞ MADENCİLİĞİ VE LOJİSTİK

MARBLE MINING AND LOGISTICS

M. Uçan*

* Maden Yüksek Mühendisi
mahmut.ucan92@gmail.com

ÖZET

Türkiye, mermer dışsatımında lider ülkelerden biridir. Türkiye'nin lojistik anlamda önemli bir konumda olmasının, bu hususta etkili olduğu söylenebilir. Rezerv ve üretim miktarı olarak da dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olan Türkiye'nin, dünya mermer dışsatımında kalıcı bir hakimiyet tesis edebilmesinin bir yolu da, lojistik maliyetini asgari seviyeye indirmek suretiyle, pazarlama maliyetini azaltmaktır.

Lojistik, doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru yere, doğru zamanda, istenilen durumda ve optimum fiyatlarla ulaştırılması olarak tanımlanır.

Bu çalışmada, mermer dışsatımında optimum lojistik koşullarının sağlanmasına yönelik hususlar incelenmiş, özellikle, dışsatımda kullanılan gemilerdeki boş konteynerlerin değerlendirilmesi ile önemli kazanımlar elde edileceği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Lojistik, Dışsatım, Konteyner.

ABSTRACT

Turkey is one of the leading countries in marble export. The fact that Turkey is in an important position in terms of logistics is effective in this regard. One of the ways Turkey, which is one of the leading countries in the world in terms of reserve and production amount, can establish a permanent dominance in the world marble export is to reduce the marketing cost by minimizing the logistics cost.

Logistics is defined as the delivery of the right material, in the right quantity, to the right place, at the right time, in the desired condition and at optimum prices.

In this study, the issues to ensure optimum logistics conditions in marble export were examined, and it was emphasized that significant gains would be obtained by evaluating the empty containers on the ships used in export.

Keywords: Marble, Logistics, Export, Container.

GİRİŞ

Türkiye Doğal taş madenciliği, yakın dönemlerde yaptığı büyük atılımlar sonucunda, hızlı bir büyüme eğilimi yakalamıştır. Üretim ve dış ticaretteki artışlar neticesinde, sektörün ilk yıllarda

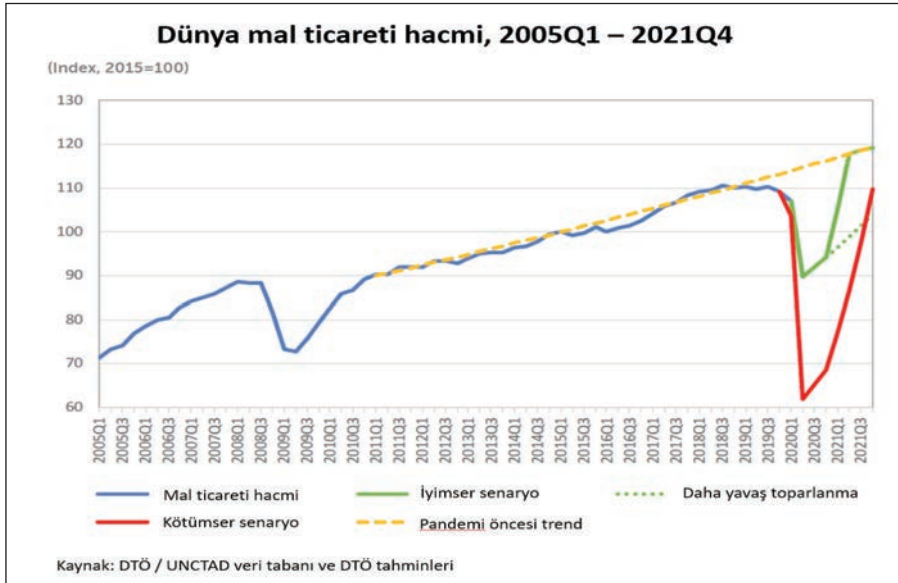
küçük olarak görünen sorunları gittikçe artmıştır. İlk yıllardan beri sorunlar arasında ilk sıralarda yer alan lojistik sorunu yıllar içerisinde gittikçe büyümüş ve günümüzde ticareti de sekteye uğratabacak boyutlara ulaşmıştır. Bu çalışmada artan bu soruna ışık tutmak ve çözüm önerileri üretmek amaçlanmıştır.

Lojistik, doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru yere, doğru zamanda, istenilen durumda ve optimum fiyatlarla ulaştırılması olarak tanımlanır. Lojistik, bu tanımı gereği, tüm sektörlerle senkronize çalışacak ve o sektörler arası da bir rekabet ortamını oluşturacaktır. Ürünlerin taşınması, stoklama, üretim, dağıtım gibi fiziksel faaliyetler ve bunlara ilişkin bilgilerin sağlanması ve tüm sürecin işleyişi lojistik yönetimi içerisinde yer almaktadır (Delibalta, M. S).

Neredeyse tüm sektörlerde herhangi bir ürün, üreticiden tüketiciye gelene kadar bir ya da birden fazla lojistik ağ üzerinde işlem görerek ulaştırılır. Bunun doğal bir sonucu olarak, lojistikte yaşanan herhangi bir sorunun diğer tüm sektörlerle etkisi geniş tabanda gerçekleşir. Örneğin 2021 yılında, Süveyş Kanalında yaşanan, bir geminin şiddetli rüzgar ve kum fırtınası sebebiyle kanalda kontrolden çıkarak sürüklenmesi, ardından kanalı her iki yönde kapatmasıyla başlayan lojistik krizi neticesinde günlük 9,6 milyar dolar zararın yanı sıra, petrol fiyatları da %7 civarında artmıştır.

DÜNYADA LOJİSTİK SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Küresel ticaret gün geçtikçe daha fazla büyüme eğilimindedir. Ancak, geçtiğimiz yılda bu durumda bir sekteye sebebiyet veren COVID-19 hastalığının getirdiği dünyada yaşanan ticarete hız kesilmesi nedeniyle lojistik sektöründe de yavaşlama meydana gelmiştir. Dünya Ticaret Örgütü veri ve tahminlerinde bu durum net olarak görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya mal ticaret hacmi 2005 ilk çeyrek-2021 son çeyrek (<https://www.immib.org.tr/tr/kose-yazilari-immibden-kuresel-ticarete-gelismeler.html>)

COVID-19 dönemi sonrasında yaşanabilecek senaryolara dair çalışmalar, ekonomide hastalığın çıkış sürecinde yaşanabilecek lojistik sektörüne duyulacak büyük ihtiyacı gözler önüne sermekte-

dir. İlk etapta, temel ihtiyaçlar ve barınma alanlarında yaşanacak artışa hazır olunması gerekmektedir. Doğal taş sektörünün de bu alanda gerçekleşmesi muhtemel bir büyümeye ve muhtemel sorunlara karşı hazırlıklı olması gerekmektedir.

Lojistik sektöründe ürün taşınımı dört ayrı grupta incelenir:

- Karayolu taşımacılığı
- Havayolu taşımacılığı
- Demiryolu taşımacılığı
- Denizyolu taşımacılığı

KARAYOLU TAŞIMACILIĞI

Karayolu taşımacılığı başlangıç ve varış noktaları arasında genelde aktarmaya gerek duyulmadan direkt bir taşımaya imkan sağladığı için diğer taşıma yollarından farklı bir ulaşım yöntemi sağlamaktadır. Karayolu taşımacılığı özellikle kısa mesafeli çalışmalarda nispeten daha ucuz olması nedeniyle avantaja sahiptir. Bir başka avantaj ise alternatif ticari yolların olması ve bu yollar üzerinden eğer aksi bir durumla karşılaşırsa daha farklı çözüm yolları sağlanmasıdır.

Karayolu taşımacılığı için diğer sektörler göre daha düşük bir sermaye ihtiyacı gerekir. Bu nisbi ucuzluk sebebiyle diğer taşımacılık türlerine göre sektörde daha çok firmalar bulunur. Bu da rekabetin artmasına yol açar. Petrol fiyatlarındaki yükselmeler sektörü olumsuz şekilde etkilemektedir.

HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI

Uçak, helikopter vb. havayolu taşıtları ile yapılan taşıma işlemlerine havayolu taşımacılığı denilmektedir. Havayolu taşımacılığı ile daha hızlı bir şekilde taşıma işleminin yapılmasını sağlamaktadır. Ancak, havayolu taşımacılığı diğer tüm taşıma türlerinin arasında en pahalı yöntemdir.

Aynı zamanda, havayolu taşımacılığının yatırım ve bakım maliyeti yüksek olduğundan dolayı, diğer taşıma türlerine göre daha az tercih edilmektedir. Yük taşımacılığında genellikle 500 km'den daha uzak varış noktaları için kullanılan ulaşım türüdür (Yıldıztekin, 2002:3).

Taşımacılık çeşitleri arasında havayolu taşımacılığı özellikle zamanın son derece önemli olduğu yani alıcı ya da satıcı tarafından zaman sürecinin çok kısıtlı olduğu durumlarda daha çok tercih edilmelidir. Havayolu taşımacılığı, taşımacılıkta diğer çeşitlere nazaran daha yakın bir tarihte kullanılmasına karşın daha büyük hızla gelişim göstermektedir. Gelişmekte olan bir taşımacılık yöntemi olduğu için önümüzdeki yıllarda gelişim gösterecek bir yöntem olacağı tahmin edilebilir.

DEMİRYOLU TAŞIMACILIĞI

Uzun mesafe ulaştırmada kullanılan, düşük değerli, ağır, hacimli, demir, kömür gibi yeraltı kaynaklarının taşınmasında kullanılan bir ulaştırma sistemidir. Diğer taşıma yöntemlerine göre, daha ucuz, daha güvenilir ve çevre kirliliğine daha az sebep olmaktadır. Ulaştırma hızının yavaş ve hizmet alanının sınırlı olmasından dolayı diğer taşıma sistemlerine göre daha az tercih edilmektedir. Son zamanlarda hızlı tren uygulamaları sayesinde kısa ve uzun mesafeli kitle ulaşımının sağlanmasında demiryollarından yararlanılmaktadır. Demiryollarında sabit maliyetin, toplam maliyet içindeki payının yüksek olmasından dolayı, ekonomik ve demografik açıdan gelişmiş ülkelerde demiryolları karlı bir sistem olacaktır (Akan,2021).

DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI

Bir bölgeden başka bir bölgeye, yük ve yolcunun denizyolu ile ulaştırılmasına denizyolu taşımacılığı denilmektedir. Denizyolu taşımacılığı sistemi, özel deniz araçları, ziyaret ettikleri limanlar ve taşıma unsurlarının fabrikalardan terminallere, dağıtım noktalarına ve pazarlara ulaştırılma alt yapısından oluşan ağı ifade etmektedir (Çokay,2012)

Deniz taşımacılığı, ulusal faaliyetlerden ziyade uluslararası bir taşımacılığı kapsamaktadır. Dünyada yük taşımacılığının yaklaşık %90'ını kapsayan Deniz taşımacılığı özellikle yük başına maliyetteki ucuzluğu sebebiyle tercih edilmektedir.

Deniz taşımacılığı, bir defada çok fazla yük ulaştırması, güvenilir olması, sınır aşımı olmaması, mal zayıflığının minimum düzeyde olması, diğer kayıpların hemen hemen hiç olmamasından ve denizyolu ile yapılan taşımaların, demir yoluna göre 3,5, karayoluna göre 7, havayoluna göre ise 22 kat daha ucuz olduğundan dolayı dünyada en çok tercih edilen ulaşım şeklidir. Deniz ticareti, çok büyük yatırım gerektiren ve kullanılan araçların çok pahalı olduğu bir sektördür. Bütün avantajlarına rağmen deniz ticaretinin gerektirdiği yatırımı tek başına bir firmanın yapması oldukça zordur. Denizyolu taşımacılığında liman, iskele gibi pahalı tesislere ihtiyaç duyulması ve taşımacılığın yavaş bir taşıma yöntemi olması gibi dezavantajlar da mevcuttur (Çokay, 2012).

Denizyolu taşımacılığında olan bir başka özellik de Konteyner sistemine geçiştir. Temelde birden fazla çeşitleri olmakla beraber konteynerler Türkiye’de 20’lik ve 40’lık olarak kullanılmaktadır.

Konteyner çeşitleri ve ölçüleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Konteyner ölçüleri

	20’lik konteyner	40’lık konteyner
Genişlik (mt)	2,35	2,35
Uzunluk (mt)	5,9	12,031
Yükseklik (mt)	2,37	2,39
Hacim m ³	33	68
Tonaj	28,23	28,75

Denizyolu taşımacılığında konteynerler tarafından daha fazla yük taşınması önemli bir avantaj sağlamaktadır. Konteynerlerin taşımacılık sektöründe kullanımı adeta bir devrim olup, bu devrimi özetleyen en iyi söz, Arthur Donovan ve Joseph Bonney tarafından yazılan kitabın adı olan “The Box That Changed The World” (Dünyayı Değiştiren Kutu)’dur (Demirlioğlu, 2008).

Konteyner taşımacılığının avantajları aşağıdadır:

- Bir nevi kutu içinde yapılan bir taşıma sistemidir. Kutu içindeki bulunan malzeme güvenli alanda olduğu için hasar kaybı en aza indirilmiştir.
- Taşıma işleminin neticesinde varış noktasına direkt ulaşım imkanı olmaması nedeniyle devamında bir başka taşıma yoluna ihtiyaç vardır. Konteyner taşımacılığı bu sisteme uygun bir birleşim sağlar.

- Bir seferde 30 ila 40 tonluk bir taşıma yapar.
- Depolanması sırasında kolaylık sağlar üstü kapalı olduğu için taşınan malzemede bir zedelenmenin önüne geçilir. Aynı şekilde bu sistemde kilit sistemi olduğu için güvenli bir ulaşım sağlar.

Konteyner taşımacılığının dezavantajları aşağıdadır:

- Konteyner gemilerinin ve konteynerlerin inşası için yüksek bir sermaye gereklidir.
- Konteynerler birden fazla defa kullanılır. Bu kullanmaların neticesinde konteynerlerde zedelenmeler meydana gelir. Bu zedelenmelerin neticesinde tamir ve bakım giderleri artmaktadır.

Taşımacılıkta Yöntemin Seçilmesi

Taşıma yöntemlerinden hangisinin seçileceğinin belirlenmesi için aşağıdaki kriterler dikkate alınmalıdır:

- Maliyet: Dört ulaşım yolundan denizyolu ile demiryolu maliyet olarak düşük durumdadır.
- Pazara ulaşım: Direkt olarak ulaşabildiği pazarların imkanının karşılaştırıldığı
- Taşınan ürünün özelliği: Örneğin soğuk bir şekilde taşınması gerekli malzemeler olabilir buna uygun şekilde soğutma sistemlerinin bulunduğu bir taşıma sistemi gereklidir.
- Taşıma kapasitesi: Tek seferde bir taşıma aracı ile taşınabilecek tonaj miktarı olarak karşılaştırılması.
- Hız: Malzemenin taşıma süresi bakımından önemlidir. Örneğin zaman içinde hızla deforme olunması durumunda daha hızlı bir taşıma yolu seçilmelidir. Bu durumda örneğin taşıma yolunun daha uzun zaman aldığı denizyoluyla ulaşım sakıncalı olabilir.
- Tutarlılık teslim zamanı: Teslim zamanı olarak bildirilen tarihte ulaştırılmasındaki tutarlılık olarak değerlendirilir.
- Kayıp fire: Yüklenen üründe meydana gelen deformasyon olarak açıklanabilir.

Taşıma türleri ve özellikleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Taşıma yollarının karşılaştırılması

	Karayolu	Demiryolu	Havayolu	Denizyolu
Maliyet	Orta	Düşük	Yüksek	Düşük
Pazara ulaşım	Çok fazla	Orta	Orta	Az
Taşınan ürün cinsi	Tüm ürünler	Düşük, orta değer; orta, yüksek yoğunluk	Yüksek değer; düşük, orta yoğunluk	Düşük değer; yüksek yoğunluk
Taşıma kapasitesi (tonaj)	10-25	50-12.000	5-125	1.000-60.000
Hız	Orta	Yavaş	Hızlı	Yavaş
Tutarlılık teslim zamanı	Orta-yüksek	Orta	Yüksek	Düşük-Orta
Kayıp fire	Düşük	Orta, yüksek	Düşük	Orta, düşük

Türkiye İhracatında Kullanılan Taşıma Yolları

Türkiye’de ihracatta kullanılan taşıma yolları ve kullanım oranları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3: İhracatta kullanılan taşıma yolları ve kullanım oranları
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Haziran-2021-37418>

	2021		2020		2019	
	Tutar	Oran	Tutar	Oran	Tutar	Oran
Denizyolu	96.150.464	%59,74	100.907.927	%59,48	109.114.264	%60,34
Demiryolu	1.173.355	%0,73	1.287.765	%0,76	971.021	%0,54
Karayolu	49.565.484	%30,8	53.127.588	%31,32	54.461.860	%30,12
Havayolu	12.607.198	%7,83	12.732.561	%7,51	14.849.231	%8,21
Diğer	1.454.371	%0,90	1.581.914	%0,93	1.436.347	%0,79

Türkiye ihracatında denizyolu ve karayolu taşımacılıklarının değer olarak yaklaşık %90 düzeylerinde kullanıldığı Çizelge 4’de görülmektedir. Diğer ulaşım yolları ise yaklaşık %10’luk dilimi kapsamaktadır. Ayrıca, 2020 yılında toplam ihracatta değer olarak bir düşüş yaşanmıştır. 2019 rakamları ile 2020 rakamları arasında %6 civarında bir azalma görülmektedir. Fakat, 2021 yılında ilk rakamlarda düzelme görülmektedir. Bu düzleme ivmelenmesiyle beraber özellikle taşımacılık ve lojistik alanında bir ihtiyacı arttıracaktır.

TÜRKİYE LOJİSTİK PERFORMANSI

Uluslararası alanda ülkelerin lojistik performanslarının değerlendirilmesi amaçlı yapılan çalışmaların başında, Dünya Bankası tarafından oluşturulan Lojistik Performans Endeksi (Logistics Performance Index, LPI) gelmektedir. Söz konusu endeks, 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yıllarında yayınlanmıştır. Endeksin alt bileşenlerine en düşük puan 1, en yüksek puan 5 olacak şekilde, 1’den 5’e kadar puanlar verilmektedir.

Türkiye için 2007 yılından 2018 yılına kadar LPI sonuçları Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Lojistik performans endeksi (LPI) Türkiye sonuçları (Sıralama ve puan) (<https://www.lojistikcilerinsesi.biz/2018/08/02/lpi2018veturkiye/>)

Yıl	Sıra	LPI Puan	Gümrük	Alt yapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmet Kalitesi	Gönderi takibi ve izlenebilirliği	Gönderilerin Zamanında teslimi
2007	30	3,15	3	2,94	3,07	3,29	3,27	3,38
2010	39	3,22	2,82	3,08	3,15	3,23	3,09	3,94
2012	27	3,51	3,16	3,62	3,38	3,52	3,54	3,87
2014	30	3,5	3,23	3,53	3,18	3,64	3,77	3,68
2016	34	3,42	3,18	3,49	3,41	3,31	3,39	3,75
2018	47	3,15	2,71	3,21	3,06	3,05	3,23	3,63

Çizelge 4'ten takip edilebileceği gibi, son yıllarda Türkiye'nin lojistik performansında, her alt bileşende de, gözle görülür gerilemeler yaşanmıştır. Özellikle 2012'den bu yana oluşan gerileme ile ülkemiz 47.basamağa kadar gerilemiştir.

Türkiye Mermer İhracatı Lojistiğinde Optimum Koşulların Sağlanması

Covid-19 salgını ve ertesinde tedarik zincirinde aksamaların yaşanması ve beraberinde oluşan navlun fiyatlarındaki artış neticesinde, optimum lojistik koşullarının sağlanması oldukça önemli hale gelmektedir. Navlun fiyatlarındaki artış temelli taşıma maliyet artışının önlenmesi için, deniz taşımacılığında kullanılan konteynerlerin imkân dâhilinde değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

Bu çalışmada, deniz yolu ile yapılan ihracatta kullanılan konteynerlerin boş olanlarının mermer ihracatı amacı ile kullanılması durumunda elde edilecek kazanımlar değerlendirilmiştir.

Bu konuda, 2020 yılında ihracat için kullanılan 20'lik, 40'lık Konteynerlerden boş olanların adetleri Çizelge 5'te belirtilmiştir.

Çizelge 5: 2020 yılına ait boş konteyner cinsleri ve adetleri

Konteyner Cinsi	Boş konteyner sayısı
20 'lik konteyner	88.509
40'lık konteyner	483.074

Çizelge 1'de belirtilen konteynerlere ait bilgilerden tonaj bilgisi alınıp, Çizelge 5'deki boş konteyner adeti ile çarpıldığında bir yıl içinde ne kadar boş kapasite bulunduğu gösterilmektedir.

20'lik boş konteynerler ile taşıma kapasitesi = $88.509 \times 28,23 = 2.498.609,07$ ton.

40'lık boş konteynerler ile taşıma kapasitesi = $483.074 \times 28,75 = 13.888.377,5$ ton.

Toplam boş kapasite = $16.386.984,57$ ton.

Bu konteynerlerde %5 boş alan bırakıldığında ise $15.567.635,34$ tonluk bir tam kapasiteye ulaşılmaktadır.

İMİB (İstanbul Maden İhracatçıları Birliği)'den alınan 2020 verilerine göre işlenmiş mermer ihracat miktarı 2 871 149 ton olmuştur (<https://www.imib.org.tr/tr/raporlar/ihracat-istatistikleri>).

Burada iki noktanın altını çizmek gerekmektedir. İlk olarak, mermer ve doğal taş ihracatı için kullanılan konteyner tipinin genel olarak 20'lik konteyner olduğu unutulmamalıdır. Bu durumda, sadece 20'lik konteynerler ile Türkiye işlenmiş mermer ihracatının büyük kısmına karşılık gelen bir boş konteyner kapasitesinin olduğu görülmektedir. İkinci olarak da, yaklaşık 2,9 milyon ton ihracatın tamamının denizyolu ile yapılmadığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Türkiye'nin, Irak, İran, Yunanistan, Bulgaristan, vb. ülkeler ile arasında bulunan sınırlar boyunca karayolu ile de mermer taşımacılığının sağlandığı noktalar göz ardı edilmemelidir.

SONUÇ

Türkiye, jeopolitik konumuyla bir kavşak noktasında bulunması nedeniyle, lojistik anlamda avantajlı bir konumdadır. Özellikle 2019 yılının son çeyreğinde başlanan Covid-19 salgını neticesinde uluslararası lojistikte yaşanan sorunlar, taşıma maliyetlerini artırmıştır. Bu çalışmada, bu soruna bir çözüm bulma amacıyla, özellikle yükte ağır bahada hafif olup, Türkiye'nin önemli ihraç maddelerinden olan mermerin, mevcut boş konteynerlerin değerlendirilmesi sonucunda ne miktarda taşınabileceği değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Delibalta, M. S. (2020), Lojistik yönetiminin madencilik sektörü iş sağlığı ve güvenliği üzerine etkileri, Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Bilim Dergisi, 9(1),(480-487)
- <https://www.ntv.com.tr/galeri/dunya/suveys-kanalinda-karaya-oturan-gemi-krizi-suruyor,W1JgJ-B1IPUSsQnNurr4bng> Yıldıztekin, A., (2002), "Geçmişten Günümüze Lojistik", Uta Lojistik Dergisi, 9:38-43
- AKAN, Ü. Türkiye'de Dış Ticaret ve Lojistik Faktörü, Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, 2021
- Çokay, F. Türkiye'de Lojistik sektörü ve sorunları, Yüksek lisans, Gaziantep Üniversitesi,2012
- Demirlioğlu, H. Türkiye Denizyolu Konteyner Taşımacılığının Kombine Taşımacılık ile Geliştirilmesi, Yüksek lisans, İTÜ (2008)
- <https://www.imib.org.tr/tr/raporlar/ihracat-istatistikleri>
- Şekil 1: Dünya mal ticaret hacmi 2005 ilk çeyrek-2021 son çeyrek (<https://www.immib.org.tr/tr/kose-yazilari-immibden-kuresel-ticarette-gelismeler.html>)