

MADENCİLİK

TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI DERGİSİ
THE JOURNAL OF THE CHAMBER OF MINING ENGINEERS OF TURKEY

ARALIK DECEMBER 2013
CİLT VOLUME 52
SAYI NUMBER 4

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Abdulkadir KARADOĞAN, Ülkü KALAYCI,
Ümit ÖZER, Süleyman KURT,
Urungu Erdal ÖZER

**3 EGE LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜESSESESİ
MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN EYNEZ-12 PANOSU
DEKAPAJ ÇALIŞMASINDA PATLATMA
KAYNAKLI TİTREŞİMLERİN ANALİZİ**
*The Analysis of Blast Induced Vibrations of
Eynez-12 Board Overburden Removal Project
of Aegean Lignite Enterprise*

Metin ERSOY, Mustafa Yavuz ÇELİK,
Liyaddin YEŞİLKAYA, Gökhan GEÇER

**13 MERMER PARLATMA SÜRECİNDE ABRASİV
KAFA DEVRİNİN YÜZEY KALİTESİNE
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**
*Investigation of the Abrasive Head Rotation
Effect to the Surface Quality in Marble Polishing
Process*

Lütfullah GÜNDÜZ, Nükhet ŞAPCI,
Mehmet KARCI

**27 MERMERLERİN ISIL PERFORMANSI ve
BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**
*Thermal Performance of Marbles and
Investigation of Effects to Energy Saving in
Buildings*

Yadigar V. MÜFTÜOĞLU, İlknur EROL

**37 KARIYER KAVRAMI VE MADEN MÜHENDİSLERİ
İÇİN KARIYER SEÇENEKLERİ**
*Career Concept and Career Choices for Mining
Engineers*

**MADENCİLİK dergisi yazı dizin ve özetlerinin yer aldığı veri tabanları / INDEXED in
IMM Abstracts, GeoRef, Aluminium Industry Abstracts, Cambridge Scientific Abstracts,
PASCAL, Chemical Abstracts, ENCOMPLIT, ENCOMPLIT2, ENERGY, Compendex**

Abone Koşulları:

Yıllık abone bedeli 100,00 TL'dir.

Subscription

Annual subscription rate is 100,00 TL. All
subscription inquiries should be made to the
correspondence address.

By bank transfer to (USD account)

Türkiye İş Bankası Mesrutiyet Branch,
Kızılay - Ankara
Swift Code : ISBKTRISXXX
IBAN- TR860006400000242130774805

Banka Hesap No:

Türkiye İş Bankası Mesrutiyet Şubesi:
IBAN: TR43 0006 4000 0014 2130 008120
T.C. Ziraat Bankası Kızılay Şubesi:
IBAN: TR19 0001 0006 8539 0090 315001
Posta Çeki Hesap No: 86665

By bank transfer to (EURO account)

Türkiye İş Bankası Mesrutiyet Branch,
Kızılay - Ankara
Swift Code : ISBKTRISXXX
IBAN- TR190006400000242130784644

ISSN: 0024-9416

MADENCİLİK DERGİSİ 2013 HAKEM LİSTESİ

LIST OF REVIEWERS FOR THE JOURNAL OF MADENCİLİK IN 2013

Prof. Dr. Ata AKÇİL	Süleyman Demirel Üniversitesi
Doç. Dr. Abdullah SEYRANKAYA	Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Doğan KARAKUŞ	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Özcan GÜLSOY	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Murat ERDEMOĞLU	İnönü Üniversitesi
Doç. Dr. Tuğrul ÜNLÜ	Bülent Ecevit Üniversitesi
Prof. Dr. Hürriyet AKDAŞ	Osmangazi Üniversitesi
Doç. Dr. Kerim AYDINER	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Zeki KARACA	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Fatih Bayram	Aksaray Üniversitesi
Prof. Dr. Bahtiyar ÜNVER	Hacettepe Üniversitesi
Doç. Dr. A. Ekrem YÜCE	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Musa SARIKAYA	İnönü Üniversitesi
Prof. Dr. Ali İhsan AROL	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. İlknur CÖCEN	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. R. Mete GÖKTAN	Osmangazi Üniversitesi
Doç. Dr. TAYFUN UYGUNOĞLU	Akdeniz Üniversitesi

EGE LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜESSESESİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN EYNEZ-12 PANOSU DEKAPAJ ÇALIŞMASINDA PATLATMA KAYNAKLI TİTREŞİMLERİN ANALİZİ

The Analysis of Blast Induced Vibrations of Eynez-12 Board Overburden Removal Project of Aegean Lignite Enterprise

Abdulkadir KARADOĞAN*

Ülkü KALAYCI**

Ümit ÖZER***

Süleyman KURT****

Urungu Erdal ÖZER*****

ÖZET

Bu çalışmada, Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü Eynez-12 Panosu Dekapaj işi sırasında yapılan patlatmaların, söz konusu ocakta dekapaj işine yakın konumdaki ELİ'ye ait idare binaları ve tesislerde ve Eynez Köyü'ndeki binalarda hasarlara neden olabilecek seviyelerde olup olmayacağını belirlemek üzere, titreşim ölçümlerine dayalı risk analizi yapılmış ve değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışması esnasında, söz konusu ocakta titreşim ölçümlerine esas olacak atımlarda, sadece gerekli kantitatif ölçüm ve gözlemler yapılmış, patlatma parametreleri de dikkatlice kaydedilmiştir. İzlenen 3 adet atıma ait toplam 33 adet olay 14 adet titreşim ölçer cihaz ile kaydedilmiş ve sahanın özgün titreşim yayılım formülünün bulunması için, gecikme başına düşen maksimum patlayıcı madde miktarı ve atım mesafesi dikkate alınarak türetilen ölçekli mesafe ile parçacık hızı verileri arasındaki ilişki incelenmiş ve istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: patlatma, titreşim, risk analizi

ABSTRACT

In this study, risk analysis based on vibration measurements was done to determine the endamage-ment possibility of the blasting operations in overburden removal excavation of Aegean Lignite Works (in Turkish abbreviation: ELI) Eynez-12 board to the mentioned pit, Aegean Lignite Enterprise plants and buildings near the blasting area and buildings in the Eynez Village. Within the scope of this study, only necessary quantitative measurements and observations has been done during the shots. The blasting parameters of these shots were also carefully recorded. In order to predict the equation of vibration propagation, 33 events belonged 3 shots were recorded with 14 vibration monitors, the relationship between scaled distance and peak particle velocity datas were investigated and statistically analyzed by considering charge per delay.

Key Words: blasting, vibration, risk analysis

* İ.Ü., Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar/İSTANBUL, akadir@istanbul.edu.tr

** İ.Ü., Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar/İSTANBUL

*** İ.Ü., Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar/İSTANBUL

**** TKİ, ELİ, Müessese Müdürlüğü, Soma/MANİSA

***** TKİ, ELİ, Müessese Müdürlüğü, Soma/MANİSA

1. GİRİŞ

İyi bir patlatmadan beklenen en önemli unsurlardan biri atımın çevresel etkiler açısından emniyetli olmasıdır. Çevresel duyarlılıklar dikkate alındığında; patlatma kaynağından belirli bir uzaklıkta bulunan bir yerleşim biriminin ya da tesisin, patlatma sonucunda oluşacak yersarsıntısı, taş savrulması ve hava şoku gibi sonuçlardan etkilenmemesi için, patlatma tasarımında herhangi bir gecikme aralığında kullanılabilir en fazla patlayıcı madde miktarını önceden belirleyebilmek ve kontrollü atımlar gerçekleştirebilmek önemlidir (Khandelwal, 2007).

Patlatmadan kaynaklanan çevresel problemler, gelişmiş ülkelerde; ülkemize göre çok daha önceleri yaşanmıştır. Bu nedenle bu konuların çözümü ve konuyla ilgili bazı standartların oluşturulması amacıyla çeşitli sistematik araştırma programları yürürlüğe konulmuştur. Bu programların sonucunda "Kontrollü Patlatma Tekniğinin İlkeleri" geliştirilmiştir (Kahrıman, 1995; 2004). Günümüzde patlatma sonucu oluşan yersarsıntıları ve hava şokunun etkilerini belirlemek ve gerekli önlemleri alabilmek için araştırmacılar ve bilim adamları tarafından deneysel çalışmalar sürdürülmektedir. Ayrıca, bu konularda çeşitli yasal hükümler de geliştirilmeye çalışılmaktadır (Dowding, 1985; Kahrıman ve diğ., 2006).

Bu çalışmada, Manisa İli Soma İlçesinde bulunan ELİ Müessesesi Müdürlüğü'nün "Eynez-12 Panosu Dekapaj İş'i" sırasında yapılacak patlatmalı kazı çalışmalarının sonucu oluşacak titreşim seviyelerinin, söz konusu dekapaj panosu sınırına en yakın konumdaki ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binalarına, tesislerine ve Eynez Köyü'ndeki yerleşim birimlerinde hasara neden olabilecek düzeyde olup olamayacağı konusunda titreşim ölçümlerine dayalı risk analizi yapılmıştır. Bu analizde eşik hasar limiti olarak en olumsuz koşullar düşünülerek daha muhafazakâr limitler öngören DIN 4150 Alman Normu esas alınmıştır (Özer ve diğ., 2011). Bu amaçla farklı gecikme başında düşen şarj miktarları kullanılarak yapılan 3 adet atım için söz konusu sahada titreşim ve hava şoku ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Özer ve diğ., 2011).

Söz konusu çalışma alanında dekapaj işinde egemen kaya birimi, aynı zamanda kazısı yapılması düşünülen kireçtaşı ve marndır. Çalışma alanlarındaki kireçtaşı ve marın yapısı dolayısıyla patlatmalı kazı kaçınılmazdır.

Eynez-12 Dekapaj Panosunda bir dizi atımın

izlenmesi ve titreşim ölçümünün sistematik bir yaklaşımla yapılması suretiyle, egemen kaya birimi marın olan sahanın özgün titreşim yayılım formülünün bulunması çalışmanın temel eksenini oluşturmaktadır.

2. ÇALIŞMA SAHASI

Çalışma sahası, Manisa İli Soma İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü'nün Eynez-12 Panosu'dur. Çalışma yapılan ocağın genel görünümü Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Eynez-12 Panosu genel görünümü.

Söz konusu açık ocak çevresinde patlatmalı kazı çalışmalarından etkilenebilecek en yakın yapılar ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları ve tesisler ile Eynez Köyü'ndeki yerleşim birimleridir. Söz konusu binaların ve tesislerin koordinatları ve atımlara yaklaşık mesafeleri Çizelge 1'de verilmiştir.

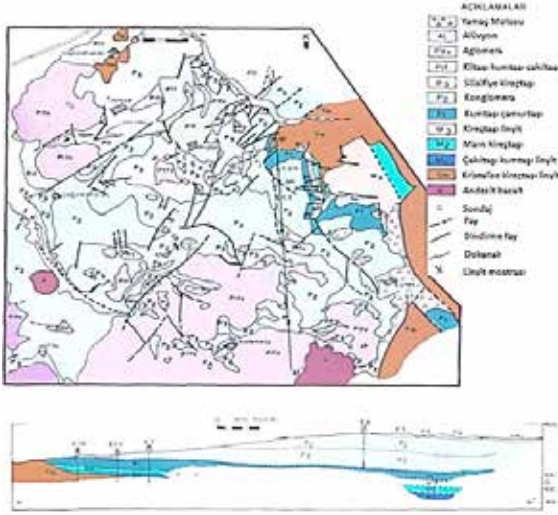
Çizelge 1: Yapıların Koordinatları

Yapılar	Y	X	Z	Yaklaşık Mesafe (m)
İdare Binası	546090	4326982	495	382
Sendika Binası	546058	4327049	495	411
Yemekhane	546053	4327064	495	417
Eynez Köyü M.K.'nin Evi	547338	4324115	630	3049
Eynez Köyü M.U.'nun Evi	547291	4324069	615	3080
Eynez Köyü Camii	547307	4323953	610	3195

2.1. Çalışma Sahasının Jeolojisi

Paleozoyik yaşlı metamorfik şist ve grovaxlar ile Mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşları (Tm) temel kayaları oluşturur.

Miyosen, temeli oluşturan kayalar üzerinde uyumsuz olarak bulunur ve çakıltaşı-kumtaşı-



Şekil 2: Soma-Eynez sahasının jeoloji haritası (MTA, 1993).

Sahada volkanik kayalar bazalt ve andezitlerle (v) temsil edilir (Şekil 2). Sahada Miyosen öncesi horst ve grabenlerin, dolayısıyla Miyosen yaşlı linyit havzalarının oluşumunu sağlayan KD-GB doğrultulu faylar en önemli yapısal unsurları oluşturmaktadır. (Şekil 2) (MTA, 1993).

Patlatmalı kazı çalışmasının yürütüldüğü sahanın jeolojisi ve jeoteknik özellikleri, yer sarsıntılarının oluşumu ve yayılımı üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Homojenlik arz eden masif bir kaya kütlelerinde yapılan patlatma sonucu oluşan yer sarsıntıları bütün yönlerde yayılırken, kompleks jeolojik yapılara sahip sahalarda yapılan patlatmalardan kaynaklanan yer sarsıntılarının yayılımı, yönle değişebilmekte ve farklı yayılım kuralları vermektedir (Dowding, 1985; Jimeno ve Diğ., 1995).

3. ARAŞTIRMADA UYGULANAN YÖNTEM

Çalışmada dekapaj panosun patlatmalı kazı çalışmaları tasarım parametreleri devam edecek kazı faaliyetlerini de yansıması amacıyla değiştirilmemiş ve titreşim ölçümlerine esas olacak patlatmalarda sadece gerekli kantitatif ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemlerde, gerekli verilerin elde edilmesi amacıyla atımlarla

ilgili uygulanan paternler, atım izleme formlarına işlenmiştir. Sahada izlenen 3 adet atıma ilişkin patlatma geometrisi konfigürasyonları Çizelge 2'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 2: Titreşim Ölçümü Yapılan Atımların Patlatma Geometrisi.

Atım No	1	2	3
Atım Tarihi	13.07. 2011		
Atım Saati	17:43	17:45	17:47
Delik Sayısı	32	12	11
Delik Çapı, d (mm)	171	171	171
Delik Eğimi, a (°)	90	90	90
Basamak Yüksekliği K (m)	6-8	6-8	6-8
Sıra Sayısı	5	4	3
Delik Boyu, H (m)	7	8	8
Dilim Kalınlığı, B (m)	7	5	6
Deliklerarası Mesafe, S (m)	4-5	5	5
Sıkılama, h ₀ (m)	2,5-3,5	2,5-3,5	2,5-3,5
Şarj Şekli	Kolon		
Kullanılan Yemleyici	Noblex-TG		
Esas Patlayıcı Madde	ANFO		
Toplam Şarj, Q (kg)	2416	906	988
Gecikme Başına Top. Şarj (kg)	151	302	342
Kullanılan Kapsül Tipi	Nonel		
Toplam Kapsül Adedi	32	12	11

4. ÖLÇÜM SONUÇLARI

13.07.2011 tarihinde gerçekleştirilen, konumu, paterni ve patlayıcı tüketimleri, yukarıda detaylı olarak açıklanan toplam 3 atıma ait titreşim ölçümleri, 10 adet Patlatma Titreşim Ölçer Cihazı (6 adet 4 kanallı ve 4 adet 8 kanallı toplam 14 jeofon Instantel Minimate Plus) ile yapılmıştır. Titreşim ölçer cihazları, söz konusu ocakta yapılan atım noktaları çevresinde çeşitli uzaklıklarda belirlenen ölçüm istasyonlarına ve ELİ'ye ait idare binası, yemekhane ve sendika binasının içlerinde ve dışlarında belirlenen istasyon noktalarına ve Eynez Köyü'nde belirlenen noktalara yerleştirilmiştir. Atım noktaları ile yer sarsıntısı ve hava şoku ölçüm istasyonları arasındaki mesafeler ise GPS kullanılarak belirlenmiştir (Özer vd., 2007).

Yapılan atımların ve ölçüm istasyonlarının koordinat değerleri Çizelge 3 a-b'de, atım ve istasyon noktaları ile kritik yapıların krokisi Şekil 3'te verilmiştir.

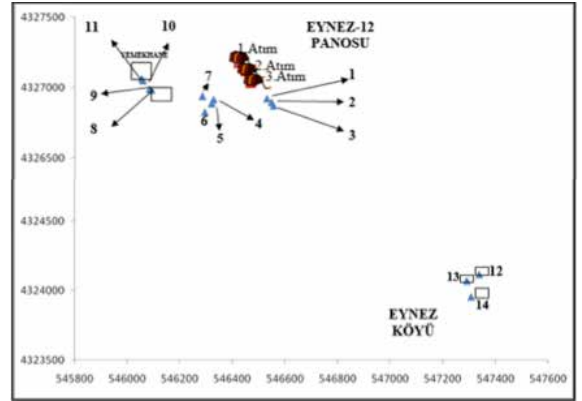
Çizelge 3-a. Atımların Koordinatları.

Atım No	Koordinat Değerleri		
	Y	X	Z
1	546423	4327171	520
2	546449	4327116	520
3	546468	4327035	519

Çizelge 3-b. İstasyon Noktalarının Koordinatları

İstasyon No	Koordinat Değerleri		
	Y	X	Z
1	546529	4326921	515
2	546547	4326895	515
3	546554	4326870	515
4	546326	4326914	515
5	546319	4326886	515
6	546293	4326825	515
7	546284	4326939	516
8	546090	4326982	495
9	546083	4326988	495
10	546058	4327049	495
11	546053	4327064	495
12	547338	4324115	630
13	547291	4324069	615
14	547307	4323953	610

Atımlar sonucunda cihazlar tarafından kaydedilen 3 adet atıma ait toplam 33 olayın maksimum parçacık hızlarını, frekans değerlerini ve hava şoku değerlerini içeren bilgileri ile istasyon noktaları ve atımlar ile istasyon noktaları arasındaki mesafeleri, Ek 1'de, ivme ve deplasman sonuçları ise Ek 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 3. Yapılan Atımların ve Bu Atımlarda Cihaz Kurulan Ölçüm İstasyonlarının Ölçeksiz Krokisi.

4.1. Ölçüm Sonuçlarının Analizi

İzlenen 3 adet atıma ait toplam 33 adet olay kaydedilmiş ve parçacık hızı tahmini için, gecikme başına düşen maksimum patlayıcı madde miktarı ve atım mesafesi dikkate alınarak türetilen ölçekli mesafe ile parçacık hızı verileri arasındaki ilişki incelenmiştir.

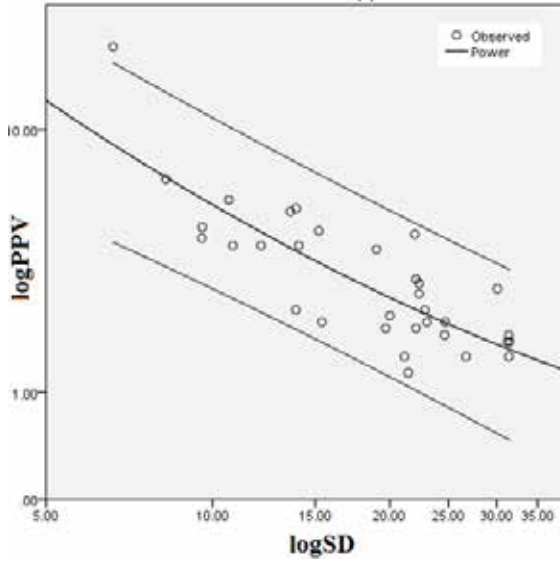
Maksimum parçacık hızı tahminine yönelik geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan ampirik ilişki aşağıda verilmiştir.

$$PPV = K \cdot SD^{-\beta}$$

$$SD = R / W^{0.5}$$

Burada; PPV : Maksimum parçacık hızı (mm/sn)
SD : Ölçekli Mesafe, K, β : Saha sabitleri R : mesafe, W : Gecikme başına maksimum şarjdır.

Kaydedilen mesafe, gecikme başına toplam şarj ve maksimum parçacık hızı veri setleri kullanılarak yapılan regresyon analizi sonucunda, bölgede yapılacak kontrollü patlatma tasarımlarında parçacık hızı tahmininde kullanılması önerilen çalışma sahasının sabitleri aşağıdaki formüllerle ifade edilmiştir. Bahsedilen veriler Ek1'deki Çizelgede detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 4. Maksimum Parçacık Hızı ve Ölçekli Mesafe İlişkisi.

Maksimum parçacık hızı tahmin denklemi aşağıdaki gibidir;

$$\text{LogPPV} = 1,853 + -1,093 \cdot \text{LogSD} \quad R^2 = 0,65$$

%95 tahmin hattında, parçacık hızı tahmininde kullanılması önerilen çalışma sahasının sabitleri aşağıdaki formüllerle ifade edilmiştir.

$$\text{Alt tahmin limiti } \text{LogPPV} = 1,533 + -1,079 \text{LogSD}$$

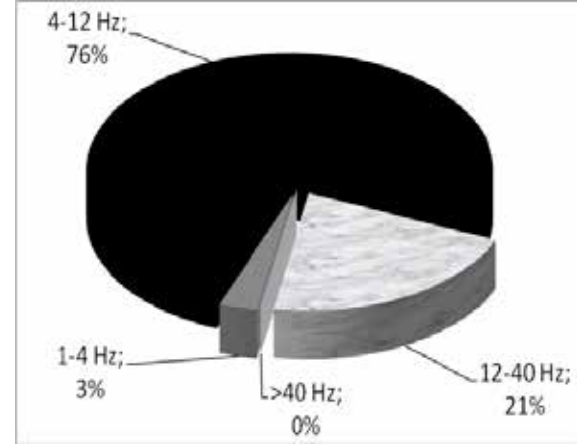
$$\text{Üst tahmin limiti } \text{LogPPV} = 2,173 + -1,107 \text{LogSD}$$

Literatüre uygun olarak oldukça iyi korelasyon katsayısıyla elde edilen bu fonksiyonun %50 ve %95 tahmin limitlerinde belirlenen ilişkinin logaritmik grafiksel görünümü de Şekil 4'te gösterilmiştir.

İyi bir korelasyon katsayısı ile sonuçlanmış olan bu formül, bölgede titreşim ölçer kullanılmadığı durumlarda; herhangi bir atımdaki gecikme başına kullanılan belirli miktardaki bir patlayıcı maddenin yaratacağı titreşimin hızının belirli bir uzaklıktaki değerinin ne olacağını tahmin etmede önemli bir yaklaşım olarak rahatlıkla (kabul edilebilir limitlerdeki bir sapma ile) kullanılabilir.

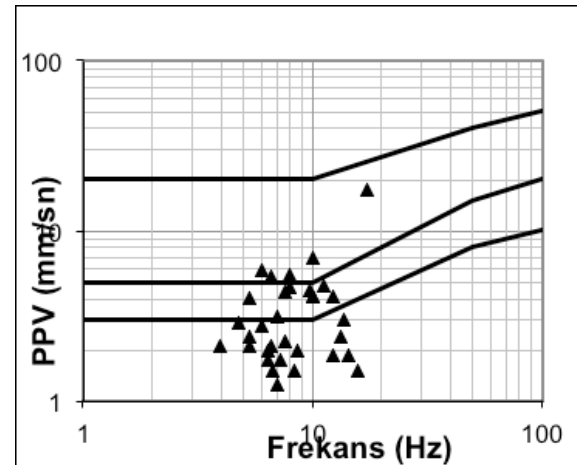
Araştırma kapsamında Eyzek-12 Panosu'nda yapılan ölçümlerde kaydedilen olaylarda ortaya çıkan maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin dağılımları incelendiğinde, kaydedilen 33 olaya ait titreşim frekansları değerlerinin 3–18 Hz değer aralığında olduğu Ek1'deki Çizelgede görülmektedir. Ancak, Şekil 5 incelendiğinde, kayıt edilen olayların % 3'ünün

frekans aralığı 1–4 Hz ve % 76'sının 4–12 Hz arasında olduğu görülmüştür. Yani kaydedilen frekans değerlerinin % 79'u 1-12 Hz arasında olmuştur. Bu nedenle de, DIN 4150 Alman Normu'nda yapı tipleri için betonarme yapılarla ilgili hasar limitleri dikkate alındığında (Şekil 6), söz konusu sahada belirtilen 1-12 Hz frekans aralıklarında oluşabilecek maksimum parçacık hızının 5 mm/sn'yi geçmemesi gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 5. Frekans Dağılımı.

Kaydedilen tüm atımlarda ölçülen maksimum parçacık hızı ve karşılık gelen frekans değerleri Alman DIN 4150 Normu'na göre mukayese edilmek üzere Şekil 6'daki grafik üzerinde topluca gösterilmiştir



Şekil 6. Atımlarda Kaydedilen Maksimum Parçacık Hızı ve Frekansların Alman DIN 4150 Normu'na Göre Yorumu.

Kaydedilen tüm atımlarda ölçülen maksimum parçacık hızı ve karşılık gelen frekans değerlerinin Şekil 6'daki grafik üzerindeki yerleri incelendiğinde, ölçü alınan noktalar itibarıyla,

atımların tamamının hasar limitinin altında kaldığı anlaşılmıştır. Ayrıca izlenen atımlarda, Eynez köyündeki 12, 13 ve 14 numaralı istasyonlarda yeterli genlikte sismik dalga oluşmadığından cihazlar tarafından titreşim kaydı alınamamıştır. Dolayısıyla da izlenen atımlarda kaydedilen değerlerin ilgili normlara göre söz konusu binalar ve tesislerde hasar yaratma açısından etkili olamayacağı anlaşılmaktadır.

Risk analizinde mevcut uluslararası standartlar içinde eşik hasar limiti olarak, en olumsuz koşullar düşünülerek daha muhafazakâr limitler öngören DIN 4150 Alman Normu risk analizinde esas alınmıştır. Burada da yapı tipleri için betonarme yapılarla ilgili kriter dikkate alınmıştır. Söz konusu hasar normunda belirtilen yapılarda EŞİK HASAR için 5 mm/s'lik maksimum parçacık hızı söz konusu olmaktadır.

Araştırma kapsamında Eynez-12 Panosu'nda yapılan ölçüm sonuçlarından elde edilen ilişkiye ait % 95 Tahmin Hattı formülü kullanılarak, söz konusu ocakta gelecekte yapılacak patlatmalarda, değişik mesafelerde ve sahaya en yakın konumdaki ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları ve tesislerde 5 mm/s'lik hasar başlangıç sınırının geçilmemesi için, gecikme başına kullanılması gereken maksimum patlayıcı madde miktarları Çizelge 4'deki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 4: Hesaplanan Gecikme Başına Kullanılabilecek Patlayıcı Madde Miktarı.

Mesafe (m)	DIN 4150 Normu Eşik hasar limiti (mm/sn)	Gecikme Başına Kullanılabilecek Patlayıcı Madde Miktarı (kg)
200		80
300		180
382 (İdare Binası)		290
411 (Sendika Binası)	5	334
417 (Yemek hane)		343
500		494

Söz konusu sahada izlenen 3 atımda bir delikte en fazla kullanılan patlayıcı madde miktarı 75 kg olmuştur. Sahada bundan sonra yapılacak atımlarda her deliğin ayrı ayrı patlatılacağı

düşünüldüğünde, Yukarıda elde edilen ilişkiye ait % 95 Tahmin Hattı formülü kullanılarak, Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları ve tesislerin bulunduğu mesafelerde oluşabilecek maksimum parçacık hızları (PPV) Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5'te görüldüğü üzere, izlenen atımların riskli yapılara olan mesafelerinde hesaplanan Maksimum Parçacık Hızı değerleri, DIN 4150 Alman Normu'nun 5 mm/sn'lik eşik hasar limitinden daha düşüktür.

Çizelge 5: Değişik Mesafelerdeki Maksimum Parçacık Hızı (PPV) Tahmini.

Mesafe (m)	Delik Çapı (mm)	Gecikme Başına Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Maksimum Parçacık Hızı, PPV (mm/sn)
200			4.9
300			3.1
382 (İdare Binası)			2.4
411 (Sendika Binası)	171	75	2.2
417 (Yemekhane)			2.2
500			1.8
1000			0.8

5. SONUÇLAR

Manisa İli Soma İlçesinde bulunan ELİ Müessesesi Müdürlüğü'nün "Eynez-12 Panosu Dekapaj İş'i" sırasında yapılacak patlatmalı kazıların, söz konusu ocaktaki dekapaj işine en yakın konumdaki Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları, tesisler ve Eynez Köyü'ndeki binalarda hasarlara neden olabilecek seviyelerde olup olamayacağı konusunda ve gelecekte yapılacak faaliyetlerde dikkate alınması gerekli görülen bazı hususlar aşağıda özetlenmiştir. Çalışma sonuçları, ocakta yapılan atımlar ve saha çalışmalarından elde edilen titreşim yayılım formülü ile yapılan risk analizi kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışma alanında egemen olan kaya biriminin kireçtaşı ve marn olduğu ve patlatmalı kazının

teknik ve ekonomik nedenlerle kaçınılmaz olduğu yerinde yapılan gözlemlerle anlaşılmıştır.

Bu araştırma kapsamında, Eynez-12 Panosu'nda sahanın özgün titreşim yayılım formülünün bulunması amacıyla 3 adet atım düzenlenmiş, 10 adet Patlatma Titreşim Ölçer Cihazı (6 adet 4 kanallı ve 4 adet 8 kanallı toplam 14 jeofon) aynı anda kullanılarak titreşim ve hava şoku ölçümleri yapılmıştır. Tüm ölçüm verileri (3 adet atıma ait 33 ölçüm olayı) analiz edilmiş, patlayıcı miktarları, istasyon ve atım noktaları arasındaki mesafeler ve titreşimlerin parçacık hızları (PPV) arasında ilişki aranmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucu bu sahaya ait literatüre uygun özgün bir titreşim tahmin formülü elde edilmiştir. Aynı zamanda bu formülün doğruluğu da test edilmiştir.

Kaydedilen tüm atımlarda ölçülen maksimum parçacık hızı ve karşılık gelen frekans değerlerinin Alman DIN 4150 Normu'na ait Şekil 6'daki grafik üzerindeki yerleri incelendiğinde, ölçü alınan noktalar itibarıyla, atımların tamamının hasar limitinin altında kaldığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla da izlenen atımlarda kaydedilen değerlerin, Alman DIN 4150 Normu'na göre söz konusu binalar ve tesislerde hasar yaratma açısından etkili olamayacağı anlaşılmaktadır.

Çalışılan sahada izlenen patlatmalardan elde edilen verilere göre en yüksek deplasman değeri 0.144 mm, en küçük deplasman değeri 0.0112 mm olarak elde edilmiştir. En yüksek ivme değeri 0.225 g, en küçük ivme değeri ise 0.0265 g olarak kaydedilmiştir.

Kaydedilen frekans değerlerinin % 79'u 1-12 Hz arasında olmuştur. Bu nedenle de, DIN 4150 Alman Normu'nda yapı tipleri için betonarme yapılarla ilgili hasar limitleri dikkate alındığında (Şekil 2), söz konusu sahada belirtilen 1-12 Hz frekans aralıklarında oluşabilecek maksimum parçacık hızının 5 mm/sn'yi geçmemesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Bu nedenle; risk analizinde, mevcut uluslararası standartlar içinde eşik hasar limiti olarak, en olumsuz koşullar düşünülerek daha muhafazakar limitler öngören DIN 4150 Alman Normu esas alınmıştır. Burada da yapı tipleri için betonarme yapılarla ilgili 5 mm/s'lik hasar başlangıç sınırı dikkate alınmıştır.

Eynez-12 Panosu'nda yapılan ölçüm sonuçlarından elde edilen ilişkiye ait % 95 Tahmin Hattı formülü kullanılarak, söz konusu ocakta gelecekte yapılacak patlatmalarda, değişik mesafelerde 5 mm/s'lik hasar başlangıç sınırının geçilmeme-

si için, gecikme başına kullanılması gereken maksimum patlayıcı madde miktarları Çizelge 4'te verilmiştir. Bu değerler sahaya en yakın konumdaki ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları, tesisler ve Eynez Köyü'ndeki yapılarda için Çizelge 5'teki gibi hesaplanmıştır.

Söz konusu sahada izlenen 3 atımda bir delikte en fazla kullanılan patlayıcı madde miktarı 75 kg olmuştur. Sahada bundan sonra yapılacak atımlarda her deliğin ayrı ayrı patlatılacağı düşünüldüğünde, Eşitlik 1'de edilen ilişkiye ait %95 Tahmin Hattı formülü kullanılarak ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları ve tesislerin bulunduğu mesafelerde oluşabilecek maksimum parçacık hızları (PPV) Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'de görüldüğü üzere, izlenen atımların riskli yapılara olan mesafelerinde hesaplanan Maksimum Parçacık Hızı değerleri, DIN 4150 Alman Normu'nun 5 mm/sn'lik eşik hasar limitinden daha düşüktür.

Ocak gelişimine bağlı olarak ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait idare binaları ve tesislere bu mesafelerden daha yakın mesafelerde çalışma zorunluluğu doğar ise, gecikme başına düşen patlayıcı madde miktarının yeniden belirlenmesi ve buna bağlı olarak da patlatma tasarımının revize edilmesi gerekmektedir.

Yapılacak atımlarda, çevresel riskleri minimize etmek için her bir patlatma deliğinin ayrı ayrı patlamasını sağlayacak şekilde yüzey gecikmeleri ve bağlantıları kullanılması ve sıralar arası gecikmelerin farklı olması önem arz etmektedir. Aksi takdirde çok sıralı atımlarda, gecikme zamanına bağlı olarak ilk sıradan bir veya birkaç deliğin sonraki sıralardan bir veya birkaç delik ile aynı anda patlayabileceği bu nedenle de gecikme başına düşen patlayıcı madde miktarını artırılabileceği unutulmamalıdır.

Yapılacak tüm atımların günlük titreşim ölçümlerinin yapılması, buna olanak yok ise belirli aralıklarla titreşim ölçümlerinin yapılması ve değerlendirilmesi, patlatma patern ve protokollerinin tutulması çevresel etkilerin kontrolü, doğacak hukuki sorunların çözümü açısından önem arz etmektedir (Özer ve diğ., 2011).

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sırasında, gerek arazi çalışmalarında gerekse diğer faaliyetlerde her türlü yardımda bulunan Oba İnşaat Tic. ve San. Ltd. Şti. ile ELİ Müessesesi Müdürlüğü yetkililerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

DOWDING, C.H., (1985) Blast vibration monitoring and control. PrenticeHall, Englewood Cliffs, pp 119–126.

KAHRİMAN, A., Sivas Ulaş Yöresi Sölestit Cevheri ve Yankayaçları için Optimum Patlatma Koşullarının Araştırılması ve Kayaç Özellikleri ile İlişkilendirilmesi, Cumhuriyet Üniversitesi, (Doktora Tezi), Sivas, (1995), ss:278.

KAHRİMAN. A., 2004, Analysis of parameters of ground vibrations produced from bench blasting at A Limestone Quarry, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 24, Elsevier. London, U.K., pp. 887-892.

KAHRİMAN, A., ÖZER, Ü., AKSOY, M., KARADOĞAN, A., TUNCER, G., 2006, Environmental impacts of bench blasting at Hisarcik Boron open pit mine in Turkey, Environmental Geology, (2006) 50: 1015-1023.

KHANDELWAL M, SINGH TN (2007) Evaluation of blast-induced ground vibration predictors. Soil Dyn Earthq Eng 27(2007):116–125.

MTA, 1993, “Türkiye Linyit Envanteri”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 356 sayfa.

ÖZER, Ü., KARADOĞAN, A., KALAYCI, Ü., 2011, Eli Müessesesi Müdürlüğü Eynez-12 Panosu Dekapaj Kazısında Patlatma Kaynaklı Titreşim Ölçümlerinin Değerlendirilmesi (İ.Ü. Müh. Fak. Döner Sermaye Projesi Raporu).

ÖZER Ü., KAHRİMAN A., AKSOY M., ADİGUZEL D., KARADOĞAN A., 2007, The Analysis of Ground Vibrations Induced by Bench Blasting at Akyol Quarry and Practical Blasting Charts Environmental Geology, Springer, Vol. 54, No. 4, April 2008 pp: 737-743.

JİMENO, C.L., Jimeno, E.L., Carcedo, F.J.A., Translated by Ramiro, Y.V., “Drilling and Blasting of Rocks”, A.A., Balkema Publishers, Brookfield, ISBN: 90 5410 1977, Rotterdam Pp 390, (1995).

DOWDING, C.H., Blast Vibration Monitoring and Control, Prentice-Hall, USA,. (1985).

Ek 1. İzlenen Atımlara Ait Titreşim Ölçüm Sonuçları

Atım No	Titreşim Ölçer Modeli ve Seri No	Enine	Enine	Düşey	Düşey	Boyuna	Boyuna	Bileşke	Max.	Frekans f (Hz)	Hava Şoku (dB)	Toplam Şarj (kg)	Gecikme Başına Toplam Şarj (W) (kg)	Mesafe (R) (m)	Ölçekli Mesafe (SD)	İstasyon No	
		Parçacık Hızı (mm/s)	Frek. (Hz)	Parçacık Hızı (mm/s)	Frek. (Hz)	Parçacık Hızı (mm/s)	Frek. (Hz)	Parçacık Hızı, PVS (mm/s)	Parçacık Hızı (PPV) (mm/s)								
1	İstantel BE10709	1.52	4.74	2.03	8.53	1.65	9.14	2.67	2.03	8.53	**	2416	151	271.59	22.10	1	
	İstantel BE10771-1	1.65	9.66	1.9	12.2	1.27	15.5	2.28	1.9	12.2	94	2416	151	302.62	24.63	2	
	İstantel BE10771-2	1.14	6.83	1.52	8.26	1.4	5.95	1.65	1.52	8.26	119.7	2416	151	328.31	26.72	3	
	İstantel BE10688-1	3.05	13.5	2.16	9.66	2.03	8	3.22	3.05	13.5	91.5	2416	151	274.74	22.36	4	
	İstantel BE10688-2	1.9	18.3	2.16	10	2.16	6.56	2.7	2.16	6.56	115.6	2416	151	303.42	24.69	5	
	İstantel BE10687	2.29	8.53	1.27	11.1	2.92	4.7	3.65	2.92	4.7	114.4	2416	151	369.65	30.08	6	
	İstantel BE10706	4.57	9.66	3.05	6.48	3.05	7.42	5.14	4.57	9.66	115.9	2416	151	270.48	22.01	7	
	İstantel BE10772-1	1.52	6.1	1.4	5.75	1.78	6.32	2.12	1.78	6.32	91.5	2416	151	383.71	31.23	8	
	İstantel BE10772-2	1.78	7.11	1.14	24.4	1.65	4.74	2	1.78	7.11	113.8	2416	151	386.93	31.49	9	
	İstantel BE10773-1	1.65	9.48	1.14	19	1.9	14.2	2.36	1.9	14.2	**	2416	151	385.66	31.38	10	
	İstantel BE10773-2	1.14	6.02	1.14	17.7	1.52	15.5	1.67	1.52	15.5	91.5	2416	151	385.97	31.41	11	
	İstantel BE5724	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2416	151	3191.94	259.76	12
	İstantel BE10708	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2416	151	3222.55	262.25	13
	İstantel BE10707	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2416	151	3338.42	271.68	14
2	İstantel BE10709	2.29	13.5	4.19	12.2	1.9	9.14	4.31	4.19	12.2	**	906	302	210.83	12.13	1	
	İstantel BE10771-1	1.9	12.2	2.41	13.1	1.9	9.66	3.02	2.41	13.1	94	906	302	241.81	13.91	2	
	İstantel BE10771-2	1.27	15.5	2.16	3.91	2.03	10.7	2.45	2.16	3.91	123	906	302	267.52	15.39	3	
	İstantel BE10688-1	2.54	9.66	5.46	6.56	2.79	7.53	5.91	5.46	6.56	91.5	906	302	236.55	13.61	4	
	İstantel BE10688-2	2.79	10.9	4.7	7.88	3.68	6.74	5.91	4.7	7.88	125.7	906	302	264.24	15.21	5	
	İstantel BE10687	1.65	8.83	4.06	9.14	4.06	5.22	4.75	4.06	5.22	123.6	906	302	330.22	19.00	6	
	İstantel BE10706	3.81	10.2	5.33	6.92	5.59	7.88	7.46	5.59	7.88	124.2	906	302	242.01	13.93	7	
	İstantel BE10772-1	2.29	8.13	2.16	9.14	3.17	6.92	3.34	3.17	6.92	91.5	906	302	384.01	22.10	8	
	İstantel BE10772-2	1.78	4.79	1.9	9.66	2.79	5.95	3	2.79	5.95	115	906	302	388.54	22.36	9	
	İstantel BE10773-1	2.41	5.28	1.27	7.01	1.52	3.63	2.73	2.41	5.28	**	906	302	397.49	22.87	10	
	İstantel BE10773-2	2.16	5.22	1.14	9.31	1.4	3.53	2.4	2.16	5.22	91.5	906	302	400.18	23.03	11	
	İstantel BE5724	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	906	302	3131.84	180.22	12
	İstantel BE10708	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	906	302	3162.63	181.99	13
	İstantel BE10707	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	906	302	3278.54	188.66	14
3	İstantel BE10709	5.97	16.5	9.4	18.3	17.8	17.1	18.1	17.8	17.1	**	830.5	377.5	129.36	6.66	1	
	İstantel BE10771-1	4.32	21.3	4.83	11.6	6.98	9.85	7.78	6.98	9.85	94	830.5	377.5	160.8	8.28	2	
	İstantel BE10771-2	3.17	11.6	4.06	8.83	4.44	7.53	5.46	4.44	7.53	127.7	830.5	377.5	186.11	9.58	3	
	İstantel BE10688-1	3.17	16	4.57	10.4	4.83	11.1	6.26	4.83	11.1	94	830.5	377.5	186.6	9.60	4	
	İstantel BE10688-2	3.05	8.39	3.94	11.1	4.19	10	5.03	4.19	10	121.5	830.5	377.5	210.76	10.85	5	
	İstantel BE10687	2.29	5.28	4.19	9.85	3.3	4.23	5.08	4.19	9.85	120.2	830.5	377.5	273.39	14.07	6	
	İstantel BE10706	3.68	15.1	3.43	5.22	5.97	5.95	7.06	5.97	5.95	120.2	830.5	377.5	207.56	10.68	7	
	İstantel BE10772-1	1.14	15.1	1.4	6.92	2.03	6.32	2.13	2.03	6.32	91.5	830.5	377.5	382.45	19.68	8	
	İstantel BE10772-2	1.27	17.7	1.65	6.56	2.29	7.53	2.3	2.29	7.53	117.6	830.5	377.5	388.6	20.00	9	
	İstantel BE10773-1	0.889	16	1.52	6.65	1.27	10.2	1.82	1.52	6.65	**	830.5	377.5	410.94	21.15	10	
	İstantel BE10773-2	0.762	8.83	0.762	17.7	1.27	6.92	1.3	1.27	6.92	91.5	830.5	377.5	416.7	21.45	11	
	İstantel BE5724	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	830.5	377.5	3048.87	156.92	12
	İstantel BE10708	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	830.5	377.5	3079.56	158.50	13
	İstantel BE10707	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	830.5	377.5	3195.45	164.47	14

* Eynes Köyü'ndeki ölçüm istasyonlarına yeterli genlikte sismik dalga ulaşmadığından kayıt alınamamıştır.

**Mikrafon bağlanmadı.

Ek 2: İzlenen Atımlara Ait İvme ve Deplasman Ölçüm Sonuçları

Atım No	Titreşim Ölçer Modeli ve Seri No	Enine	Düşey	Boyuna	Enine	Düşey	Boyuna	İstasyon No
		Deplasman (mm)	Deplasman (mm)	Deplasman (mm)	İvme (g)	İvme (g)	İvme (g)	
1	İstantel BE10709	0.0358	0.0277	0.0311	0.0265	0.0398	0.0265	1
	İstantel BE10771-1	0.0259	0.0291	0.0246	0.0398	0.053	0.0398	2
	İstantel BE10771-2	0.0221	0.026	0.0315	0.0398	0.053	0.0398	3
	İstantel BE10688-1	0.0521	0.0398	0.0371	0.053	0.0398	0.0398	4
	İstantel BE10688-2	0.0396	0.033	0.0533	0.0398	0.0398	0.0398	5
	İstantel BE10687	0.0669	0.035	0.0783	0.0398	0.0398	0.0398	6
	İstantel BE10706	0.077	0.0582	0.0608	0.0398	0.0265	0.0398	7
	İstantel BE10772-1	0.0397	0.0303	0.0453	0.0265	0.0265	0.0265	8
	İstantel BE10772-2	0.0365	0.0303	0.0443	0.0265	0.0398	0.0265	9
	İstantel BE10773-1	0.0263	0.0159	0.0224	0.0398	0.0398	0.0398	10
	İstantel BE10773-2	0.0251	0.0112	0.0192	0.0398	0.0398	0.0398	11
	İstantel BE5724	*	*	*	*	*	*	12
	İstantel BE10708	*	*	*	*	*	*	13
	İstantel BE10707	*	*	*	*	*	*	14
2	İstantel BE10709	0.0345	0.0936	0.0303	0.0265	0.0398	0.0398	1
	İstantel BE10771-1	0.0363	0.0931	0.0477	0.053	0.0398	0.0398	2
	İstantel BE10771-2	0.0293	0.0817	0.0448	0.0398	0.0398	0.0398	3
	İstantel BE10688-1	0.0508	0.108	0.0557	0.0398	0.0663	0.0398	4
	İstantel BE10688-2	0.0447	0.0865	0.0815	0.0398	0.0398	0.0398	5
	İstantel BE10687	0.0308	0.0667	0.134	0.0398	0.0398	0.0398	6
	İstantel BE10706	0.0898	0.111	0.0977	0.0398	0.0265	0.0398	7
	İstantel BE10772-1	0.0708	0.0369	0.0691	0.0265	0.0265	0.0265	8
	İstantel BE10772-2	0.0647	0.037	0.0722	0.0265	0.0265	0.053	9
	İstantel BE10773-1	0.0691	0.0269	0.0545	0.0398	0.0398	0.0398	10
	İstantel BE10773-2	0.0624	0.0228	0.0544	0.0398	0.0398	0.0398	11
	İstantel BE5724	*	*	*	*	*	*	12
	İstantel BE10708	*	*	*	*	*	*	13
	İstantel BE10707	*	*	*	*	*	*	14
3	İstantel BE10709	0.0554	0.104	0.144	0.106	0.172	0.225	1
	İstantel BE10771-1	0.056	0.0699	0.0949	0.0928	0.0663	0.0795	2
	İstantel BE10771-2	0.0404	0.0585	0.0819	0.053	0.0398	0.053	3
	İstantel BE10688-1	0.0375	0.0854	0.0714	0.0398	0.053	0.053	4
	İstantel BE10688-2	0.0598	0.0868	0.0766	0.0398	0.053	0.053	5
	İstantel BE10687	0.0556	0.064	0.105	0.0398	0.0398	0.0398	6
	İstantel BE10706	0.0427	0.0747	0.118	0.053	0.0398	0.053	7
	İstantel BE10772-1	0.02	0.031	0.05	0.0265	0.0265	0.0265	8
	İstantel BE10772-2	0.0234	0.0345	0.0553	0.0265	0.0265	0.0265	9
	İstantel BE10773-1	0.0177	0.0357	0.0332	0.0398	0.0398	0.0398	10
	İstantel BE10773-2	0.0147	0.0239	0.0272	0.0398	0.0398	0.0265	11
	İstantel BE5724	*	*	*	*	*	*	12
	İstantel BE10708	*	*	*	*	*	*	13
	İstantel BE10707	*	*	*	*	*	*	14

* Eynez Köyü'ndeki ölçüm istasyonlarına yeterli genlikte sismik dalga ulaşmadığından kayıt alınamamıştır.

MERMER PARLATMA SÜRECİNDE ABRASİV KAFA DEVRİNİN YÜZEY KALİTESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Investigation of the Abrasive Head Rotation Effect to the Surface Quality in Marble Polishing Process

Metin ERSOY*

Mustafa Yavuz ÇELİK**

Liyaddin YEŞİLKAYA***

Gökhan GEÇER****

ÖZET

Bu çalışmada, mermerlerin parlatılması aşamasında abrasiv kafa devirlerinin yüzey kalitesine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Bursa Emprador, Seyitgazi Seashell, Muğla Beyaz, Bucak Traverten ve Crema Bella adlarıyla tanınan 5 farklı numune üzerinde parlatma deneyleri yapılmış olup deneylerde, endüstriyel çapta, 2+4 kafalı otomatik dar bant silim makinası kullanılmıştır. Deneyler, kafa basıncı ve bant hızı sabit tutularak farklı kafa devirlerinde gerçekleştirilmiş ve sürecin belli aşamalarında yüzey özelliklerini belirlemek amacıyla pürüzlülük ve parlaklık ölçümleri yapılmıştır.

Elde edilen veriler ışığında, mermerlerin parlatılması sürecinde kaba silim aşamasında pürüzlülüğün hızla düştüğü, ince silim aşamasında da parlaklığın hızla arttığı, parlaklık ve pürüzlülüğün ters orantılı değiştiği, abrasiv kafaların devirlerinin artmasıyla daha pürüzsüz ve parlak yüzeyler elde edildiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Mermer, Aşındırma ve parlatma, Parlaklık ve pürüzlülük, Abrasiv kafa devri

ABSTRACT

In this paper, the influence of abrasive head rotation on surface quality was investigated under the process of marble polishing. For this purpose, five different samples known as Bursa Emprador, Seyitgazi Seashell, Muğla White, Bucak Travertine Crema Bella were tested by using automatic narrow belt polish machine with 2+4 heads. The polishing experiments were conducted by keeping the head pressure and belt speed stable while head rotations vary. In some stages of this process, the surface glossiness and roughness were measured to identify the surface quality.

As a result of the data, it can be seen that the surface roughness is rapidly decreasing in the rough polishing stage of the process and the surface glossiness is rapidly increasing in the fine polishing stage of the process. Moreover, glossiness and roughness are inversely proportional in addition to that smoother and brighter surfaces are obtained by increasing the abrasive heads rotation.

Keywords: Marble, Abrasion and polishing, Glossiness and roughness, Abrasive head rotation

* Yrd.Doç.Dr., Afyon Kocatepe Üniv., Afyon Meslek Yüksek Okulu, Doğal Yapıtaşları Teknolojisi Programı, Ali Çetinkaya Kampüsü, AFYONKARAHİSAR, metinersoy@aku.edu.tr

** Yrd.Doç.Dr., Afyon Kocatepe Üniv., Afyon Meslek Yüksek Okulu, Doğal Yapıtaşları Teknolojisi Programı, Ali Çetinkaya Kampüsü, AFYONKARAHİSAR

*** Öğr. Grv., Afyon Kocatepe Üniv., İncehisahar Doğaltaş Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ahmet Necdet Sezer Kampüsü, AFYONKARAHİSAR

**** Maden Mühendisi

1. GİRİŞ

Mermer ve doğaltaşlar, yaşam alanların tasarımında önemli bir yer işgal etmektedir. Yapılarda doğaltaş, yer döşemesi, duvar kaplaması, mutfak tezgâhı, sehpa, şömine ve süs eşyası olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca kent yaşamında park ve bahçelerin tasarımında süs havuzlarından bank ve masa yapımına kadar geniş bir yelpazede tercih edilmektedir. Mermer ve doğaltaşların, doğallığı, tabii güzelliği ve sağlıklı oluşundan dolayı mimarlar tarafından tercih edilmesi, fiyatının da artmasına dolayısıyla ülkemiz için önemli bir gelir kaynağı olmasına yol açmaktadır.

2010 yılında dünya doğal taş ihracatı 13,7 milyar dolara ulaşmıştır. Bu değer yaklaşık 3,7 milyar doları ham-blok taş ihracatına, 10 milyar doları ise işlenmiş ürünlere aittir. Çin, İtalya, Türkiye, Hindistan ve Brezilya her iki ürün grubunda da önemli ihracatçı ülkeler olmuştur. 2010 yılında dünya ham-blok mermer ürün ihracatında Türkiye toplam ihracatın %34'ünü gerçekleştirerek ilk sırada yer alırken; İtalya %16'lık ihracatla ikinci sırada yer almıştır. İtalya'yı sırasıyla İspanya, Mısır ve İran izlemiştir. Dünya işlenmiş doğal taş ihracatında ise ilk dört sırayı Çin (%39), İtalya(%16), Hindistan (%8) ve Türkiye (%8) paylaşmıştır. 2010 yılında dünya doğaltaş ithalatı da, 4,4 milyar dolar ham-blok taş, 9,3 milyar dolar da işlenmiş ürün olarak gerçekleşmiştir. Önemli ithalatçı ülkeler ham-blok taş ithalatında Çin, Hindistan ve İtalya olmuştur. Dünya işlenmiş doğal taş ithalatında da en büyük alıcı %23'lük değerle ABD olurken; Güney Kore(%9), Japonya (%8) ve Almanya(%5) diğer önemli alıcılar olmuştur (Anon a, 2012).

Mermer ve doğaltaşlardan elde edilen gelirin artırılması, kuşkusuz kaliteli ve verimli üretimden geçmektedir. Kaliteli üretim, malzemenin müşterinin isteği doğrultusunda işlenerek piyasaya arz edilmesi, verimli üretim ise bu sürecin en ekonomik şekilde gerçekleştirilmesi şeklinde özetlenebilir.

Mermer ve doğaltaş üretimi, ocaklarda blok üretimi ile başlar ve fabrikalardaki ayırma ve paketleme işlemleriyle son bulur. Bu süreç içerisinde, bloklar önce lamalı (Katrak) veya dairesel testereli (ST) blok kesici makinalarda kesilerek levha veya plakalara ayrılır, sonra ebatlanarak satışa sunulur ya da yüzey işleme prosesine alınır. Yüzey işleme şekillerinden en yaygın olanı parlatma işlemidir. Bu işlem levhalar

için geniş bant silim makinalarında, plakalar için de dar bant silim makinalarında gerçekleştirilir.

Üretim süreci içerisinde parlatma işlemi, maliyeti ve malzemenin kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Mermer ve doğaltaşların iyi parlatılması, renginin ve bünyesinde barındırdığı desenin daha belirgin ortaya çıkmasına, dolayısıyla daha yüksek fiyata alıcı bulmasına neden olur. Bu nedenle mermer ve doğaltaşların parlatılmasında etken faktörlerin bilinmesi ve malzemeye uygun parlatma parametrelerin kullanılması, hem daha parlak ürünler elde edilmesini hem de daha ekonomik çalışılmasını sağlayacaktır.

Mermer ve doğaltaşlarda parlaklık ve pürüzlülük konusu, birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda listelenmiştir.

1. Wright ve Rouse (1993), çalışmasında mermerlerde, kesme işleminden parlatılma aşamasına kadar parlaklık ölçümleri yapmış ve mermerleri parlaklıklarına göre sınıflandırmışlardır.
2. Erdoğan (2000), görüntü analiz yöntemiyle parlaklık ölçümleri yaparak cilalı doğaltaşları parlaklıklarına göre karşılaştırmıştır.
3. Ersoy ve Köse (2001), mermer örneklerini, klasik aşındırıcılarla parlatmış ve yüzey kalitesi ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Ayrıca parlaklık ve pürüzlülük dağılımında elde edilen eğrinin eğimini, parlatma kolaylığı olarak tanımlamışlardır.
4. Sarı ve Yavuz (2001), yaptıkları silme-parlatma deneylerinde ve ölçümlerde, aynı şartlar altında farklı tür mermerlerin ölçüm değerlerinin farklı olduğunu ve aynı numune üzerindeki farklı bölgelerin de farklı parlaklıklarda olduğunu belirtmişlerdir.
5. Huang vd. (2002), yüzeyi işlenmiş parlak granitler üzerinde çalışmışlar ve yüksek yüzey parlaklığının düşük pürüzlü aşındırıcılarla elde edildiğini belirtmişlerdir.
6. Görgülü vd. (2008), farklı mermer örneklerini klasik ve elmas aşındırıcılarla parlatarak parlaklık ve pürüzlülük ölçümleri yapmışlar ve abrasiv ve makina çeşidine göre parlaklık ve pürüzlülüklerdeki değişimi incelemişlerdir.
7. Ribeiro ve Paraguassú (2008), silisli ebatlanmış levha yüzeylerinin pürüzlülüğünü ile teknolojik özellikleri arasındaki ilişkiyi

incelemişlerdir.

8. Karaca (2008), kafa basıncı ve yüzey pürüzlülüğü ilişkisini incelemiştir.
9. Oliveira vd (2009), süs kayaçlarının kron parlatmasında epoxy-kuvars esaslı yeni kompozitlerin kullanımı ve verimliliği konusunda çalışmışlardır.
10. Wang vd (2009), parlatmada aşındırma sürecinde kaldırılan malzemenin derinliğinin modellenmesini ve analizini yapmışlardır.
11. Yavuz vd. (2011), doğaltaş fayansların yüzey kalitesi üzerine parlatma denemeleri yapmışlardır. Denemeleri sabit kafa devri, kafa basıncında farklı bant hızlarında gerçekleştirmişlerdir.
12. Gürçan (2011), mermerlerin mineralojik ve petrografik özelliklerin parlaklık ve pürüzlülüğe etkisi konusunda deneyler yapmıştır.
13. Karaca (2012), mermerlerde yüzey pürüzlülüğü ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiyi incelemiştir.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde, çalışmaların özetle; aşındırma parlatma işlemlerinde mermer ve doğaltaşların yüzey kalitesi ile mekanik özelliklerinin, mineralojik ve petrografik yapılarının, aşındırma işleminde kullanılan abrasiv özelliklerinin, uygulanan kafa basıncı ve bant hızının etkileri konusunda yoğunlaştığı söylenebilir. Ancak aşındırma parlatma sürecinde önemli olan bir başka parametre de, abrasiv kafaların devirleridir.

Bu çalışmada, kafa devri ve yüzey kalitesi arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla, ilk etapta 5 farklı mermer numunesi, bant hızı ve kafa basıncı sabit olmak üzere farklı kafa devirlerinde aşındırma parlatma deneylerine tabi tutulmuş olup deneyin çeşitli aşamalarında gözlenen parlaklık ve pürüzlülük değişimleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonraki aşamalarında, numune sayısı artırılarak, elde edilen sonuçların geçerliliğinin test edilmesi planlanmaktadır.

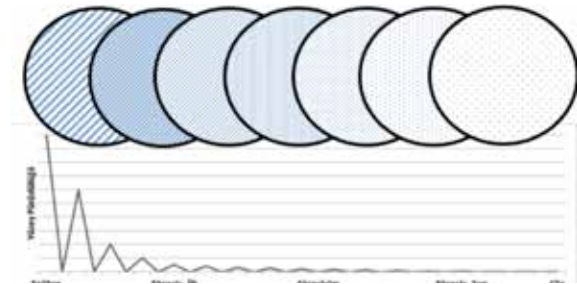
2. MERMER PARLATMA SÜRECİ ve ETKEN PARAMETRELER

Mermer ve doğaltaşlar, kesilip kenarları düzeltildikten sonra yüzeyleri cilalanarak parlatılır. Parlatma işlemi endüstriyel çapta, otomatik bantlı silim makineleri ile yapılır.

Parlatma işleminde temel prensip, yüzeydeki pürüzlerin giderilerek üzerine gelen ışığı en iyi şekilde yansıtmasının sağlanmasıdır. Bu amaçla önce kalınlık kalibre edilir ve yüzeydeki kaba pürüzler aşındırılarak giderilir, sonra aşındırıcı taşlarla silinerek pürüzler inceltilir, en son cila taşları kullanılarak, aşındırma işlemiyle giderilemeyen pürüzler ortadan kaldırılır. Parlatma prosesinin tüm aşamalarında, aşındırma ortamının soğutulması ve kırıntılardan temizlenmesi amacıyla su kullanılır. Buna göre mermerin parlatılma aşamaları kalibrasyon, silim (fiziksel aşındırma) ve cilalama (fiziksel ve kimyasal aşındırma) olarak üç ana grupta incelenebilir.

Kalibrasyon işlemi, blok kesicide kesilen ya da yarma makinasıyla inceltelen plakaların aynı kalınlığa getirilmesi işlemidir. Bunun için otomatik silim makinelerinde genellikle iki adet kalibre kafası bulunur ve bant üzerinde hareket eden mermerin yüzeyine belli bir açıyla temas ederek makineye beslenen tüm malzemenin kalınlığını aynı seviyeye getirir.

Silim işlemi, içerdiği aşındırıcının boyutuna ve miktarına göre numaralandırılmış abrasiv taşlarının belli bir devirde döndürülerek bant üzerinden geçen mermer plakaya belli bir basınçla temas ettirilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Kaba silimin amacı, kalibre kafalarının yüzey üzerinde oluşturduğu izlerin yok edilmesidir. Bu amaçla, makinenin kafalarına düşük numaradan (kalın) yüksek numaraya (ince) abrasiv taşları takılır ve her biri öncekine göre ters yönde olacak şekilde döndürülerek ve basınç uygulanarak aşındırma işlemi gerçekleştirilir. Aşındırma sırasında her abrasiv kendinden önceki abrasivin izlerini siler, daha ince olan kendi izlerini bırakır. Böylece ilk kafadan son kafaya kadar yüzey üzerindeki pürüzlerin (izlerin) derinliği ve aralıkları azaltılmış olur (Şekil 1).



Şekil 1. Parlatma Aşamasında Mermer Yüzey Pürüzlülüğündeki Değişimin Şematik Gösterimi (Ozuloğul 1994)

Sürecin son aşaması olan cilama işleminde ise, oksalik asit ($H_2C_2O_4$) içerikli cila taşları kullanılır. Burada oksalik asit eriyerek mermer yüzeyine dağılır, yüzey üzerindeki çok küçük pürüzleri kimyasal olarak etkiler ve ortadan kaldırır. Son olarak yüzey keçe ile temizlenir. Böylece yüzey nihai parlaklığına erişir.

Parlatma sürecine etki eden faktörler beş ana grupta incelenebilir. Bunlar (Görgülü ve Ceylanoğlu, 2001);

1. Kullanılan makina ile ilgili faktörler (aşındırıcıların ve cilaların takıldığı disk (kafa) ve/veya disklerin devirleri, baskı kuvveti, kapasitesi, makina tipi, gücü ve enerji tüketimi)
2. Aşındırıcı ile ilgili faktörler (aşındırıcı taşların sertliği, dayanıklılığı, ufalanma yeteneği, kırılma tipi, ömrü, tane boyutu, tanelerin matris içindeki dağılımı, tanelerin matris ile bağ yapısı, basınç ve çekme dayanımları, porozitesi, ömrü, elastisite özellikleri)
3. Aşındırılan malzeme ile ilgili faktörler (mermer veya doğaltaşın sertliği, kristal yapısı, kimyasal yapısı, basınç ve çekme dayanımları, kohezyonu, elastisite özellikleri, aşınma kabiliyeti, korozyona dayanıklılığı)

4. Ekonomik faktörler (istenen yüzey kalitesi, birim yüzey alanı aşındırma maliyeti)

Bu faktörlerden kafa devri, baskı kuvveti ve bant hızına bağlı olarak kapasite, proses içerisinde üretici tarafından kontrol edilebilirken, sertlik, kristal yapı, kimyasal bileşim vb. gibi aşındırılan malzemenin özellikleri kontrol edilemez. Ayrıca makina tipi ve gücü, aşındırıcı malzemenin özellikleri (sertlik, ufalanma-kırılma yeteneği, ömrü, tane boyutu, matris içindeki dağılımı ve bağ yapısı vb.) gibi faktörler de belli zaman periyotları içerisinde değiştirilebilir. Buna göre üretilen malzemenin yüzey kalitesinin artırılması aynı zamanda proses maliyetinin minimumda tutulması için öncelikli olarak yapılabilecek eylem, makinanın kafa devri, basıncı ve bant hızının optimum düzeyde tutulması olacaktır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Çalışmada, traverten, hakiki mermer ve kireçtaşı olmak üzere, oluşumları bakımından farklılık gösteren 5 farklı ocaktan alınmış doğaltaş numuneleri kullanılmıştır (Şekil 2). Numunelerin tamamı karbonat kökenli olup bazı özellikleri Çizelge 1 de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışmada Kullanılan Numuneler ve Üretildikleri Bölgeler

Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Mermerlerin Özellikleri

	Bursa Emperador	Seyitgazi Seashell	Bucak Traverten	Muğla Beyaz	Crema Bella
Boyutlar (mm)	305x305x20	305x305x20	305x305x20	305x305x20	305x305x20
Adet	5	5	5	5	5
Mohs Sertliği	4	3-3.5	3-3.5	3	3-3.5
Knoop Sertliği	169	134	131	136	156
Ses Hızı İlerlemesi (km/s)	4.05	4.46	2.84	3.33	4.12
Birim hacim ağırlık (kg/m ³)	2750	2630	2530	2710	2670
Özgül Ağırlık (kg/m ³)	2340	2470	2140	2500	2680
Basınç Dayanımı (MPa)	177.02	128.82	58.58	82.84	127.41
Kırılma Enerjisi (Joule)	2.23	2.39	1.78	5.4	3.8
Eğilme Direnci (MPa)	14.9	15.79	10.58	14.1	17.8
Aşınma direnci (cm/50cm ²)	1.8	2.43	3.3	4.08	3.4

Numunelerin mineralojik ve petrografik özelliklerini incelemek için Maden Tetkik Arama Enstitüsü Laboratuvarı'nda ince kesitleri hazırlanmıştır. Polarizan mikroskop incelemeleri ise Afyon Kocatepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümü Laboratuvarı'nda bulunan, Leica DM 2500P marka polarizan mikroskopta yapılmıştır.

Aşındırma-parlatma deneylerinde, AKÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği bölümü laboratuvarındaki, endüstriyel çapta üretime uygun, TOYAMER marka, tam otomatik PLC (Programmable Logic Controller) dar bant silim makinası kullanılmıştır. Makinanın çalışma parametreleri (bant hızı, kafa devri, kafa basıncı, su miktarı) manuel veya bilgisayar programı yardımıyla ayarlanabilmektedir. Makinada ikisi kalibre olmak üzere toplam 6 adet kafa bulunmaktadır. Makinanın bant genişliği 650 mm, abrasiv-cila genişliği (kafa çapı) 400 mm ve çalışma kalınlığı 8-60 mm dir (Şekil 3).



Şekil 3. Bantlı Otomatik Silim Makinası (TOYAMER)

Aşındırma-parlatma deneylerinde sırasıyla, endüstriyel uygulamalarda da kullanılan, 80, 120, 180 ve 280 numaralı manyezit, 320, 400, 600 ve 800 numaralı sentetik bağlı abrasivler ile 5-extra cila taşı ve yüzey temizliği için keçe kullanılmıştır. Aşındırma-parlatma işlemine tabi tutulan numunelerin parlaklık ölçümleri MC-HDG600II marka parlaklık ölçme cihazıyla, pürüzlülük ölçümleri ise, PHYNIX MANUEL TR200 marka pürüzlülük ölçme cihazıyla yapılmıştır (Şekil 4). Parlaklık ve pürüzlülük ölçme cihazlarına ait özellikler Çizelge 2 de verilmiştir.



Şekil 4. Parlaklık (a) ve Pürüzlülük (b) Ölçüm Cihazları

Çizelge 2. Parlaklık ve Pürüzlülük Ölçüm Cihazlarının Özellikleri

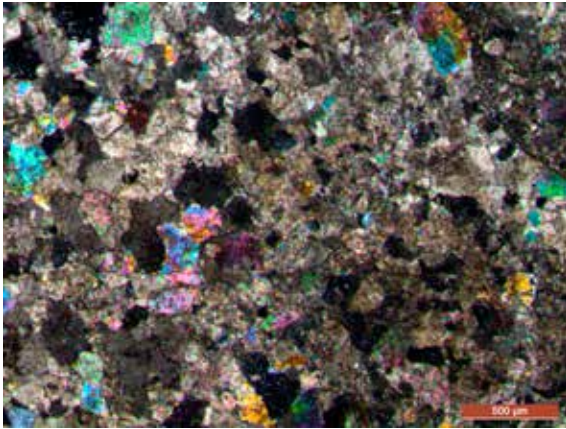
Parlaklık Ölçüm Cihazı	
Ölçüm aralığı	0-200 birim
Ölçüm alanı	10x20 mm
Cihazın ekranı	LCD
Cihazın boyutları	101x40x65 mm
Pürüzlülük Ölçüm Cihazı	
Ölçüm standartları	ISO, DIN, JIS, ANSI
Ölçüm birimi	μm / μinch
Cihazın ekranı	LCD
Cihazın ekranında görülenler	Pürüzlülük parametreleri, profili, batarya durumu, sensör tipi, yönü
Ölçüm aralığı	Ra, Rq : 0.01 μm ile 40 μm Rz, Rp, Rt, R3z: 0.02 μm ile 160 μm Sm, S: 2 μm ile 4000 μm
Tarama aralığı	0.25mm, 0.8 mm, 2.5 mm

3.2. Yöntem

Parlatma deneyleri, kalınlık kalibrasyonu, kaba silim, ince silim, cilalama (parlatma) ve temizleme işlemlerinden oluşmakta olup farklı kafa devirlerinde tüm numuneler için tekrarlanmıştır.

Kalibrasyon, farklı ocaklardan alınan numunelerin tamamının önce, makina çalışma parametrelerine uygun 305x305 mm boyutlarına ebatlanması, sonra kalınlığın 20 mm ye eşitlenmesi amacıyla sadece kalibre kafalarından geçirilmesi şeklinde yapılmıştır.

İkinci aşamada, otomatik silim makinasına 80, 120, 180 ve 280 numaralı abrasivler takılmış, kafa basıncı 1,5 atm, makina bant hızı 0,5 m/dk ve kafa devri 400 dv/dk olacak şekilde ayarlanmış ve numuneler beslenmiştir. İşleme tabi tutulan numuneler kurulanmış ve her bir numunenin köşe, kenar ve orta noktalarından olmak üzere 9 farklı noktadan parlaklık (60°) ve pürüzlülük (Ra) ölçümleri yapılmıştır. Sonra makinaya 320, 400, 600 ve 800 numaralı abrasivler takılarak işlem ve ölçümler tekrar edilmiştir. Son olarak, makinanın iki kafasına 5-extra cila taşı ve temizleme için keçe takılmış ve numunelerin en parlak durumundaki parlaklık ve pürüzlülük ölçümleri yinelenmiştir.

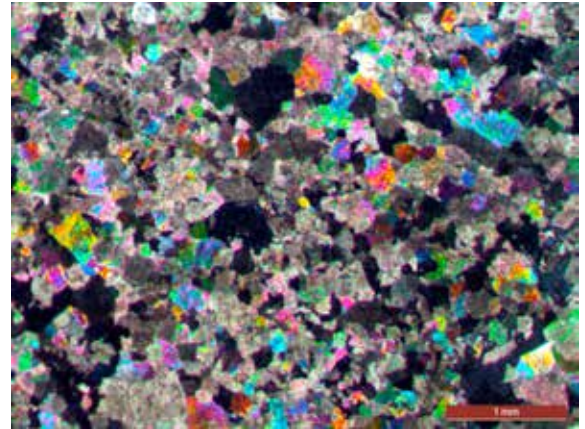


Üçüncü ve diğer aşamalarda ise, kafa basıncı 1,5 atm de ve bant hızı 0,5 m/dk da sabit kalmak koşuluyla makinanın abrasiv kafa devirleri 600 dv/dk, 800 dv/dk, 1000 dv/dk ya ayarlanarak aynı işlemler tekrarlanmış, parlaklık ve pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Sonra elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Mineralojik ve petrografik incelemeler

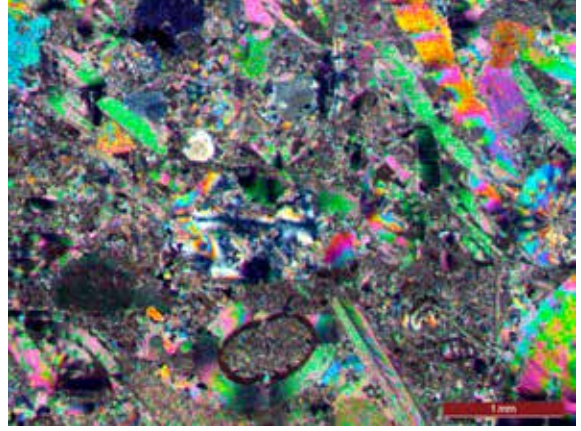
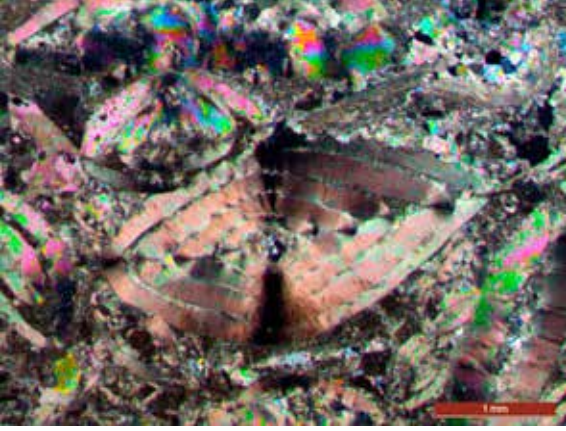
Bursa Emperador: Bursa Emperador örnekleri üzerinde mikroskobik incelemeler yapılarak ince kesitlerden fotoğraflar çekilmiştir. Polarizan mikroskop ile Bursa Emperador örneklerinin ince kesitlerinden çekilen resimler Şekil 5'de verilmiştir. Bursa Emperador mermerinin mikroskobik inceleme sonucunda ana mineralinin kalsit olduğu görülmüştür. Kalsit taneleri yer yer 200 µm boyutuna kadar ulaşmaktadır. Şekilde de görüldüğü gibi kript ve mikrokristalin kalsit kristalleri içerisinde sparitleşmiş mikrofossil kavkı izleri, kriptokristalin kalsitten oluşmuş pellet ve intraklast içermektedir. Çatlak ve boşluklarda mikro ve mesokristalin kalsit kristalleri izlenmiştir. Yer yer opak minerallerin ayrışmasıyla oluşan demirli bileşikler çimentoyu renklendirmiştir.



Şekil 5. Bursa Emperador Mermerinin İnce Kesit Görüntüsü (Çift Nikol)

Seyitgazi Seashell: Polarizan mikroskop ile Seyitgazi Seashell örneklerinin ince kesitlerinden çekilen resimler Şekil 6'da verilmiştir. Seyitgazi Seashell kireçtaşı yapısı değişik büyüklük ve özelliklerdeki fosil kavkılarında oluşmaktadır. Bileşenin çoğunu Foraminiferler ve alger oluşturmaktadır. Bu foraminiferlerin kavkı duvarı en çok kalsitten oluşmuştur. En büyük ve belki

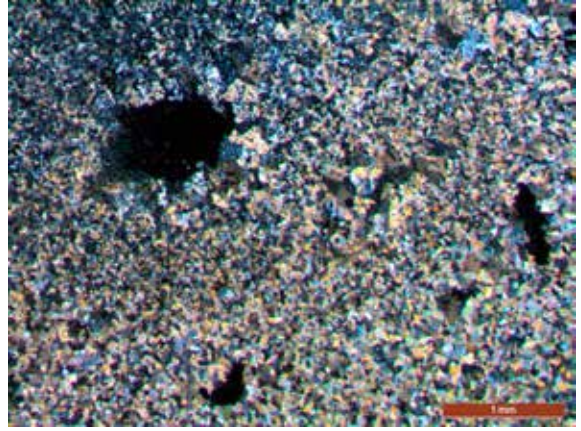
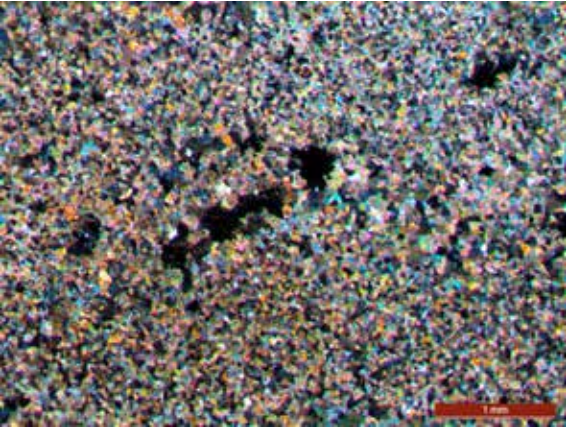
de en iyi bilinen foraminiferler Şekil 6'da görülen nummulitlerdir. Bunlar kalın duvar ve radyal yapıda sarılmış liflerden oluşur. Fosil kavkı ve iskeletlerini bağlayan matriks, başlıca mikritik sediment ile kalsit çimentodur. Kalsitlerin tane boyutu yer yer 100 µm'ye kadar ulaşmaktadır.



Şekil 6. Seyitgazi Seashell Mermerinin İnce Kesit Görüntüsü (Çift Nikol)

Bucak Traverten: Polarizan mikroskop ile Bucak Traverten örneklerinin ince kesitlerinden çekilen resimler Şekil 7'de verilmiştir. Bucak traverteninin polarizan mikroskop ile incelenmesi sonucu 10-200 μm arasında değişen tane boyutlarında,

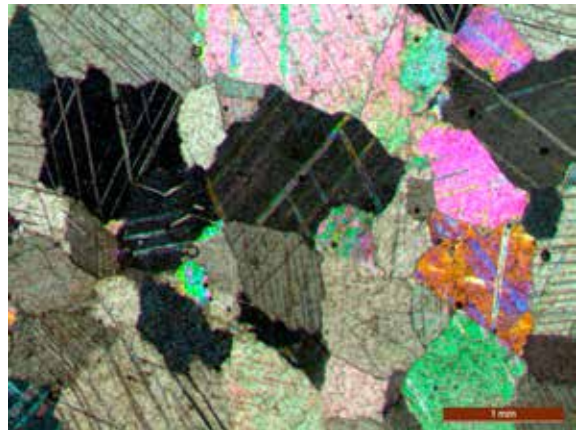
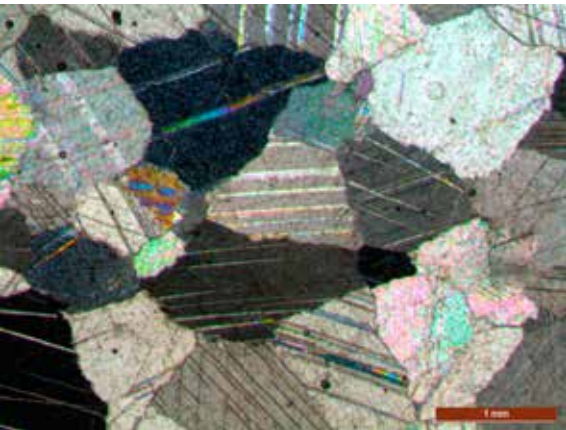
esas bileşenin kalsit tanelerinden oluştuğu gözlenmiştir. Kayaç içerisinde 1-2 μm 'den 1 mm'ye kadar değişen boyutlarda poroziteler bulunmaktadır.



Şekil 7. Bucak Travertenlerinin ince Kesit Görüntüsü (Çift Nikol)

Muğla Beyaz: Polarizan mikroskop ile Muğla Beyaz mermeri örneklerinin ince kesitlerinden çekilen resimler Şekil 8'de verilmiştir. Kayaçın kalsit minerallerinden oluştuğu gözlenmiştir. Kalsit tanelerinin tane sınırları düzgündür. Bu da mer-

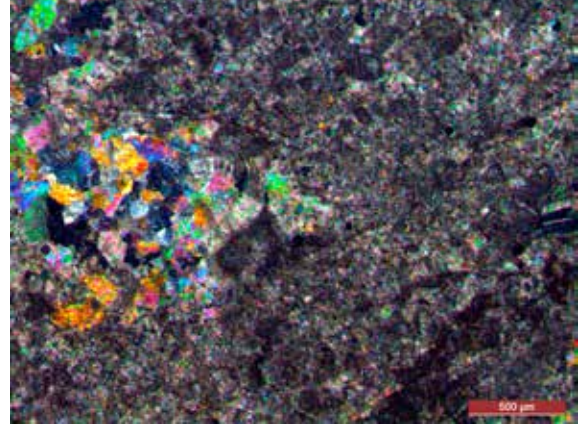
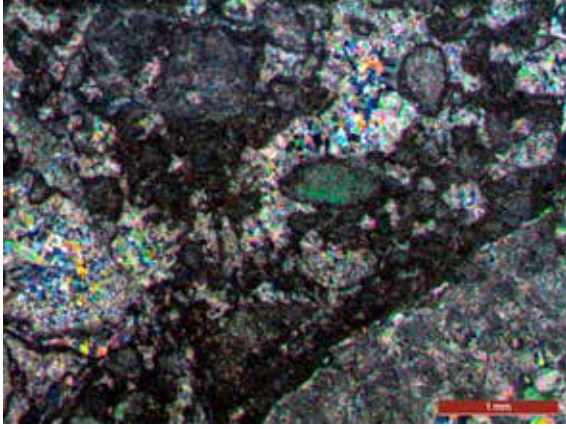
merin basınç mukavemetine dolayısıyla dayanımına etki etmektedir. Tane boyutu 300 μm ile 1500 μm arasında olup polisentetik ikizlenmeler göstermektedir.



Şekil 8. Muğla Beyaz Mermerinin Kesit Görüntüsü (Çift Nikol)

Crema Bella: Polarizan mikroskop ile Crema Bella mermeri örneklerinin ince kesitlerinden çekilen resimler Şekil 9'da verilmiştir. Kayaç içinde bulunan çatlaklar ve erime boşlukları sekonder kalsit dolguludur. Kalsit kristalleri

polisentetik ikizlenme göstermekte olup ve kristal boyutları 0-100 µm arasında değişmektedir. Mikro çatlaklar içinde kalsit kristalleri ile beraber mikrofossil kavkuları bileşende yer almaktadır. Kayaç içerisinde opak mineraller de gözlenmiştir.



Şekil 9. Crema Bella Mermerinin Kesit Görüntüsü (Çift Nikol)

4.2. Abrasiv numarası ve parlaklık arasındaki ilişki

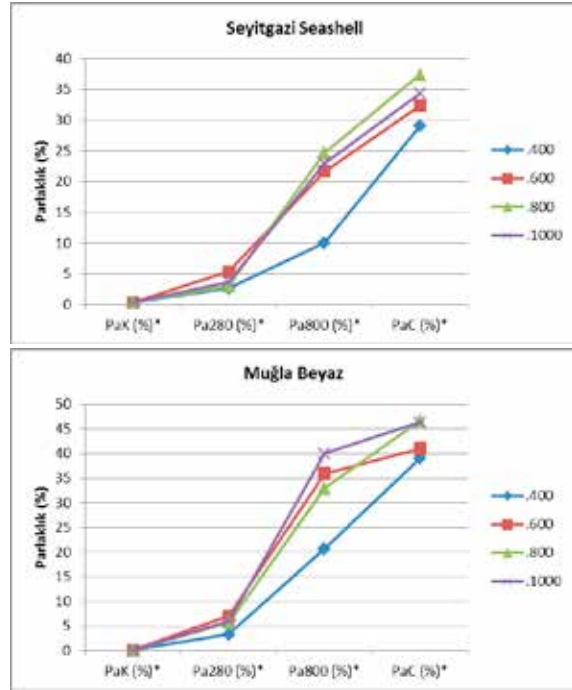
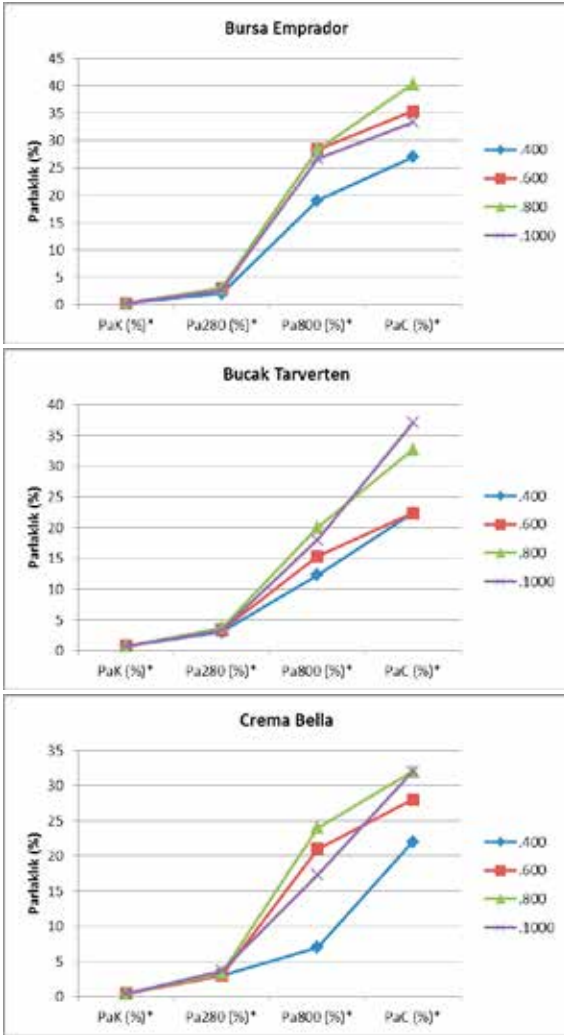
Çizelge 3'de, kalibre, 280, 800 numaralı abrasiv ve cila kafalarından sonra okunan, en

büyük, en küçük ve ortalama parlaklık değerleri verilmiştir. Çizelgedeki veriler ışığında farklı kafa devirleri için abrasiv numarasına göre parlaklık değerlerindeki değişimi gösteren grafikler çizilmiştir (Şekil 10).

Çizelge 3. Parlaklık Ölçüm Sonuçları

Bant hızı 0.5 m/dk	Kafa Devri (dv/dk)	PaK (%)*			Pa280 (%)*			Pa800 (%)*			PaC (%)*		
		Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.
Bursa Emprador	400	0.23	0.18	0.2	2.17	1.72	2	19.4	18.65	19	27.19	26.81	27
	600	0.23	0.18	0.2	3.19	2.72	3	28.6	27.93	28.33	35.62	35.05	35.33
	800	0.23	0.18	0.2	3.28	2.73	3	28.68	28	28.33	40.62	40.05	40.33
	1000	0.23	0.18	0.2	2.95	2.39	2.67	27.07	26.26	26.67	33.6	33.07	33.33
Seyitgazi Seashell	400	0.35	0.28	0.31	2.92	2.45	2.67	10.29	9.68	10	29.1	28.9	29
	600	0.35	0.28	0.31	5.43	5.08	5.33	21.96	21.3	21.67	32.55	32.12	32.33
	800	0.35	0.28	0.31	3.22	2.77	3	24.99	24.33	24.67	37.58	37.09	37.33
Bucak Traverten	1000	0.35	0.28	0.31	3.92	3.55	3.67	23.37	22.7	23	34.56	34.1	34.33
	400	0.77	0.63	0.72	3.15	2.85	3	12.67	12.11	12.33	22.46	22.21	22.33
	600	0.77	0.63	0.72	3.45	3.13	3.33	15.55	15	15.33	22.49	22.18	22.33
Muğla Beyaz	800	0.77	0.63	0.72	3.82	3.49	3.67	20.22	19.63	20	32.87	32.47	32.67
	1000	0.77	0.63	0.72	3.53	3.23	3.33	18.33	17.72	18	37.18	36.82	37
	400	0.12	0.08	0.1	3.46	2.97	3.33	20.98	20.25	20.66	39.21	38.8	39
Crema Bella	600	0.12	0.08	0.1	7.21	6.67	7	36.39	35.53	36	41.36	40.64	41
	800	0.12	0.08	0.1	6.03	5.27	5.67	33.41	32.54	33	47	46.34	46.67
	1000	0.12	0.08	0.1	6.33	5.85	6	40.47	39.59	40	46.73	45.93	46.33
Crema Bella	400	0.37	0.49	0.42	3.14	2.79	3	7.45	6.72	7	22.07	21.93	22
	600	0.37	0.49	0.42	3.07	2.76	3	21.22	20.68	21	28.21	27.79	28
	800	0.37	0.49	0.42	3.54	3.16	3.33	24.28	23.68	24	32.24	31.76	32
	1000	0.37	0.49	0.42	3.91	3.55	3.67	17.65	16.99	17.33	32.18	31.83	32

* PaK: Kalibre işleminden sonraki parlaklık (%); Pa280: 280 numaralı abrasivle aşındırılma sonrası parlaklık (%); Pa800: 800 numaralı abrasivle aşındırılma sonrası parlaklık (%); PaC: Cilalama sonrası parlaklık (µm)



Şekil 10. Abrasiv Numarası ve Parlaklık İlişkisi

Çizelge 3 ve Şekil 10 incelendiğinde tüm örnekler için, beklendiği gibi, abrasivlerin kalından inceye değişimiyle parlaklığın da arttığı görülmektedir. Ayrıca proste 280-320-400-600-800 numaralı abrasivlerin kullanıldığı aşamada (ince silim) parlaklıkta keskin bir artış olduğu izlenmiştir. Buna göre, parlaklığın kazanımı açısından ince silim aşamasının kaba silim aşamasına göre daha verimli olduğu söylenebilir.

Kafa devirlerindeki değişim ve parlaklık arasındaki ilişki incelendiğinde, Bursa Emprador ve Seyitgazi Sheashell örneklerinin 800 dv/dk da, ve Bucak Traverten örneğinin de 1000 dv/dk en yüksek parlaklık değerine ulaştığı görülmektedir. Muğla Beyaz ve Crema Bella örneklerinde en yüksek parlaklık değerlerinin yine 800 dv/dk da okunduğu ancak 1000 dv/dk da okunan değerlerle çok yakın olduğu görülmüştür. Ayrıca tüm örnekler için en düşük parlaklık değeri,

deneyde uygulanan en düşük kafa devri 400 dv/dk da okunmuştur. Buna göre, örnekler için kafa devrinin artmasıyla nihai parlaklık değerinin de artacağı söylenebilir.

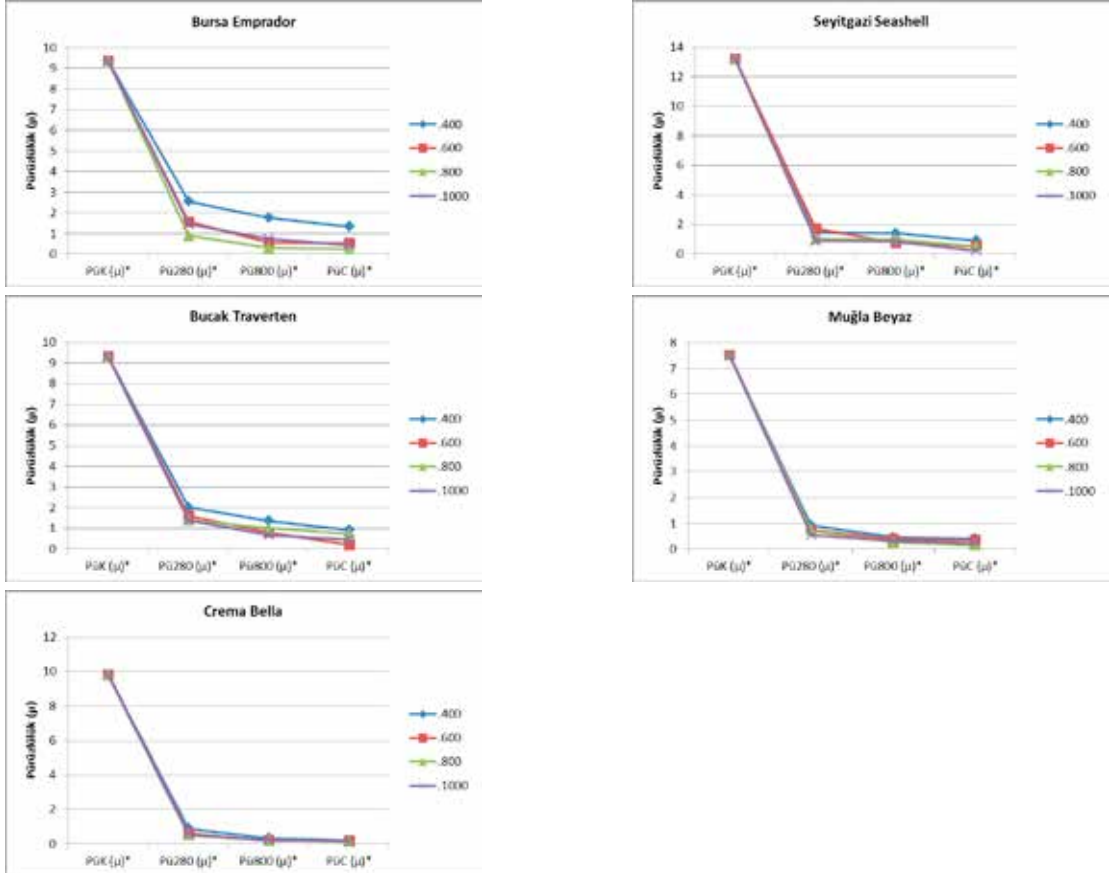
4.3. Abrasiv numarası ve pürüzlülük arasındaki ilişki

Çizelge 4’de, kalibre, 280, 800 numaralı abrasiv ve cila kafalarından sonra okunan, en büyük, en küçük ve ortalama pürüzlülük değerleri verilmiştir. Çizelgedeki veriler ışığında farklı kafa devirleri için abrasiv numarasına göre pürüzlülük değerlerindeki değişimi gösteren grafikler çizilmiştir (Şekil 11).

Çizelge 4. Pürüzlülük Ölçüm Sonuçları

Bant hızı 0.5 m/dk	Kafa Devri (dv/dk)	Pük (µm)*			Pü280 (µm)*			Pü800 (µm)*			PüC (µm)*		
		Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.	Mak.	Min.	Ort.
Bursa Emprador	400	9.64	8.71	9.35	2.73	2.38	2.55	1.77	1.7	1.76	1.39	1.18	1.33
	600	9.64	8.71	9.35	1.62	1.52	1.55	0.68	0.3	0.55	0.78	0.43	0.52
	800	9.64	8.71	9.35	0.91	0.87	0.88	0.34	0.14	0.29	0.4	0.1	0.24
	1000	9.64	8.71	9.35	1.5	1.37	1.43	0.74	0.63	0.72	0.52	0.3	0.43
Seyitgazi Seashell	400	14.98	11.37	13.24	1.59	1.31	1.45	1.44	1.37	1.41	0.95	0.74	0.91
	600	14.98	11.37	13.24	1.78	1.64	1.7	0.84	0.61	0.75	0.66	0.41	0.51
	800	14.98	11.37	13.24	1.12	0.93	1.01	1.05	0.83	1	0.69	0.43	0.52
	1000	14.98	11.37	13.24	0.97	0.81	0.88	0.89	0.74	0.84	0.32	0.01	0.22
Bucak Traverten	400	9.51	9.05	9.32	2.15	1.88	2.01	1.42	1.27	1.36	1.01	0.76	0.92
	600	9.51	9.05	9.32	1.69	1.54	1.6	0.89	0.6	0.8	0.4	0.06	0.2
	800	9.51	9.05	9.32	1.49	1.31	1.39	1.02	0.84	1	0.9	0.6	0.74
	1000	9.51	9.05	9.32	1.46	1.33	1.38	0.75	0.54	0.68	0.61	0.28	0.47
Muğla Beyaz	400	8.09	7.15	7.51	0.95	0.87	0.9	0.49	0.32	0.46	0.54	0.33	0.4
	600	8.09	7.15	7.51	0.77	0.7	0.73	0.42	0.29	0.38	0.43	0.27	0.34
	800	8.09	7.15	7.51	0.75	0.7	0.72	0.29	0.19	0.26	0.22	0.1	0.15
	1000	8.09	7.15	7.51	0.57	0.52	0.54	0.34	0.25	0.32	0.29	0.13	0.22
Crema Bella	400	10.74	8.63	9.83	0.92	0.86	0.88	0.35	0.25	0.33	0.3	0.15	0.21
	600	10.74	8.63	9.83	0.65	0.62	0.63	0.2	0.09	0.18	0.3	0.16	0.21
	800	10.74	8.63	9.83	0.53	0.5	0.51	0.22	0.14	0.2	0.21	0.1	0.15
	1000	10.74	8.63	9.83	0.57	0.53	0.55	0.24	0.17	0.22	0.21	0.08	0.16

* Pük: Kalibre işleminden sonraki pürüzlülük (µm); Pü280: 280 numaralı abrasivle aşındırılma sonrası pürüzlülük (µm); Pü800: 800 numaralı abrasivle aşındırılma sonrası pürüzlülük (µm); PüC: Cilalama sonrası pürüzlülük (µm)



Şekil 11. Abrasiv Numarası ve Pürüzlülük İlişkisi

Çizelge 4 ve Şekil 11 incelendiğinde, tüm örnekler için kullanılan abrasivlerin kalından inceye değişimiyle pürüzlülüğün de azaldığı görülmektedir. Grafikler incelendiğinde pürüzlülükteki en sert düşüşün örneklerin kalibrasyonu aşamasında gerçekleştiği, dolayısıyla pürüzlerin en büyük bölümünün bu aşamada giderildiği söylenebilir.

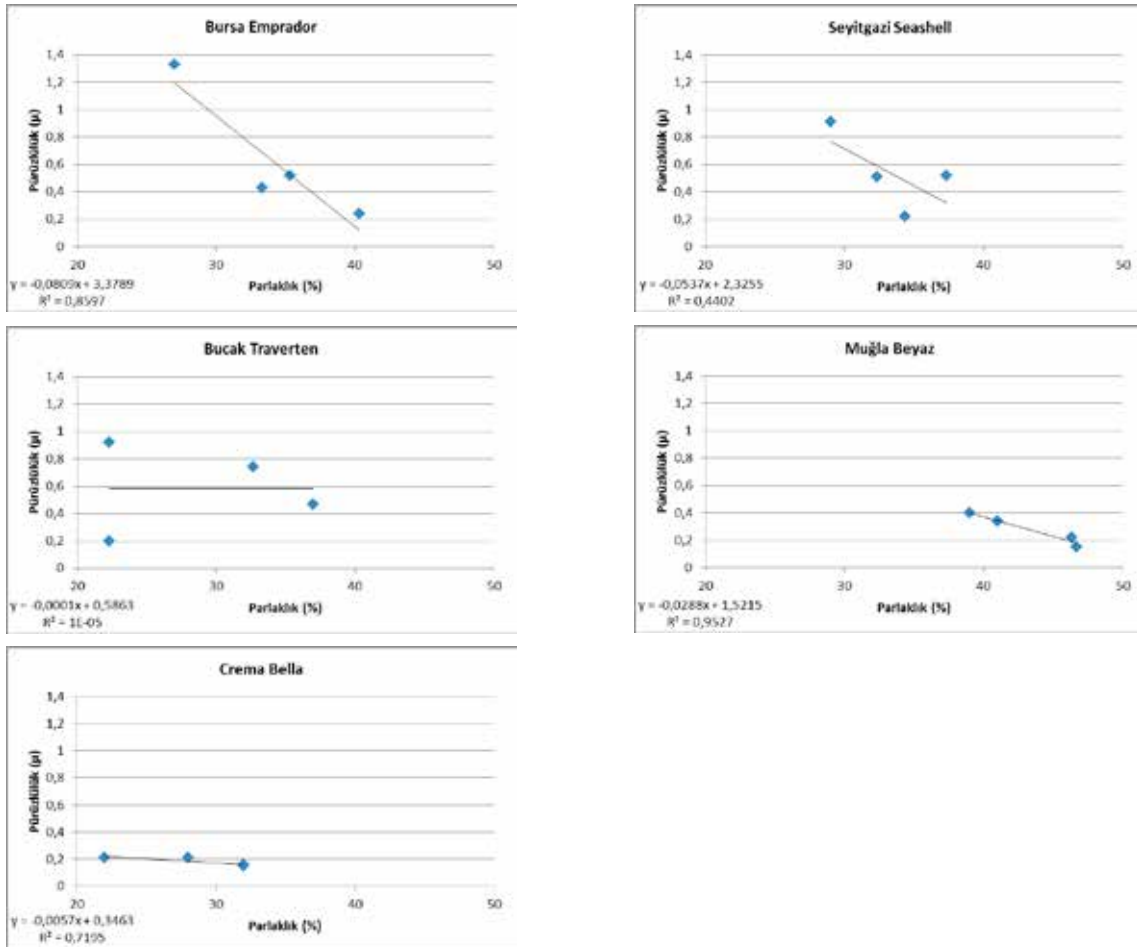
Kafa devri ve pürüzlerdeki değişim incelendiğinde de en düşük pürüzlülük değerinin Bursa Emprador ve Crema Bella örnekleri için 800 dv/dk da, diğer örnekler için ise 1000 dv/dk da elde edildiği görülmektedir. En yüksek pürüzlülük değerlerinin ise tüm örnekler için 400 dv/dk kafa devrinde olduğu görülmüştür. Buna göre, kafa devrinin artmasıyla nihai pürüzlülüğün de düştüğü söylenebilir.

4.4. Parlaklık ve pürüzlülük ilişkisi

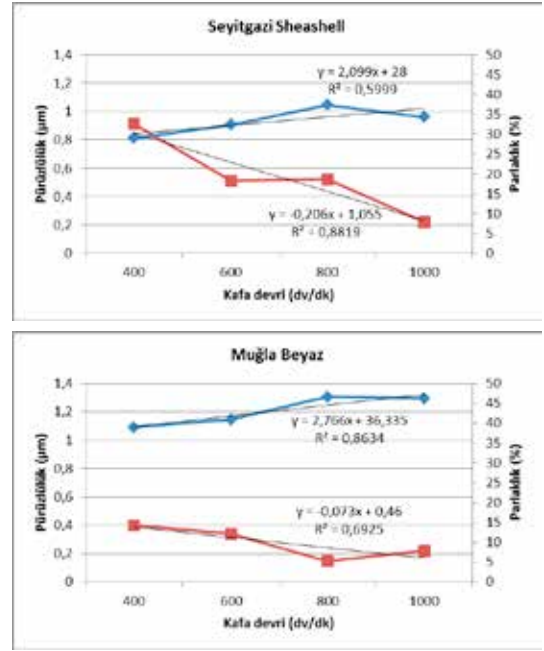
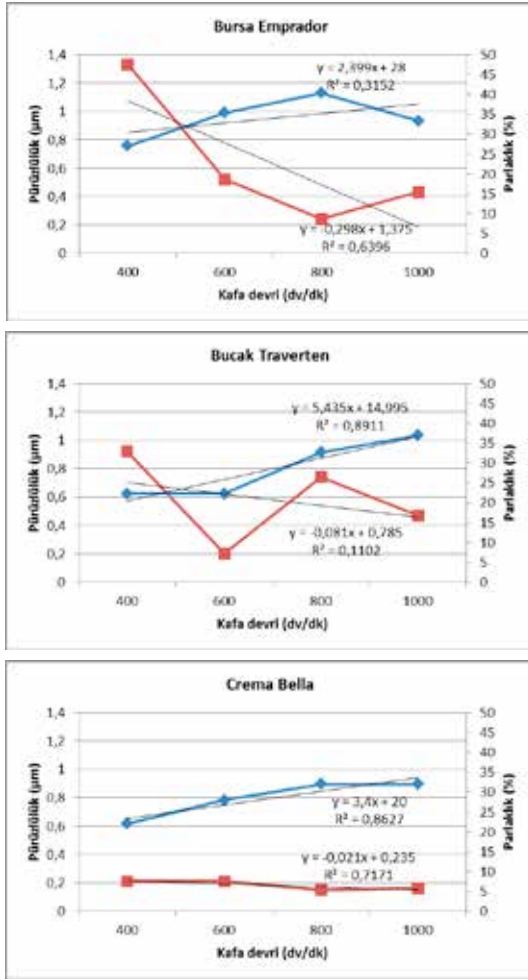
Parlaklık ve pürüzlülük arasındaki ilişkiyi incelemek üzere, farklı kafa devirlerinde okunan verilerin dağılım grafikleri çizilmiş ve basit

doğrusal regresyon analizi yapılmıştır (Şekil 12).

Şekil 12 incelendiğinde, Muğla Beyaz, Bursa Emprador ve Crema Bella numunelerinde, parlaklık ve pürüzlülük arasında güçlü ($R^2 > 0.7$) azalan doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Seyitgazi Sheashell için de aynı ilişkinin varlığı söz konusu olmakla birlikte $R^2 = 0,44$ gibi düşük bir değer hesaplanmıştır. Bucak travertende parlaklık ve pürüzlülük için herhangi bir ilişkiden bahsetmek zordur. Travertenin genel yapısı itibarıyla boşluklu olması, parlaklık ölçümlerinde gölge oluşumundan ve ışığın tam yansıtılmamasından, pürüzlülük ölçümlerinde de bazı bölgelerin pürüzlülük ölçüm cihazının ölçme parametreleri dışında kalmasından dolayı farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmuştur. Bu yüzden genel olarak parlaklık ve pürüzlülüğün ters orantılı değişmesine rağmen arasındaki ilişkinin derecesi belirlenememiştir. Genelleme yapıldığı takdirde, pürüzlü yüzeylerin ışığı geldiği açıyla yansıtılmamasından dolayı daha mat görüldüğü ve parlaklığın pürüzlülüğe göre negatif doğrusal olarak değiştiği söylenebilir.



Şekil 12. Parlaklık ve Pürüzlülük Dağılım Grafikleri



Şekil 13. Kafa Devri, Parlaklık ve Pürüzlülük İlişkisi

4.5. Kafa devri, parlaklık ve pürüzlülük ilişkisi

Kafa devri, parlaklık ve pürüzlülük arasındaki ilişkinin daha net görülebilmesi için, her üç veriyi de kapsayan grafikler çizilmiş ve Şekil 13 de verilmiştir.

Şekil 13'e göre kafa devrinin artırılmasıyla parlaklık değerinin arttığı, pürüzlülük değerinin düştüğü, daha önce de belirtildiği gibi parlaklık ve pürüzlülüğün ters orantılı değiştiği görülmektedir. Kafa devri-parlaklık ilişkisinin $R^2 > 0.8$ ile Bucak Traverten, Muğla Beyaz ve Crema Bella örneklerinde, kafa devri-pürüzlülük ilişkisinin de $R^2 > 0.7$ ile Seyitgazi Sheashell ve Crema Bella örneklerinde yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, daha verimli parlatma işlemi yapılması amacıyla kafa devirlerinin değiştirilmesi düşünüldüğünde, Bucak Traverten, Muğla Beyaz ve Crema Bella örneklerinde daha fazla verim alınacağı, aynı şekilde pürüzlülüğün minimuma indirilmesi hedeflendiğinde de Seyitgazi Sheashell ve Crema Bella örneklerinde daha fazla verim alınacağı söylenebilir.

SONUÇLAR

Sabit basınç, bant hızı ve farklı kafa devirlerinde yapılan aşındırma deneyi sonucu ölçülen parlaklık ve pürüzlülük değerlerine göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Aşındırma işleminde her bir abrasiv, yüzey üzerindeki çizikleri aşındırırken kendi izini bırakır. Dolayısıyla abrasiv numarası arttıkça yüzey pürüzlülüğün azaldığı ve parlaklığın arttığı gözlenmiştir.
- Parlaklıktaki artış oranının en yüksek olduğu abrasivlerin, 280-800 numaralı abrasivler olup daha parlak yüzey elde edilmesi için ince silim işlemine, bir başka ifade ile yüksek numaralı abrasivlere önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir.
- En yüksek parlaklık değerleri, kafa devrinin 800-1000 dv/dk olduğu durumlarda elde edilmiştir. Buna karşın en düşük parlaklık okumaları da 400 dv/dk da yapılan

deneylerde yapılmıştır. Burada, abrasiv kafaların devrinin artırılmasıyla daha yüksek parlaklık elde edilebileceği söylenebilir.

- Pürüzlülükteki en hızlı düşüş, kalibre ve 280 numaralı abrasivlerde elde edilmiştir. Dolayısıyla en fazla aşındırma işinin kafa silim aşamasında yapıldığı görülmektedir.
- En düşük pürüzlülük değerleri, kafa devrinin 800-1000 dv/dk olduğu durumlarda, en yüksek pürüzlülük de kafa devirlerinin 400 dv/dk da olduğu durumlarda ölçülmüş olup abrasiv kafaların devrinin artmasıyla nihai pürüzlülüğün de azaldığı görülmüştür.
- Bursa Emprador, Muğla Beyaz ve Crema Bella numunelerinde parlaklık ve pürüzlülük arasında negatif doğrusal ilişki olduğu belirlenmiş olup değişim katsayısı her üç örnek için de 0,71 den yüksek hesaplanmıştır. Seyitgazi Seashell numunelerinde de aynı ilişkiye rastlanmakla birlikte ilişki düzeyinin düşük olduğu görülmüştür. Bucak Traverten örneğinde ise parlaklık-pürüzlülük ilişkisi saptanamamıştır.
- Seyitgazi Seashell numunelerinde de parlaklık ve pürüzlülük ilişki düzeyi $R^2=0,44$ gibi düşük bir değer elde edilmiştir. Seyitgazi Seashell örnekleri fosilli olup, fosilli bölgeler örneklerin diğer bölgelerine göre daha mat görünmektedir. Bu durumun, parlaklık ve pürüzlülük verilerinin korelasyonunda ilişki düzeyini düşürdüğüne karar verilmiştir.
- Traverten, genel olarak mikro ve makro boşluklu bir yapıya sahip olup yüzeydeki boşlukların bulunduğu bölgeler pürüzlülük ölçüm cihazının ölçme sınırları dışındadır. Bu yüzden ölçümler boşluklar arasındaki düz yüzeyler üzerinde yapılmıştır. Bu nedenle, traverten örneği için, pürüzlülük ve parlaklık ilişkisinin beklenen düzeyde olmamasının sebebi yüzeyde yer alan mikro ve makro boyutlu boşluklardır.
- Tüm örnekler için kafa devrinin artmasıyla parlaklığın da arttığı görülmüştür. Kafa devri-parlaklık ilişkisi Bucak Traverten, Muğla Beyaz ve Crema Bella numunelerinde 0,86 dan büyük olup ilişki düzeyinin yüksek olduğu, Seyitgazi Seashell örneğinde ise orta düzeyde ($R^2=0,60$) olduğu söylenebilir. Bursa Emprador örneğinde ise $R^2=0,33$ gibi düşük değerler hesaplanmıştır. Bu numune, diğerlerine göre nispeten desenli

ve koyu renkli bir yapı arz ettiğinden kafa devri-parlaklık ilişkisini etkilediği sonucuna varılmıştır.

- Kafa devrinin artmasıyla pürüzlülüğün azaldığı, Bucak Traverten örnekleri dışındaki tüm numunelerde gözlenmiştir. Traverten örneklerinin boşluklu olmasının, kafa devri-pürüzlülük ilişkisini de etkilediği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, seçilen mermer numunelerinin parlatılması sürecinde, kaba silim aşamasında pürüzlülüğün hızla düştüğü, ince silim aşamasında da parlaklığın hızla arttığı, parlaklık ve pürüzlülüğün ters orantılı değiştiği, abrasiv kafaların devirlerinin artmasıyla daha pürüzsüz ve parlak yüzeyler elde edildiği görülmüştür.

Katkı belirtme: Bu çalışma AKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 11.ARŞ.MRK.05) tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anon a, 2012, Sektör Raporları-Doğaltaş sektörü, Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü Metal, Maden ve Orman Ürünleri Daire Başkanlığı (www.ibp.gov.tr/pg/sectorpdf/sanayi/Dogal_Taslar-2012.pdf), Ankara, Turkey, 8.
- Erdoğan M., 2000, Measurement of polished rock surface brightness by image analysis method. Engineering Geology, 57, 65–72.
- Ersoy M. & Kose H., 2001. The relationship between easiness to polishing and mechanical properties of marbles, Türkiye III. Mermer Sempozyumu, Afyon, 337–349.
- Görgülü K., Ceylanoğlu A., Durutürk Y.S. & Arpac E., 2008, Investigation of roughness and glossiness of different marble units at the stages of continuous grinding and polishing (in Turkish), Proceedings of 6th Symposium on Marble, June 26-27, 413–422.
- Görgülü K. & Ceylanoğlu A., 2008, Evaluation of continuous grinding tests on some marble and limestone units with silicon carbide and diamond type abrasives. Journal of Materials Processing Technology, 204, 264–268.
- Görgülü K., 1998, Bazı Mermer Birimleri İçin Optimum Aşındırma-Cilalama Koşullarının Araştırılması ve Malzeme Özellikleri İle İlişkilendirilmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Sivas, 178.
- Gürcan S., 2011, Metamorfik kökenli mermerlerin parlatılmasında mineralojik ve petrografik özelliklerin etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü, (Doktora Tezi), 163.

Huang H., Li Y., Shen J. Y., Zhu H. M. & Xu X. P., 2002, Micro-structure detection of a glossy granite surface machined by the grinding process. *Journal of Materials Processing Technology*, 129, 403–407.

Huang H. & Xu X. P., 2004, Interfacial interactions between diamond disk and granite during vertical spindle grinding. *Wear*, 256, 623-632.

Karaca Z., 2008, Effect of Head Pressure and Abrasive Series on Surface Roughness of Marbles, *Surface Modification Technologies XXII*, University West, Sweden, 22-24 Sep., 289-296

Karaca Z., 2012, Relationship between the mechanical properties and the surface roughness of marble. *International Journal of Materials Research* 103(5), 633–637.

Oliveira O. C., Bobrovnichii G. S., Oliveira L. J., Rocha Paranhos R. P., Aigueira R. B. & Marcello F., 2009, Epoxy–quartz based composites for use in polishing crowns of ornamental rocks. *Materials Characterization*, 60, 869–874.

Ozuloğul A. & Erdoğan, M., 1995, Mermerlerde Yüzey Parlaklığını Görüntü Analiz Yöntemi ile Ölçülmesi, *Türkiye 1. Mermer Sempozyumu*, Afyon, 37-44.

Ribeiro R. P. & Paraguassú A. B., 2008, Relationship between technological properties and slab surface roughness of siliceous dimension stones. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 45, 1526–1531.

Sarı D. & Yavuz H. 2001. Quantitative definition of marble gloss. III. *National Marble Symposium*, Afyon, Turkey, 265–275 [in Turkish].

Varol M., 2002, *Laboratuvarda İmal Edilen Silimtaşlarının Mermer Parlaklığı Üzerine Performansının İncelenmesi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), 59.

Wang G., Wang Y. & Xu Z., 2009, Modeling and analysis of the material removal depth for stone polishing. *Journal of Materials Processing Technology*, 209, 2453–2463.

Wright D. N. & Rouse C., 1993, Stone polishing-measurement of surface finish. *Industrial Diamond Review*, 1, 10–13.

Yavuz H., Ozkahrman T. & Demirdag S., 2011, Polishing experiments on surface quality of building stone tiles. *Construction and Building Materials*, 25, 1707–1711.

MERMERLERİN ISIL PERFORMANSI ve BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Thermal Performance of Marbles and Investigation of Effects to Energy Saving in Buildings

Lütfullah GÜNDÜZ*
Nükhet ŞAPCI**
Mehmet KARCI***

ÖZET

İnşaat sektöründe ısısal konfor - ısı yalıtım hesaplamaları ve değerlendirmeleri, günümüzde enerji verimliliği bağlamında önemli bir gündemi oluşturmaktadır. Bina uygulamalarında ısı yalıtımını sağlayan başlıca faktör, kullanılan yapı malzemesi ve malzemenin ısısal özellikleridir. Son yıllarda inşaat sektöründeki uygulamalarda doğal kayaç malzeme kullanılımasının yaygınlaşması sebebiyle, mermer türevi plakalarının yapı ve kaplama taşı olarak kullanımı giderek artmaktadır. Bu makalede, farklı mermer türlerine ait levha ve plakaların, ısı iletkenlik ve özgül ısı kapasite değerleri deneysel analizlerle belirlenmiş olup, ısısal konfor parametreleri üzerine yapılmış detay irdeleme bulguları verilmiştir. Ayrıca, mermerlerin ısısal konfor parametreleri ile ısı yalıtım özelliği arasındaki ilişkiler detaylı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Isıl İletkenlik, Özgül Isı, Isısal Konfor, Isı Depolama.

ABSTRACT

Calculations of thermal comfort and thermal insulation and evaluations in civil engineering sector are currently very important subject based on energy savings. The basic important factor for heat insulation in buildings is the construction materials used and their thermal properties. Increasing utilization of natural rock materials in civil structuring applications is making marble materials a very popular tile material as a construction and facing stone. In this paper, thermal conductivity and specific heat values of different marble types were described in experimental analyses and the detailed research findings on the thermal comfort parameters for the marble types were presented. Furthermore, the relationship between the thermal comfort parameters and the heat insulation properties of the marble types were discussed in detail.

Keywords: Marble, Thermal Conductivity, Specific Heat, Thermal Comfort, Heat Storage.

* Katip Çelebi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İZMİR, lutfullah.gunduz@ikc.edu.tr

** Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araş. ve Uygulama Merkezi, ISPARTA

*** Maden Yüksek Mühendisi, Mineromadencilik Ltd. Şti., NEVŞEHİR

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve dünyada giderek hızla artan iklim değişikliği süreci, tüm dünyanın en öncelikli konuları arasında yer almaktadır. Kyoto Sözleşmesi ile başlatılan ve dünyadaki sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik olarak alınması gereken tedbir ve önlem paketlerini ihtiva eden bir dizi uygulamalar dünyanın birçok ülkesinde ağırlıklı olarak sürdürülmektedir.

Bu bağlamda, 2002 yılında Avrupa Birliği Konsey Direktifleri doğrultusunda, ülkemizde 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu"nu 02.05.2007 tarihinde yürürlüğe sokulmuş ve hemen akabinde 02.12.2008 tarihinde "Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği" yayınlanarak, ülkemizde inşaat sektöründe enerji verimliliği ve uygulama prensipleri kısmen belirlenmeye çalışılmıştır. 01 Ocak 2011 tarihinden itibaren ülkemizde binalarda enerji kimlik belgesi alma zorunluluğu getirilmiş ve konuya ilişkin "Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği" uygulamaya girmiş olup, bu yönetmelik kapsamında binaların ısı performans hesaplamalarının yapılmasında ulusal yazılım programı olan BEP-TR program süreci uygulanmaya başlanmıştır. Ancak, günümüzde gerek kaplama gerekse döşeme elemanı olarak bina uygulamalarında farklı amaçlarla yaygın olarak kullanılan mermerlerin, binanın enerji verimliliğine olan katma değerleri çok irdelenmiş bir konu değildir. Konu üzerine detaylı inceleme bulgularına da yeterince rastlanılamamaktadır. Ayrıca, mermerlerin bu gibi hesap ve irdemelerin yapılmasında bilinmesi gerekli ısı performans parametre değerleri de çok araştırılmış bir konu olarak da görülmemektedir.

Bu makalede, farklı orijindeki mermer türevleri üzerine Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında yapılan bir dizi deneysel analiz verilerine dayanarak elde edilen ısı özellikleri (ısı iletkenlik değeri, özgül ısı kapasiteleri, ısı depolama yetenekleri ve ısı nüfuz performansı vb. parametreleri) detaylı olarak tartışılacak olup, mermer türevinin bir binada kaplama amaçlı olarak kullanımında birbirlerine göre enerji verimlilik değerlendirmeleri de irdelenmektedir. Bu makalede tartışılacak verilerin, günümüzde sıklıkla sorulan ve her bir malzeme türü için bilinmesi giderek çok önemsenen ısı performans karakteristikleri bağlamında inşaat sektöründe mermer kullanımlarının irdelenmesine ışık tutmak amaçlanmıştır.

2. ISIL PERFORMANS VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Dünya üzerindeki birincil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi üzerine gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tüm ülkeler enerji ihtiyaçlarını kontrol altına alma ve enerjiyi etkin kullanma yöntemleri geliştirmişlerdir. Ülkemizde de, başta sanayi ve konut sektörlerinde olmak üzere, enerji tüketimleri her geçen yıl artmaktadır. Konutlarda kullanılan enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutma amaçlı olarak tüketilmektedir. Söz konusu bu enerjinin etkin kullanılması, ısı yalıtımı ile sağlanabilir. Bina zarfı, binanın iç ortamını dış ortamdandan ayıran yapı elemanlarını kapsamakta olup, duvarlar, pencereler, kapılar, döşeme, tavan ve çatılardan oluşmaktadır. Sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulması, yakıt tüketimlerini azaltarak, kullanıcının düşük yakıt masrafları ile sistemini işletmesinin ve dolayısıyla hava kirliliğinin azaltılmasının sağlanması, binanın iç ve dış etkenlerden korunarak ömrünün uzatılması amacıyla, yapı bileşenleri üzerinden, farklı sıcaklıktaki iki ortam (dış hava-yaşanan mahaller) arasındaki ısı geçişini azaltmak için yapılan işlemlere "ısı yalıtımı" denilmektedir (Gündüz 2005). Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Bunun için özellikle konut ve bina sektöründe, yapının enerji verimliliğinin sağlanması, o yapıda kullanılacak malzemelerin ısı özelliklerinin kuşkusuz yüksek performans göstermesine bağlı olacaktır.

Isı, farklı sıcaklıklara sahip ortamlarda daima sıcaktan soğuğa doğru geçerek bir denge oluşturma eğilimindedir. Yapı elemanlarını meydana getiren malzemeler, söz konusu ısı geçişine, ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağlı olarak bir direnç gösterirler. Isı yalıtımı sağlayan malzemelerin en önemli özelliği "ısı iletkenlik katsayısı" olup, genellikle " λ " sembolü ile gösterilmekte ve "kcal/mh°C" veya "W/mK" biriminde ifade edilmektedir. Bu değer, ne kadar küçük ise o malzemenin ısı yalıtımına katkısı o derece yüksek olduğunun bir ifadesidir (Gündüz 2005).

Isıl enerji, cisimlere değişik türde etkiler yapmaktadır. Bu etki sonucu, iç yapılarda ve mekanik özelliklerde oluşan değişimler gözlenmektedir. Bu bakımdan, malzeme yapısı ile ilgili olarak malzemenin özgül ısı, ısı genleşme, ısı iletkenlik değerleri önemli parametreleri oluşturmaktadır (Gündüz 2005).

Bir mekânın ısı etkilerinden korunması, mekânı çevreleyen yapı bileşenlerinin ısı depolama niteliğine bağlıdır. Yapı bileşenlerinin ısı depolama yeteneği, ısı geçirgenlik direnci (1/) ile belirlenmektedir. Bu direnç, kullanılan malzemelerin cinsine, kalınlığına ve ısı iletkenlik katsayısına bağlı olarak değişmektedir. Katı malzemelerin ısı iletkenliği; gözeneklilik derecesine, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım durumuna ve bünyesinde tuttuğu nem miktarına bağlıdır. Gözenekler içinde bulunan durgun havanın ısı iletkenlik değeri düşük olmaktadır. Ayrıca, gözenek miktarı arttıkça malzemenin birim hacim ağırlık değeri de azalmaktadır. Bu olgu, malzemenin ısı iletkenlik değerinin düşmesine neden olmaktadır. Düzenli dağılmış çok küçük hava gözenekleri olan bir yapı malzemesinin ısı iletkenliği düzensiz dağılmış büyük gözenekli bir malzemeye göre daha azdır. Malzemeyi meydana getiren maddelerin ısı iletkenliği, cinsine (anorganik, doğal-organik ve suni-organik) ve yapısına bağlıdır (Gündüz vd. 2001).

3. MERMERLERİN ISIL PERFORMANS KARAKTERSİTİKLERİ – TEKNİK ANALİZ

Binalarda ısı kayıplarının büyük bir çoğunluğu duvar elemanlarında oluşmaktadır (Butera, 1998, Ekinci 2010). Bu nedenle, duvar eleman-

larını oluşturan malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları ve uygulamada kullanılan kesit kalınlığına bağlı olarak hesaplanan ısı kayıpları, TS 825 standardında öngörülen sınır değerleri sağlamaması durumunda, duvarın bir ısı yalıtım malzemesi ile kaplanması gerekliliğini de gündeme getirmektedir.

Günümüzde farklı orijin ve karakteristik yapıya sahip birden fazla mermer plakalar, binalarda dış cephelerde kaplama ve/veya dekoratif levhalar olarak kullanılmaları görülmektedir. Binanın ısı konforu ve ısı kayıpları incelenirken, dış bölme duvarı oluşturan tüm elemanların öncelikle ısısal konfor parametreleri ayrıntılı olarak bilinmesi bir zorunluluk olmaktadır. Ancak, günümüzde binalarda kaplama taşı amaçlı olarak kullanılan mermer **ürünleri için** bu tarz teknik bilgilere yeterince rastlanılmamaktadır. Bu amaçla, Türkiye'nin farklı bölgelerinde yer alan mermer oluşumlarının **ısısal konfor** karakteristikliklerini belirlemek amacıyla, başlıca 4 ayrı tür mermer grubu üzerinde deneysel bir çalışma programı yürütülmüştür. Bu mermer grupları:

- Traverten grubu mermerler,
- Bej mermer grubu,
- Kristalize beyaz mermer grubu,
- Sert taş grubu mermerler.

Çizelge 1. Mermerlerin Sektörel Rumuzları ve Bazı Teknik Özellikleri.

Mermer	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kg/m ³)	Gözeneklilik (%)	Atmosfer Basıncı Altında Kütlece Su Emme, (%)
Afyon Traverten	2448	4,98	2,14
Krem Traverten	2473	2,17	1,19
Sarı Traverten	2396	6,47	1,33
Kırmızı Traverten	2494	2,08	1,07
Burdur Bej	2682	0,47	0,194
Yeşil Bej	2658	1,23	0,386
Sivrihisar Bej	2678	0,53	0,183
Amasya Bej	2684	0,19	0,192
Uşak Beyazı	2714	0,197	0,04
Afyon Beyazı	2724	0,186	0,09
Milas Leylak	2735	0,181	0,188
Kaplan Postu	2703	0,485	0,194
Bergama Granit	2258	0,114	0,332
Afrika Kırmızı	2817	0,102	0,241
Baltık Yeşili	2677	0,107	0,124
Ankara Andezit	2236	9,34	6,537
Diyarbakır Bazalt	2280	4,42	4,107
Limra Taşı	2140	13,64	5,45
Limra Taşı (Silisli)	2358	8,13	3,24

Bu mermer gruplarının her biri için genel mermer oluşumlarını temsil edebilmesi amacıyla, farklı renk, desen ve doku çeşitliliği gösteren alternatif plaka örnekler hazırlanmış olup, deneysel çalışmalar bu örnekler üzerinde yürütülmüştür. Analizlerde kullanılan mermerlerin sektörel rumuzları ve belirlenen teknik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1’de görüldüğü gibi, ayrıca yapısal özelliğinin farklılık arz etmesi sebebiyle limra taşının iki ayrı oluşumuna ait ısı performans özellikleri de bu çalışmada irdelenmiştir.

Günümüzde mermer plaka kaplama taşı olarak değerlendirilebilen ancak yapısal özellikleri farklı mermer türleri için ısı performans karakteristiklerine yönelik kayacın ısı iletkenlik hesap değeri, λ_{hesap} TS 825 standardı Ek E maddesinde çizelge şeklinde ve EN ISO 10456:2007 standartlarında da benzer değerler olarak öngörülmüştür. Bu değerler, kayacın birim hacim kütle değerine bağımlı olarak Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Mermerlerin Isıl İletkenlik Hesap Değeri.

Doğal Kayaç	Birim Hacim Kütle (kg/m ³)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_{hesap} (W/mK)
Tortul, sedimanter taşlar (kum, taşı, traverten, konglomeralar v.b)	2600	2,3
Gözenekli püskürük taşlar	<1600	0,55
Granit	2500 - 2700	2,8
Bazalt	2700 - 3000	3,5
Mermer	2800	3,5

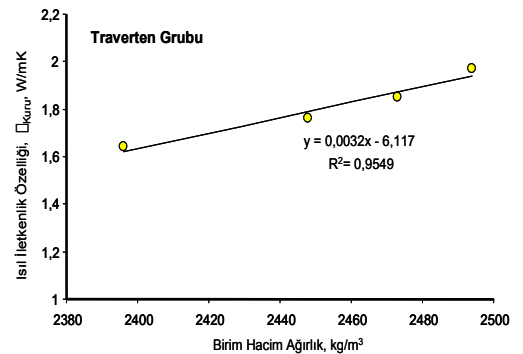
Çizelge 2’de verilen değerler, burada belirtilen malzeme türleri için birer tasarım değeri olup, eğer malzemeye ait herhangi bir deneysel verinin bulunmadığı durumda, ısı konfor hesaplarında malzemenin türü ve birim ağırlığına göre ortalama olarak kullanılacak verileri temsil etmektedir. Ancak bu değerler, yapılan teknik analizlerde mermer türü kayaçlarda yapısal ve fiziksel özelliklerine göre farklı değerleri de gösterebilmektedir. Bir diğer ısı performans karakteristik parametre ise malzemenin özgül ısı kapasite (C) değeridir. Bu parametre, “kcal/kg°C” veya “J/kgK” biriminde tanımlanmakta olup, farklı mermer türleri için özgül ısı kapasite değerleri, EN ISO 10456:2007 standartlarında 0,24 kcal/kg°C veya 1000 J/kgK olarak öngörülmüştür. Tasarım ısı iletkenlik değerine benzer şekilde, yapılan

teknik analizlerde mermer türü kayaçlarda yapısal ve fiziksel özelliklerine göre farklı değerleri de gösterebilmektedir.

Mermer örneklerinin ısı iletkenlik ve özgül ısı kapasite değerleri, deneysel olarak Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında ilgili TS EN standartlarında öngörülen prensiplere göre (TS EN ISO 8990, ISO 6946) plaka örnekler üzerinde analiz edilmiş olup, elde edilen parametrik bulgular Çizelge 3’de verilmiştir.

Bu çizelgeden de görüleceği üzere, yapılan analiz bulgularına göre mermerlerin ısı iletkenlik değerleri, yapısal karakteristikleri bağlamında farklı değerler göstermektedir. Limra taşı oluşumları gibi gözenekliği yüksek ve birim hacim ağırlığı diğer türlere göre çok daha düşük olan, doğal taş kaplama malzemelerin ısı iletkenlik değerleri düşük değerlere sahiptir. Örneğin, traverten türü doğal kayaç plaka örneklerine göre ısı iletkenlik değerinin %35 daha düşük olduğu görülebilmektedir. Bir diğer genel olgu ise, kayaç yumuşak karakteristik yapıdan daha sert bir kayaç yapısına dönüştüğünde de ısı iletkenlik değerinin arttığı görülmektedir. Bu durum, o malzemenin ısı konfor hesaplamalarında performans değerinin daha kısmen düşük olabileceği anlamını da taşımaktadır.

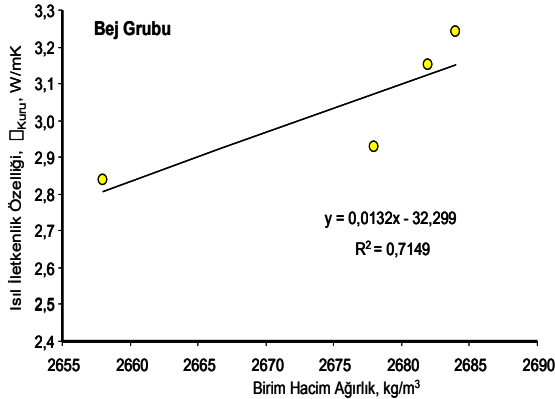
Literatürde doğal malzemeler için tanımlanan genel değerlendirmeler irdelendiğinde görülmektedir ki, bir malzemenin ısı iletkenlik değeri, malzemenin birim ağırlığının fonksiyonu olarak dönüşmektedir (Butera, 1998, Ekinci, 2010, Gündüz 2005). Malzemenin birim hacim ağırlığı düştükçe, ısı iletkenlik değeri de genel olarak düşmektedir. Bu bağlamda, analizi yapılan mermer örneklerin gruplandırılmaları altında birim ağırlıklarına karşılık elde edilen ısı iletkenlik değerleri grafiksel olarak irdelenmiş olup, bulgular Şekil 1 – Şekil 4’de verilmiştir.



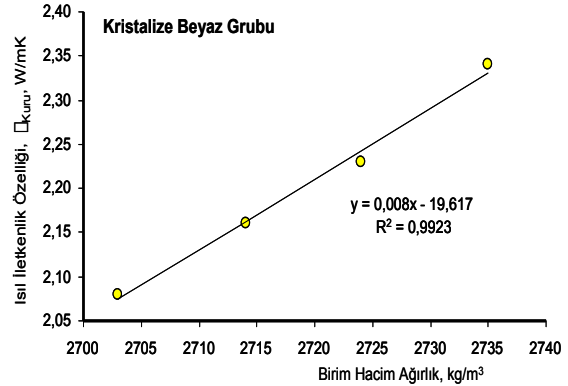
Şekil 1. Birim Hacim Ağırlık – Isı İletkenlik İlişkisi (Traverten Grubu Mermerler).

Çizelge 3. Mermer Örneklerinin Isıl Performans Özellikleri.

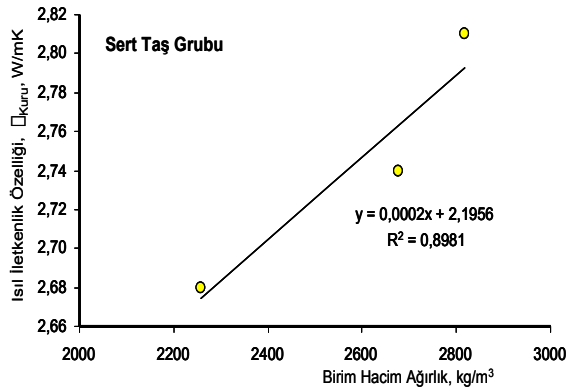
Mermer	Isı İletkenlik Değeri λ_{kuru} (W/mK)	Özgül Isı Kapasitesi C (kcal/kg°C)	Özgül Isı Kapasitesi C (J/kgK)	Isı Depolama Yeteneği DT=1°C (kcal/m ²)	Isı Nüfuz Potansiyeli (kcal/m ² h ^{1/2} /2°C)
Afyon Traverten	1,76	0,213	893	7,82	28,09
Krem Traverten	1,85	0,224	938	8,31	29,69
Sarılı Traverten	1,64	0,209	874	7,51	26,58
Kırmızı Traverten	1,97	0,221	986	8,27	30,56
Burdur Bej	3,15	0,248	1037	9,98	42,45
Yeşil Bej	2,84	0,235	983	9,37	39,06
Sivrihisar Bej	2,93	0,244	1022	9,80	40,58
Amasya Bej	3,24	0,254	1064	10,23	43,58
Uşak Beyazı	2,16	0,218	914	8,88	33,15
Afyon Beyazı	2,23	0,223	933	9,11	34,13
Milas Leylak	2,34	0,228	955	9,35	35,42
Kaplan Postu	2,08	0,216	904	8,76	32,32
Bergama Granit	2,68	0,248	1036	8,40	35,93
Afrika Kırmızı	2,81	0,256	1071	10,82	41,75
Baltık Yeşili	2,74	0,249	1044	9,99	39,63
Ankara Andezit	1,94	0,233	973	7,81	29,48
Diyarbakır Bazalt	1,27	0,222	928	7,59	23,49
Limra Taşı	1,27	0,179	749	5,75	20,45
Limra Taşı (Silisli)	1,43	0,208	869	7,36	24,56



Şekil 2. Birim Hacim Ağırlık – Isı İletkenlik İlişkisi (Bej Grubu Mermerler).



Şekil 3. Birim Hacim Ağırlık – Isı İletkenlik İlişkisi (Kristalize Beyaz Grubu Mermerler).



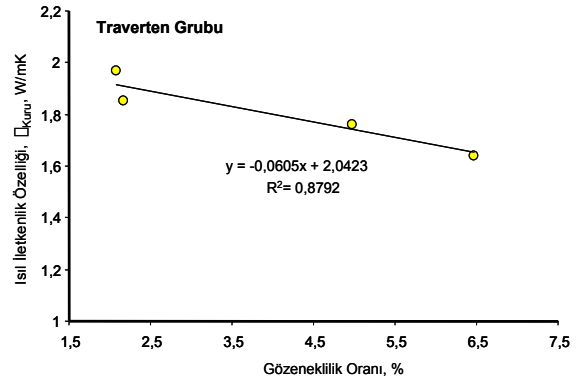
Şekil 4. Birim Hacim Ağırlık – Isı İletkenlik İlişkisi (Sert Taş Grubu Mermerler).

Şekil 1 – Şekil 4’de görüldüğü gibi tüm mermer gruplarında kayacın birim hacim ağırlığı ile ısı iletkenlik değeri arasında lineer artış eğilimi gösteren bir eğilim bulunmaktadır. Kayaç yoğunlaştıkça, ısı iletkenlik değeri de artmaktadır. Bu değer traverten grubu mermerlerde 1,64 – 1,97 W/mK aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiş olup, malzemenin yapısal özelliğine bağlı olmak koşulu ile ortalama %12 gibi bir değer değişimi göstermektedir. Ayrıca traverten grubu mermer türleri için TS 825’de öngörülen 2,3 W/mK’lık tasarım ısı iletkenlik değerinden daha düşük değerlerde olabildiği de görülmektedir. Benzer olgu diğer mermer türevlerinde de görülmekle birlikte, bej grubu mermerlerde ısı iletkenlik değeri 2,84 – 3,24 W/mK aralığında değişim göstermekte olup, %14 gibi ısı iletkenlik marjinal değişim görülmektedir. Kristalize beyaz grubu mermerlerde ise bu eğilim, 2,08 – 2,34 W/mK aralığında olduğu görülmüş olup, %12,5 gibi bir marjinal değişim gözlenmiştir. Ancak, sert taş grubu mermerlerde yapısal oluşum ve fiziko-kimyasal özelliklerinin bir fonksiyonu olarak diğer mermer türlerinden kısmı de olsa bir farklılık olduğu gözlenmiştir.

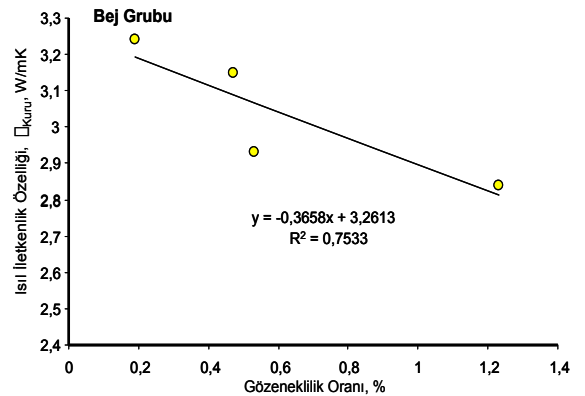
Granit oluşumu olarak test edilen örneklerde ısı iletkenlik değeri 2,68 – 2,81 W/mK aralığında değişim gösterirken (hemen hemen bej grubu mermerlere yakın değerlerde), andezit taşı oluşumunda bu değer 1,94 W/mK ve test edilen bazalt kayacında da ısı iletkenlik değeri 1,27 W/mK olarak belirlenmiştir. Bu grupta yer alan kayaların birim ağırlıkları ve jeolojik orijinleri benzer özellikler göstermesine rağmen, ısı iletkenlik değerlerindeki bu değişimin nedeni, kayacın gözeneklilik olgusu ve atmosfer basıncı altında kütlece su emme değerlerindeki bariz farklılığın bir fonksiyonu olarak yorumlanabilmektedir. Kayaç örneklerinin ısı iletkenlik değerlerinin taşıdığı anlama bağlı olarak bir sıralama yapmak gerekir

ise, ısı konfor hesaplamalarında mermer türleri arasında en performanslı malzemenin limra taşı oluşumları gelebileceği, bunu takiben de sırasıyla traverten grubu mermerler, kristalize beyaz grubu mermerler ve bej-sert taş grubu (granit) mermerler olarak sıralanabilmektedir. Ancak bu irdelemede bazalt ve andezit türevi kayalar farklı bir eğilim de gösterebilecektir.

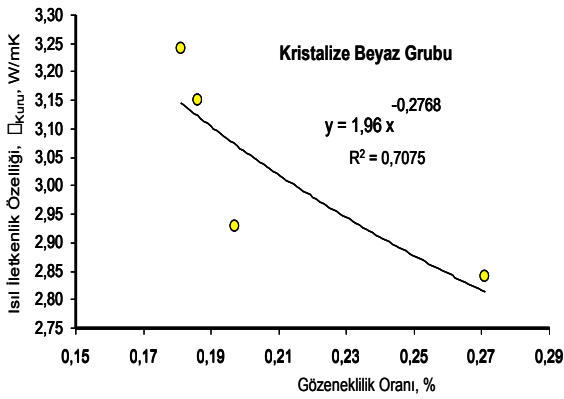
Mermerlerin gözeneklilik olgusu, kayacın ısı iletkenlik değerini doğrudan etkileyen bir faktör olabilmektedir. Kayacın gözeneklilik oranı arttıkça malzemenin ısı iletkenlik değerinin de düştüğü genel bir olgu olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan analizlerde tüm mermer grupları için gözeneklilik oran değişimlerine bağlı olarak ısı iletkenlik değerleri grafiksel olarak irdelenmiştir (Şekil 5 – Şekil 8).



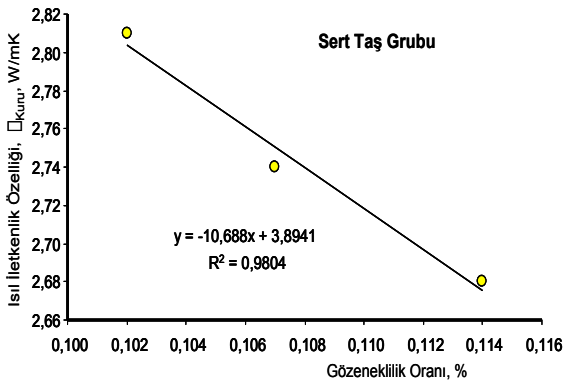
Şekil 5. Gözeneklilik Oranı – Isı İletkenlik İlişkisi (Traverten Grubu Mermerler).



Şekil 6. Gözeneklilik Oranı – Isı İletkenlik İlişkisi (Bej Grubu Mermerler).



Şekil 7. Gözeneklilik Oranı – Isıl İletkenlik İlişkisi (Kristalize Beyaz Grubu Mermerler).



Şekil 8. Gözeneklilik Oranı – Isıl İletkenlik İlişkisi (Sert Taş Grubu Mermerler).

Şekil 5 - Şekil 8 irdelendiğinde görüleceği gibi, mermerin gözeneklilik oranı ile ısı iletkenlik özelliği arasında lineer ölçekte bir eğilim söz konusudur. Traverten, bej ve sert taş grubu mermerlerde bu eğilim, doğrusal kabul edilebilecek lineer bir karakteristik gösterir iken, kristalize beyaz grubu mermerlerde ise üstel bir fonksiyon şeklinde karakteristik olgu gözlenmektedir. Mermerin bünyesinde gözeneklilik olgusu arttığında, yukarıda da belirtildiği üzere ısı iletkenlik değerinde bir düşüş görülmektedir. Örneğin, traverten grubu mermerlerde gözeneklilik oranı 3 kat artarken ısı iletkenlik değerinde buna karşın %20 oranında bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Diğer bir değişle, ısı konfor özelliği yüksek performans sergilemesi beklenen bir mermer kaplama malzeme, gözeneklilik olgunun da yüksek olması arzu edilmektedir. Ancak, sektörel uygulamalarda çoğunlukla yüksek gözeneklilik gösteren mermer türleri, alternatif uygulamalarla dolgu yapılmaktadır. Bu dolgu uygulamaları, doğal olarak o malzemenin ısı performans özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilecektir.

Kayaçların ısı performans irdelemesinde önem-

senen bir diğer parametre, özgül ısı kapasite değeridir. Bu parametre, bir malzemenin bünyesinde ısı depolama ve ısıyı bünyesinden iletme olgularının teknik irdelemesinde ağırlıklı olarak kullanılan bir faktördür. Bir cismin birim sıcaklığını 1oC arttırmak için gerekli ısı enerjisi ısı kapasite veya ısınma ısısı denilmektedir. Isıl kapasitenin, suyun ısı kapasitesine oranlanmış bağıl değeri kcal/groC olarak tanımlanır (Gündüz, 2005). EN ISO 10456:2007 standartlarında mermer-doğal kayaç türleri için özgül ısı kapasite (c) değerleri kayacın orijini ve yapısal özelliğinden bağımsız olarak tüm türler için tasarım değeri bağlamında 1000 J/kgK olarak öngörülmüştür. Ancak, mermer örneklerinin özgül ısı kapasite özellikleri üzerine deneysel olarak yapılan analiz bulguları, kayacın yapısal özelliğine göre özgül ısı kapasite değerlerinde minimal ölçeklerde de olsa farklılıklar olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Mermerlerin özgül ısı kapasite değerleri traverten grubu mermerler için 874 – 986 J/kgK (0,209 – 0,221 kcal/kgC) aralığında değişim gösterir iken bej grubu mermerlerde ise 983 – 1064 J/kgK (0,235 – 0,254 kcal/kgC), kristalize beyaz mermer grubunda ise 904 – 955 J/kgK (0,216 – 0,228 kcal/kgC) ve sert taş grubunda da 928 – 1071 J/kgK (0,222 – 0,256 kcal/kgC) aralığında değişim gösterdiği görülmektedir. Limra taşı oluşumlarında da kayacın özgül ısı kapasite değerleri diğer mermer türlerine göre ortalama %22 oranlarında daha düşük değer göstermekte olup, 749 – 869 J/kgK (0,179 – 0,208 kcal/kgC) aralığında değişim göstermektedir.

Bütün yapı malzemeleri ısı depolama özelliğine sahip olup ısınma sırasında ısıyı depo etmektedir. Bir yapı bileşeninin özgül ısısına, yoğunluğuna, kalınlığına ve maruz kaldığı sıcaklık farkına bağlıdır. Isı depolama özelliği, ısı atalet değeri ile temsil edilir. Kesintisiz ve devamlı ısıtılan yapı elemanlarında ise ısı depolama niteliğinin enerji tasarrufu açısından pratik bir önemi kalmamaktadır. Ancak yapı dış kabuğunun ısı ataletinin yeterli olması (uygun salınım frenlemesi ve uygun faz gecikmesi) dış ısı değişmelerinin yapı dış kabuğu tarafından dengelenebilmesi bakımından, yapının iç elemanlarının ise asgari bir ısı depolama yeteneğinde olması iç ortamdaki ani ısı değişmelerinin dengelenebilmesi bakımından arzu edilir (Borhan B. 1992-a, 1992-b), (-Gündüz, 2005).

Yaz aylarında ise güneş ışınımına maruz yapı kabuğunda yaklaşık 70-80°C sıcaklıklar bazı zamanlarda ölçülebilir. Bu nedenle, dış kabuğu meydana getiren taş, beton, tuğla ve doğal ka-

yağ malzemeler gibi yapı malzemesinin yüksek ısı depolama özelliğinde düşük ısı ataletine sahip olması önemli bir sakınca teşkil etmektedir. Dış kabukta gündüz depolanan ısı, bu malzemelerin ısı iletken olmaları sonucu depolanan ısıyı muhafaza edememeleri nedeniyle gece yapıyı hızla ısıtmaktadır (Borhan B. 1992-a), (Incorpera & Dewitt, 1990), (Gündüz, 2005).

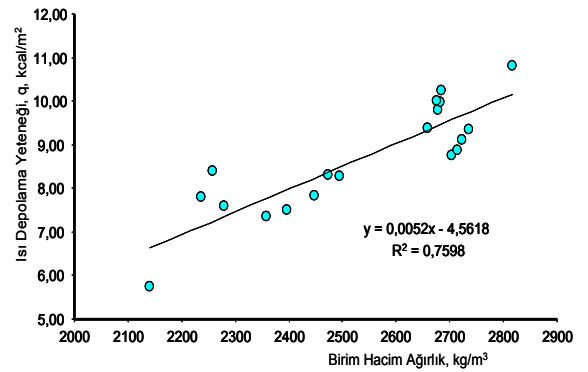
Isı ataletleri yüksek bileşenlerden oluşan yapılar da, kış aylarında iç mekanların havalandırılması veya ısıtma sisteminin durdurulması hallerinde kısa sürede soğumaz, yaz aylarında yapının ısınması süratli olur. Yapılar ısı etkilerine karşı davranışları açısından incelenirken ısı iletkenliği ve ısı ataleti özellikleri birlikte düşünülmelidir (Borhan B. 1992-a), Gündüz, 2005).

Dış kabukta yazın depolanan güneş enerjisi, gece iç ve dış ortama geri dönerken (iç ve dış ortam sıcaklıklarının eşit olması nedeniyle), kışın dış kabukta depolanan ısıtma ısı dış ortam sıcaklığının genellikle iç ortam sıcaklığından düşük olması, ayrıca duvar sıcaklığının genellikle iç ortam sıcaklığından düşük olması sonucu iç ortama dönmeyip dış ortama kaçmaktadır. Bu açıdan bakıldığında yapı dış kabuğunun yüksek ısı depolama özelliğinde olması enerji israfına neden olmaktadır. Bu olumsuzluğun giderilmesi ancak, yüksek ısı depolama özelliğine sahip tek tabaka duvarların soğuk yüzeylerine yalıtım tabakası uygulaması ile olabilmektedir. Ancak bu durumda da dış kabuğun kışın güneş ışınması ile pasif enerjiden istifade imkânı ortadan kalkmaktadır (Borhan B. 1992-a), (Incorpera & Dewitt, 1990), (Gündüz, 2005).

Yaz aylarında özellikle suni iklimlendirme yapılmayan yapılar da iç ortam şartları tamamıyla dış kabuğun fiziki özelliklerine bağlı kalmaktadır. Bu bakımdan dış kabuğu oluşturan yapı malzemesinin ısı ataleti iç ortam konfor şartlarını belirleyen önemli bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır (Borhan B. 1992-a), (Gündüz, 2005). Mermer örneklerinin 1,5 cm kalınlık ve 1°C ortam sıcaklık farkı için hesaplanmış ısı depolama değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

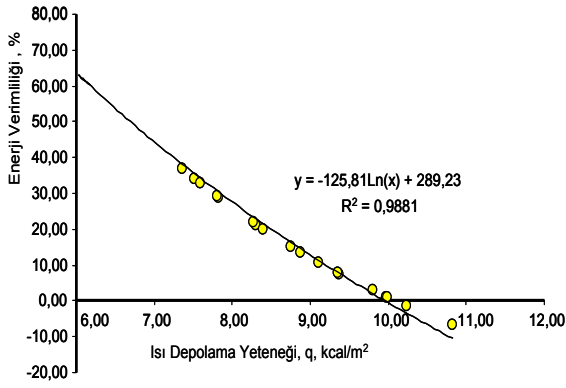
Çizelge 3 irdelendiğinde görüleceği gibi, gözenekliliği yüksek ve birim hacim ağırlığı düşük mermer türlerinin ısı depolama yetenekleri de düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Mermer kütleinin bir yapı bileşeni olarak üzerine etkileyen ısı akımında m² yüzeyi başına bünyesinde depolayacağı ısı miktarının temsil edildiği bu parametrik değerlendirme de, ısı depolama miktarının düşük

değerlerde olması arzu edilir. Yüksek ısı depolama kabiliyetine sahip malzemeler, ortamdaki ısı miktarının çoğunluğunu öncelikle bünyesine depolama olgusu gösterdiği için, ısıtılan ortama sürekli ısı enerjisi verilmesi gerekmektedir. Bu da doğal olarak enerji tasarrufu açısından olumsuz bir durumu da oluşturabilmektedir. Bu bağlamda yapılan analizler göstermiştir ki, limra taşı hüviyetindeki kayaç malzemeler düşük ısı depolama yetenekleri sebebiyle, ısı performansları daha yüksek olabilecek malzeme karakteristiğini de sergilemektedir. Mermer örneklerinin birim hacim ağırlık değerlerine göre ısı depolama yetenekleri arasında istatistiksel bir ilişki analiz edilmiş olup, elde edilen grafiksel irdeleme Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Mermerlerin Birim Hacim Ağırlık - Isı Depolama Yeteneği ilişkisi.

Şekil 9'dan da görüldüğü gibi mermerin birim hacim ağırlığı arttıkça, ısı depolama özelliği de lineer kabul edilebilecek bir eğilimle artış göstermektedir. Kütleli yoğunluğun yüksek olması, malzemenin daha fazla ısı depolama özelliğinin olduğunu simgelemektedir. Mermerin ısı depolama yeteneği arttıkça, ısısal konfor performansı da kısmen düşmektedir. Bunun bir göstergesi olarak, mermerlerin bu teknik özelliklerini malzeme karakteristiği kullanım yerinde benzer özellikler göstermek bağlamında kendi içinde enerji verimlilikleri ısı depolama yeteneklerinin bir fonksiyonu olarak irdelenmiştir. Bu irdeleme de TS -825 ve EN ISO 10456:2007 standartlarında mermer türleri için öngörülmüş olan standart kayaç özelliğine göre bir karşılaştırma yapılarak, mermer türlerinin enerji verimliliği bu kriter bazında fonksiyonel olarak analiz edilmiştir (Şekil 10). Standart olarak ele alınan mermer özelliği; birim hacim ağırlık 2800 kg/m³, özgül ısı kapasite değeri 0,24 kcal/kg°C ve ısı iletkenlik tasarım değeri 3.5 W/mK'dir. Buna göre belirlenen mermer uygulama için standart ısı depolama yeteneği 10.08 kcal/m² olarak hesaplanmıştır.



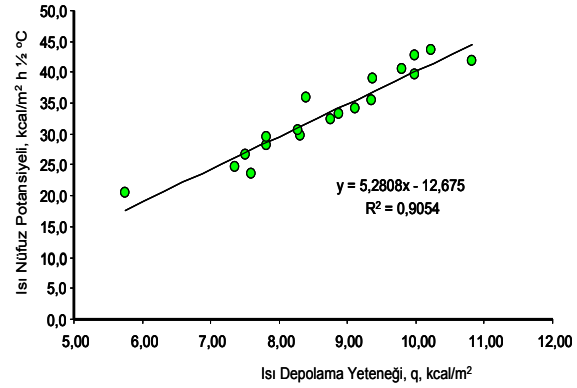
Şekil 10. Mermerlerin Isı Depolama Yeteneği- Enerji Verimliliği İlişkisi.

Şekil 10'da verilen analiz göstermektedir ki, mermerlerin ısı depolama yetenekleri arttıkça, bu incelemede standart olarak ele alınan bir mermer kaplama malzemesinin benzer özelliğine göre enerji verimliliği düşmektedir. Binalarda mermer kaplama uygulamalarında, kullanılan mermerin yapısal özelliği bağlamında duvarın yüksek ısısal konforunu artırması ya da ısısal konforu değerine olumlu katma değer sağlayabilmesi için, EN ISO 10456:2007 standardındaki parametrelere göre öngörülen 10.08 kcal/m²'lik ısı depolama değerinden daha düşük değerler göstermesi gerekmektedir. Isı depolama yeteneği uygun malzeme seçimi yapıldığı durumlarda, standardize edilmiş mermer kaplama malzemesine göre %75'lere ulaşan enerji verimliliği sağlanabileceği gibi, duvarı oluşturan bileşenlerin nihai enerji verimliliğine önemli ölçütlerde katma değer sağlanabilecektir.

Binalarda ısısal konfor ve enerji verimliliği açısından bir diğer olgu ise, yapı malzemesinin sağlayacağı ısı nüfuz katsayısı veya ısı nüfuz kabiliyettir. Bir hacim ısıtıldığında, onu çevreleyen yapı bileşenleri de ısınır. Bu yapı bileşenlerinin yüzeylerinde oluşan sıcaklık, kullanılan yapı malzemesinin ısı nüfuz katsayısına bağlıdır. Isı nüfuz katsayıları düşük yapı malzemeleri ile oluşturulmuş soğuk hacimler çok daha kolay ve çabuk ısınabilirler. Çünkü, bu nitelikteki yapı malzemelerinin yüzeyleri daha az ısı enerjisi ile istenilen sıcaklığa kavuşurlar (Borhan B. 1992-a, 1992-b). Bu bağlamda mermerlerin ısı nüfuz katsayıları belirlenmiş olup, parametrik değerler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 irdelendiğinde görüleceği gibi, gözelekliliği yüksek ve birim hacim ağırlığı düşük mermer türlerinin ısı nüfuz katsayıları ve ısı nüfuz potansiyelinin düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Bu olgu, mermer kütlenin bir yapı bileşeni olarak üzerine etkiyen ısı enerjisini m²

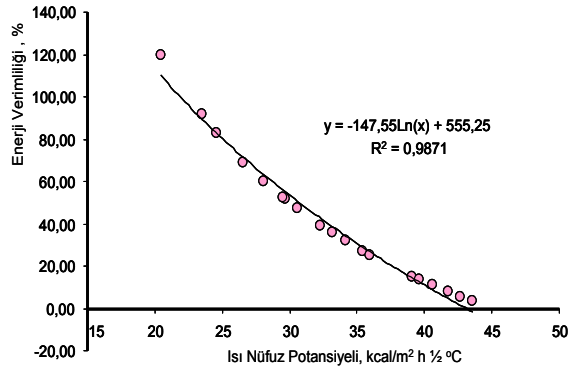
yüzeyi başına birim sıcaklık değişimi ve süreye bağımlı olarak bünyesinden daha düşük oranlarda geçişini sağladığını göstermektedir. Yüksek ısısal konforun ya da bina kabuğunda yüksek enerji verimliliğinin arzu edildiği durumlarda, malzeme bileşenlerinin ısı nüfuz katsayılarının da düşük olması genellikle beklenen bir husustur. Limra taşı özelliğindeki mermer kaplamaların diğer özelliklerde olduğu gibi, ısı nüfuz potansiyeli mermer örnekleri arasında en düşük değere sahip olan malzeme olarak görülmüş olup, bej türevi mermer kaplama malzemelerine göre %50'ye varan oranlarda daha düşük ısı nüfuz potansiyeline sahip olabildiği de görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu, mermerlerin ısı depolama yeteneği ile ısı nüfuz özellikleri arasında lineer bir ilişki olduğu belirlenmiş olup, elde edilen matematiksel model ve lineer ilişki Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Mermerlerin Isı Depolama Yeteneği- Isı Nüfuz Potansiyeli İlişkisi.

Bu analizden de görüldüğü gibi mermerlerin ısı depolama yeteneği arttıkça, ısı nüfuz özellikleri de lineer doğrusal olarak artış göstermektedir. Isısal konfor açısından yüksek verimliliklerin ve avantajların arzu edildiği uygulamalarda kaplama malzemesinin mümkün olan en düşük ısı depolama yeteneğinde ve aynı zamanda da sağlanabilen minimum ısı nüfuz potansiyelinde olması gerekliliği yorumlanabilmektedir. Bu grafiksel analiz yardımı ile sektörel uygulamalarda gerektiği durumlarda mermer kaplama malzemesinin ısı depolama ve ısı nüfuz katsayısının kabul edilebilir ve istatistiksel anlamlılık düzeyi yüksek oranda kestirimi yapılabilecektir.

Yukarıda belirtildiği üzere mermerlerin ısı depolama yeteneğine bağımlı olarak istatistiksel olarak tasarlanmış enerji verimliliği, aynı kriterler ve koşullar kullanılmak üzere, mermerlerin ısı nüfuz özelliğine göre enerji verimliliği değişim irdelemesi de yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Mermerlerin Isı Nüfuz Özelliği - Enerji Verimliliği İlişkisi.

Şekil 12'de verilen analiz irdelendiğinde mermerlerin ısı nüfuz potansiyeli ile enerji verimliliği arasında logaritmik bir ilişki yer almaktadır. Mermerlerin ısı nüfuz potansiyeli arttıkça, bu incelemede standart olarak ele alınan bir mermer kaplama malzemesinin benzer özelliğine göre enerji verimliliği düşmektedir. Binalarda mermer kaplama uygulamalarında, kullanılan mermerin yapısal özelliği bağlamında duvarın yüksek ısısal konforunu artırması ya da ısısal konforu değerine olumlu katma değer sağlayabilmesi için, EN ISO 10456:2007 standardındaki parametrelere göre hesaplanan 44,97 kcal/m²h^{1/2}°Clik ısı nüfuz değerinden daha düşük değerler göstermesi gerekmektedir. Isı nüfuz potansiyeli uygun malzeme seçimi yapıldığı durumlarda, standardize edilmiş mermer kaplama malzemesine göre %120'lere ulaşan enerji verimliliği sağlanabileceği gibi, duvarı oluşturan bileşenlerin nihai enerji verimliliğine önemli ölçütlerde katma değer sağlanabilecektir.

Yapısal özelliği ne olursa olsun burada elde edilen teknik bulgular ışığında yalnızca mermer kaplama malzeme kullanımını ile bir duvarın TS 825'de belirtilmiş olan ısısal konfor özellikleri sağlanamayacağı da görülmektedir. Ancak, bir bina duvarının dış ve/veya iç yüzeyinde doğal taş kaplama malzemesi olarak uygun ısısal özelliklerde seçilen bir mermer türünün kalınlığına da bağımlı olmak koşuluyla, duvarın mevcut ısısal konfor özelliklerinin iyileştirilmesine katkı sağlayacağı da görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Binalarda enerji verimliliği kapsamında ısısal performans hesaplamaları yapılırken mermerlerin kaplama ve/veya döşeme taşı olarak kullanımlarında 4 ayrı grup mermer türü için ihtiyaç duyulan ısısal ilet-

kenlik ve özgül ısı kapasite değerleri, bu çalışmada araştırmacılara bir ışık tutmak amacıyla deneysel olarak belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmada ele alınan mermer türlerinin ısısal konfor parametreleri ile ısı yalıtım özelliği arasındaki ilişkiler de irdelenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında mermerin yapısal özelliğinde gözeneklilik oranının artış göstermesi, bir yapı bileşeni olarak mermerin daha yüksek ısısal yalıtım performansı gösterdiği gözlenmiştir. Bu olgu, malzemenin ısısal iletkenlik değeri ve ısı depolama yeteneği açısından paralel karakteristik göstermesinin yanı sıra, yalıtım performansı yüksek yapı kesitlerinde gözenekliliği yüksek ve birim hacim kütlesi düşük mermer plaka ve levha ürünlerin tercih edilmesi gerekliliği gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Borhan B. (1992-a), Ytong El Kitabı-I Teknik Yayın No, 1, İstanbul.
- Borhan B. (1992-b), Ytong El Kitabı-II Teknik Yayın No, 1, İstanbul.
- Butera, F.M., (1998) "Chapter 3 – Principles of Thermal Comfort", Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2: 39 – 66.
- Ekinci, C.E., (2010), Yalıtım Teknikleri, Data Yayınları, ss:366.
- EN ISO 10456:2007, Building materials and products-Hygrothermal properties-Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values.
- Gündüz L., Uğur İ. ve Demirdağ S., (2001), "Mermer türlerinin özgül ısı kapasite değerleri üzerine teknik bir inceleme", TÜRKİYE III. Mermer Sempozyumu (MERSEM '2001) bildiriler kitabı 3-5 Mayıs, AFYON
- Gündüz L., 2005, İnşaat Sektöründe Bimsblok, s928, Isparta.
- Incorpera & Dewitt, (1990), "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", Wiley.
- ISO 6946:1996(E), Building components and building elements-Thermal resistance and thermal transmittance-Calculation method.
- TS EN ISO 10456: Mart 2002, İnşaat Malzeme ve Mamulleri – Beyan ve Tasarım Termal İçin Metotlar, TSE, Ankara.
- TS 825: Mayıs 2008, Binalarda ısısal yalıtım kuralları, TSE, Ankara.
- TS EN 1745: Nisan 2004, Kagir ve Kagir Mamulleri-Tasarım Isıl Değerleri Tayini Metotları, TSE, Ankara.
- TS EN ISO 8990: Ocak 2002, Isısal Yalıtım- Kararlı Durum Isı İletim Özelliklerinin Tayini- Kalibre Edilmiş ve Mahfazalı Sıcak Kutu, TSE Ankara.

KARİYER KAVRAMI VE MADEN MÜHENDİSLERİ İÇİN KARİYER SEÇENEKLERİ *Career Concept and Career Choices for Mining Engineers*

Yadigar V. MÜFTÜOĞLU*
İlknur EROL**

ÖZET

Bu makalede kariyer kavramı, kariyer yolu, kariyer gelişimi, kariyer planlama ve aşamaları ele alınmıştır. Günümüzde planlama ve yönetimde en popüler araçlardan biri de stratejik planlamadır. Stratejik planlamanın bireysel kariyer planlamaya dönüşümü ve uygulanması açıklanmıştır. Ayrıca maden mühendisleri için kariyer ve iş seçenekleri sunulmuştur. Son olarak, başarılı bir maden mühendisi olabilme açısından gerekli kişisel özellik ve beceriler vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kariyer Kavramı, Kariyer Yolu, Kariyer Gelişimi, Kariyer Planlama, Maden Mühendisliği.

ABSTRACT

This article deals with career concept, career path, career development, career planning and the phases of career planning. One of the most popular tools in contemporary planning and management is strategic planning. Application and adaptation of strategic planning to individual career development is explained. Furthermore, career and job alternatives for mining engineers are presented. Finally, in terms of how to become a successful mining engineer, required personal features and skills are emphasized.

Key words: Career Concept, Career Path, Career Development, Career Planning, Mining Engineering.

* Bülent Ecevit Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Bölümü., ZONGULDAK, yvmuftuoglu@gmail.com

** Bülent Ecevit Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Bölümü., ZONGULDAK

1. GİRİŞ

İnsanları diğer canlılardan ayıran pek çok özelliği vardır. İnsan doğduktan sonra uzunca bir süre desteğe gereksinim gösterir. İnsanın tek başına yaşamayı öğrenmesi diğer canlılara göre daha uzun bir süreç gerektirir. Gerçek yaşam eğitimden sonra, iş hayatı ile başlar. Başarılı insanların kariyerleri incelendiğinde; düşlerini planlara, planlarını ise gerçeklere dönüştürebilen türde insanlar oldukları görülecektir. Hedefinizi doğru koymak, tüm engellere rağmen inatla ve kararlılıkla hedefe yönelik çabaları sürdürmek, yaşamda başarılı olmanın en temel kuralıdır.

Ülkemizde yükseköğretimin yaygınlaşması maden mühendisliği öğretimine de yansımış olup, 2013 yılı itibarıyla, toplam bölüm sayısı 19, program sayısı normal ve ikinci öğretimlerle 28'e, toplam öğrenci kontenjanı ise 1966'ya ulaşmış bulunmaktadır. Bölüm kontenjanları da 41 ile 82 arasında değişmektedir. Kontenjanların bu kadar artmasının nedeni, ilgili bölüm veya üniversitelerin taleplerinden ziyade, Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK)'nin merkezi ve popülist yaklaşımla aldığı kontenjanları arttırma kararlarıdır. Yaklaşık olarak, her yıl bu bölümlerden 500-600 civarında yeni mezun maden mühendisleri sektöre dahil olmaktadır.

Çok sayıda öğrenciye öğretim hizmeti veren bu bölümlerin kadro, altyapı ve imkanlarının da bu kadar çok sayıdaki öğrenciye uygunluğu tartışmaya açık bir konudur. Yeni mezunların sektörü tanıyabilmeleri, kariyer plan ve hedeflerini yeterince bilinçli bir şekilde belirleyebilmeleri için, öğretim gördükleri bölüm veya üniversitelerinde destekleyici faaliyet ve programların yetkinliği de tartışmaya açıktır. Bazı üniversitelerimizde ilgili öğrenciye hizmet vermek üzere kurulmuş kariyer planlama veya danışma büroları, öğrenci kulüpleri, kariyer planlama ve geliştirme konusunda verilen seminer, söyleşi, yürütülen dersler bu konuda sayılabilecek örneklerdir. Fakat bu etkinliklerin tüm bölüm veya üniversitelerimizde yaygın bir şekilde yürütüldüğünden söz etmek mümkün değildir. Bu yazının amacı yeni mezunlarımızı kariyer konusunda bilinçlendirmek ve kariyer planlama konusunda yardımcı olmaktır.

2. KARIYER KAVRAMI

Kariyer kelimesi günlük hayatta oldukça sık kullanılan bir kavramdır. Kariyer kavramının literatüre ilk girişi 1937 yılında Amerikalı sosyolog Hughes'in, objektif ve subjektif olarak kariyeri tanımlamasıyla olmuştur (Redman ve Wilkinson,

2008). Kariyerin çok farklı tanımları mevcuttur. Bir tanıma göre kariyer, bireyin kamu ya da özel çalışma yaşamında ilerleme sağlayacağı, bir başarı elde etmek amacıyla izlediği ve çalıştığı alandır (Merden, 1995; Aytaç vd, 2001).

Bir diğerine göre kariyer, bir insanın çalışabileceği yıllar boyunca herhangi bir iş alanında adım adım ve sürekli olarak ilerlemesi, deneyim ve beceri kazanmasıdır (Aydemir, 1995). Bir başkasına göre, çalışanların iş yaşamları süresince yaptıkları işleri, iş yaşamındaki gelişme ve ilerlemeleri içeren bir kavram (Budak vd, 1995; Aytaç vd, 2001) olarak tanımlanmaktadır.

Geniş anlamda kariyer, kişinin çalışma yaşamı boyunca üstlendiği işlerin bir bütünü olarak tanımlanırsa da kariyer kavramı, bu tanımın ötesinde daha geniş bir anlam taşımaktadır. Bir kişinin kariyeri, sadece onun sahip olduğu işler değil, işyerinde kendisine verilen iş rolüne ilişkin beklenti, amaç, duygu ve arzularını gerçekleştirebilmesi için eğitilmesi ve böylece sahip olduğu bilgi, beceri, yetenek ve çalışma arzusu ile o işletmede ilerleyebilmesi anlamını taşır (Uyarer, 1989; Aytaç vd, 2001). Bu nedenle bir kimsenin kariyeri, onun iş hayatı boyunca işle ilgili tecrübe, tutum ve davranışlarını kapsar (Griffin, 1993).

Son yıllarda giderek ivme kazanan sosyal, kültürel, ekonomik ve teknolojik gelişmeler kariyerin anlamını da değiştirmiştir (Erdoğan, 2008). Yeni yaklaşımlarda kariyer kavramı; iş deneyimleri sonucu kişinin yükselme ve ilerlemesi yerine, bilgi kazanılan bir süreç olarak ele alınmakta, yani yaşam boyu öğrenmeyi işaret etmektedir (Bird, 1994).

Kariyerin yeni tanımında bilgi ve iş deneyimi arasında fark olduğu ve bu farkı anlamak için kariyerin yapısal ve semantik (anlamları inceleyen bilim) yönlerini açıklamak gerektiği vurgulanmaktadır. Kariyerin yapısal yönü, bireyin iş hayatı boyunca devam eden iş deneyimleri dizisi üzerinde durmaktadır. Buna karşılık kariyerin semantik yönü, kariyerin içeriğiyle yani iş deneyimleri sırasında öğrenilen şeyle ilgilidir (Erdoğan, 2008).

Kariyerle ilgili bütün bu tanımlar incelediğinde ortak noktalarının, çalışan kişinin başarı derecesini simgeleyen, işle ilgili pozisyonlarda ilerlemesi ve örgüt basamaklarından yukarıya doğru çıkarak yükselmesini temel alan bir kavram olduğu görülür. Kariyer, insanın davranış motifleri ile donanmış, bir yaşam boyu devam eden işler serisidir. Seçilen bir iş hattında ilerlemek ve bunun sonucunda daha fazla para kazanmak, daha çok sorumluluk üstlenmek, daha fazla statü, güç ve

saygınlık elde etmektir (Can vd, 1995). Özetlenecek olursa kariyer, insanın iş hayatı boyunca yer aldığı basamaksal mevkileri, yaptığı işleri, bulunduğu konumla ilgili tutum ve davranışlarını içeren bir süreçtir.

Kariyer kavramıyla ilişkili olan diğer kavramlar ise Kariyer Planlaması, Kariyer Gelişimi, Kariyer Yönetimi, Kariyer Yolu olarak sıralanabilir (Aytaç, 1997).

2.1. Kariyer Planlaması:

Kısaca kişinin bireysel olarak kendisini ve içinde bulunduğu çevreyi değerlendirerek; çalışma yaşamı boyunca üstleneceği görev ve pozisyonların, öngördüğü hedeflerin ve geleceğin planlanmasıdır. Bir diğer ifade ile, bir kişinin kariyerini sürdüreceği mesleklerin, işyerlerinin ve yolların seçimini içeren kişisel bir strateji oluşturma sürecidir.

2.2. Kariyer Gelişimi:

Kişinin kendi kariyer planlarına ulaşabilecek ve başarı sağlayacak bir gelişimi anlatmaktadır. Kişisel bir kariyer planının uygulanması için gerekli programları ve faaliyetleri içerir.

2.3. Kariyer Yönetimi:

Öz bir ifade ile kişinin kendi kariyer planlarına ulaşabilmesi için örgüt tarafından desteklenmesi; kişinin ilgi alanı ve becerilerine uygun işlerde görevlendirilmesine yardımcı olmaktır. Kariyer yönetiminin amacı, hem yöneticinin, hem de çalışanların ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde daha ileri gelişim alanlarını oluşturmalarına izin vermektir.

2.4. Kariyer Yolu:

İse, çalışan kişinin kariyerini oluşturan işlerin sırasıyla dizinidir.

2.5. Kariyer Aşamaları:

Bireylerin kariyer aşamalarının, doğuş, çocukluk, gençlik, yetişkinlik ve yaşlılık gibi süreçlere paralel olarak gelişimi kaçınılmazdır. Bireysel kariyer aşamalarına ilişkin geliştirilen modellerin çoğu yaşı baz alırken, bir kısmı da çalışma süresine bağlı olarak oluşturulmuştur. Yaşın ölçütü olarak kabul edildiği yaklaşımlarda ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre de sınıfların da olağan karşılanması gerekecektir. Gelişmekte olan ülkelerdeki 65 yaş sınırı, gelişmiş ülkelerde 70 ve daha üzeri olarak da değerlendirilebilir.

Kişinin öğrenimini takiben iş yaşamına geçişiyle birlikte yaşına ve sergileyeceği performansın düzeyine göre 5 ayrı örgütsel kariyer aşaması Şekil 1'de gösterilmiştir (Aytaç, 1997). 45'li yaşlardan sonraki kişinin performansındaki düşüş nedeniyle oluşan düzlük, kariyer düzlüğü (platosu) olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde iş güvenliği uzmanlığı konusunda sektörlerdeki mevcut gereksinimlerin karşılanabilmesi konusunda maden mühendislerine önemli görevler düşmektedir. Bu konuda donanımlı ve gerekli uzmanlık sertifikasına sahip meslektaşlarımız kariyerlerini farklı kurum ve sektörlerde sürdürme seçeneğine de sahiptirler.

3. KARIYER STRATEJİSİNİN OLUŞTURULMASI

Günümüzün en popüler ve tercih edilen planlama araçlarından birisi olan stratejik planlamanın bireysel kariyer stratejisinin oluşturulmasına nasıl uyarlanabileceği Şekil 2'de şematize edilmiştir.

3.1. Kişisel Profil:

Bireyin kendini tanıması, önce kendini anlaması, kendisi için neyin önemli olduğuna, neyin heyecanlandığına, içe mi yoksa dışa dönük bir insan olduğuna karar vermesidir. Bu ve benzer sorulara verilecek yanıtlar ve birey için önemli değerlerin netleştirilmesi profesyonel kariyer yönünün belirlenmesine yardımcı olacaktır.

3.2. Hedefler:

Variş noktasını içeren bir uçuş planı olmadan hiçbir uçak havalanamaz. Bazı insanlar kariyer planlamasına direnebilirler, çünkü bu tür bir planlama ister istemez belirli hedefler için insanların kendilerini tümüyle o hedefe adanmalarını gerektirecektir. Bir hedefe yönelirken, diğer fırsatlardan da vazgeçmek gerekecektir. Avukat olan bir insanın, tıp eğitimini de yaparak doktor olmasının imkansızlığı ya da getireceği güçlükler örnek olarak gösterilebilir. Hedefleri belirlerken başarısızlık korkusu, kişisel egonun tatmin edilememesi riskini de unutmamak gerekir. Bu aşamayı düşünürken yaşam boyu öğrenme kavramından hareketle, insanın sürekli yeni şeyler öğrenerek kendisini geliştirmesi ve ayrıca değişen koşullar altında zaman zaman hedeflerin tekrar gözden geçirilmesi gerekecektir. Ayrıca bireyin zamanla beğeni, değer ve ilgi alanları da değişebileceğinden, bunların da hedeflere yansımaları kaçınıl-

maz olacaktır. Uzun vadeli hedefler kısa ve orta vadeli hedeflerle desteklenmelidir.

3.3. Tehdit ve Fırsatların Analizi:

Başarılı bir kariyer planlaması için ortamın sürekli ve sistematik bir şekilde taranması en temel koşuldur. Mevcut durumla yetinmeyip geleceği de görmeye çalışmamız gerekecektir. Ekonomik, sosyal, politik, teknolojik ve sektördeki rekabet koşulları gibi birçok farklı faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

3.4. Kişisel Güçlü ve Zayıf Özellikler:

Başarılı bir kariyer planlaması için bir önceki adımda saptanmış olan fırsat ve tehditlerin kişilerin güçlü ve zayıf yönleri ile örtüşmesi gerekecektir. Yetenekler teknik, beşeri (insanlar arası ilişki kurma), kavramsal ve tasarım şeklinde sınıflandırılabilir. Bu yeteneklerin önemi yöneticinin konumuna göre değişecektir. Örneğin denetleme ağırlıklı bir ara kademe yöneticisi için teknik beceri, üst kademe yöneticisi için ise kavramsal beceri daha önemlidir. Ara kademe yöneticisi olayları mikro olarak değerlendirirken, üst kademe yöneticisi olayları makro olarak değerlendirerek kararlar üretecektir.

3.5. Kariyer Seçenekleri Geliştirme:

En başarılı strateji fırsatlardan yararlanmak için güçlü yön üzerine inşa edilmiş bir stratejidir. Ortamdaki tehditleri de dikkate alarak uygun bir stratejinin geliştirilmesi de önemlidir. İş hacminin sürekli küçüldüğü sektörde görevli bir yöneticinin iş hacminin artış eğiliminde olduğu bir başka sektör ya da kuruluşa geçiş stratejisi geliştirmesi örnek olarak verilebilir.

3.6. Süreklilik Sınaması ve Stratejik Seçim Yapılması:

Strateji geliştirilirken güçlü yönler ve fırsatlara dayanan rasyonel seçim her zaman en tatmin edici seçim, olmayabilir. Sektörde aranan becerilere sahip kişi için o alandaki kariyer, kişinin ilgi ve değerleri ile örtüşmeyebilir. Geçmişte çok görkemli olan kariyer türlerinin gelecekte birçok belirsizlik içerebilir. Kariyer planlama sürecinde rasyonel ve sistematik analiz sadece işin ilk adımıdır. Seçim aşamasında kişisel tercih, ihtiras ve değerler belirleyici olacaktır. Belirli bir yönetim kademesi için eğitim planlaması; örneğin mühendisler için işletme yönetimi master eğitimi gibi, doğal olarak bu tür hedefler eylem planları ile desteklenmelidir. Örneğin yabancı dilin geliştirilmesi, Akademik Li-

sansüstü Eğitim Sınavı (ALES)'na hazırlık, eğitim sırasında derslere zaman ayırma bir zorunluluk olarak ortaya çıkacaktır.

3.7. Kısa Dönem/Acil Eylem planlarının Geliştirilmesi:

Kariyer planlarının geliştirildiği ortamlarda her zaman belirsizlikler de söz konusu olacaktır ve geleceğe yönelik tahminlerin de önemli yanılgıları da içerebileceğini unutmamak gerekir. Uzun dönemde hedeflenen stratejik kariyer planı, kişinin performansını da değerlendiren kısa vadeli hedef ve eylem planları ile desteklenmelidir.

3.8. Kariyer Planının Uygulanması:

Kişi sürekli olarak performansını, kişisel gelişimini kariyer planına göre değerlendirerek, buna göre kişisel hazırlık ve gelişme programlarını gözden geçirmelidir.

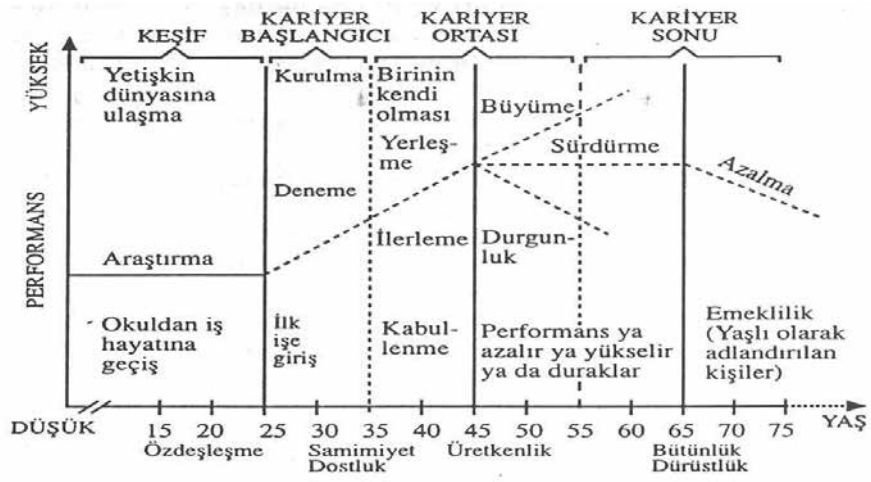
3.9. Gelişimin İzlenmesi:

Bu süreçte kariyer hedefine göre gelişmenin izlenerek değerlendirilmesi, hedef veya planlarda gerekli düzeltmelerin yapılması gereklidir. Kişiler, kariyer planlamanın sadece terfi etmek olmadığını, mevcut yeteneklerin geliştirilmesi ve yeni yetenek kazanımının da geleceğe yönelik bir kariyer yatırımı olduğunu unutmamalıdır.

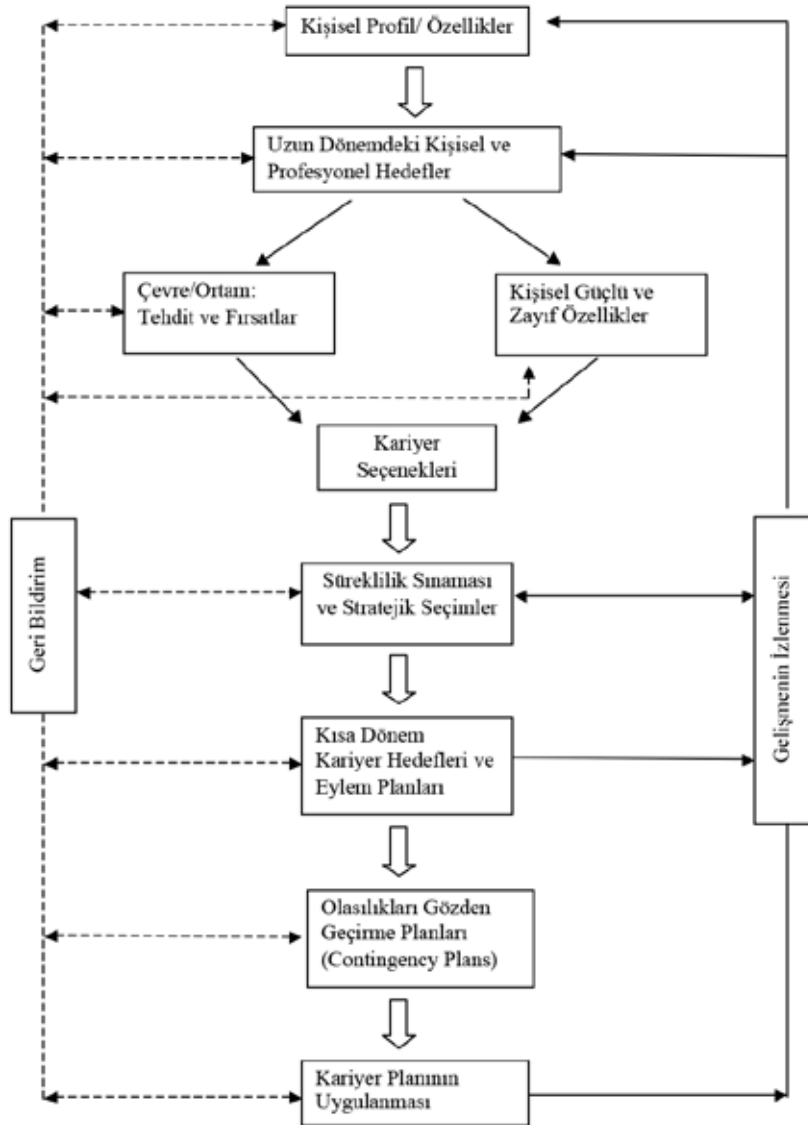
Kişisel kariyer planlamasına ilişkin bir diğer akılcı yaklaşım olarak pano stratejisi önerilebilir. Öner (2001) pano stratejisinin oluşturulmasına yönelik olarak 4 temel aşama ve bunlarla ilintili sayıları 2 ile 7 arasında değişen alt süreç ya da eylem tanımlanmıştır (Çizelge 1.)

4. MADEN MÜHENDİSLERİ İÇİN KARIYER SEÇENEKLERİ

Maden mühendisliği disiplinler arası bir öğretim gerektiren bir bilim dalıdır. 4 yıllık öğretim sürecinde çok farklı disiplin veya alandan alınan dersler programın önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu disiplinler arası özellik, maden mühendislerinin istihdam alanlarına da yansımaktadır. Çizelge 2'de sunulan maden mühendisleri için kariyer seçenekleri görüleceği üzere 9 ana başlıkta gruplandırılmıştır. Söz konusu seçenekler lisans eğitimi yapmış bir aday için sıralanmış olup, yüksek lisans eğitimi sonrası bu seçeneklerin gerçekleşme olasılığı artmakta ve yelpaze daha da genişlemektedir. Örneğin işletme yüksek lisansı finans sektörüne geçişte çok büyük bir ivme kazandırmaktadır



Şekil 1. Örgütsel Kariyer Aşamaları Modeli (Aytaç, 1997).

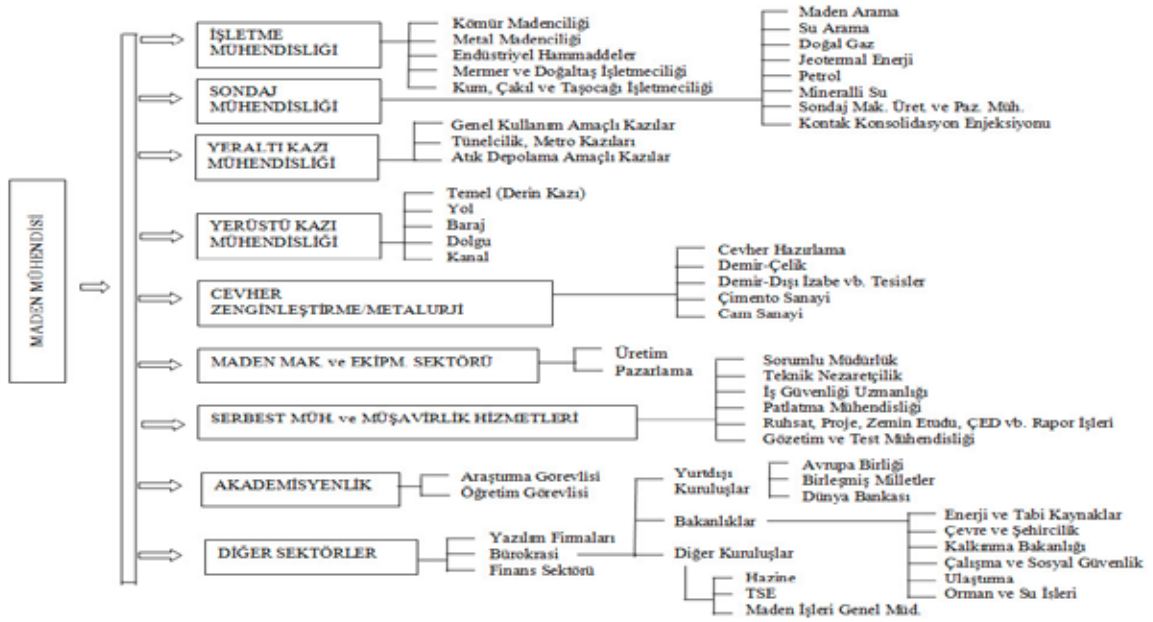


Şekil 2. Kariyer Stratejisinin Oluşturulması (Koontz et al., 1986).

Çizelge 1. Kişisel Kariyer Planlamasına İlişkin Pano Stratejisi (Öner, 2001).

			4. Adım: İş Yaşamında Başarın Yakalamak	4.1 Başlangıç Stratejileri		4.2 İstemiş Kariyerde Başarı	
		3. Adım: İş Bulma Çabaları ve İş İlişkileri	3.1 İş Araştırması Yapmak	3.2 Özgeçmiş ve Başvuru Mektubu Yazmak	3.3 İş Görüşmeleri, Karşılacağınız Sorulara Cevap Verme	3.4 İş Teklifleri ve Kabul Edilmesi	3.5 Sizden İstenen Becereler
	2. Adım: Meslek Araştırması Yapmak, Karar Vermek	2.1 Bilgi Araştırması ve Görüşmeleri Yapın	2.2 Gölge İşlerde Çalışın ve Deneyim Kazanın	2.3 Dünyadaki Eğilimleri ve Gelişmeleri Takip Edin	2.4 Kişisel ve Kariyer Hedeflerinizi Belirleyin	2.5 Sosyal Çalışmalar Yapın	2.6 Yaşamboyu Öğrenme Kavramı
1. Adım: Kendinizi Tartayın	1.1 Zihinsel Tercihlerinizi Belirleyin	1.2 Kişiliğinizi ve Davranışlarınızı Ayarlayın	1.3 Becerelerinizi ve Başarılarınızı Belirleyin	1.4 Bilginizi ve Öğrenme Tarzınızı Anlayın	1.5 Değerlerinizi Belirleyin	1.6 İlgili alanlarınızı Farkedin	1.7 Güncel Yönünüzü Keşfedin

Çizelge 2. Maden Mühendisleri İçin Kariyer Seçenekleri (Müftüoğlu, 2013).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgi ve iletişim çağı olarak tanımlanan içinde bulunduğumuz yüzyılda, meslek tanımları da çok hızlı değişmektedir. 80'li yıllarda geçerli olan maden mühendisliği görev tanımı, iş anlayışı ve sektörün beklentileri, günümüz koşullarında birçok açıdan önemli farklılıklar içermektedir. Başarılı bir kariyer planlamasının en temel koşullarından biri de sektörü iyi tanıma, beklentileri doğru algılama ve kişisel gelişim stratejisinin buna göre oluşturulmasıdır. Bu kapsamda önemli bir işlev görmesi gereken stajlar, mevcut haliyle beklentileri karşılamaktan bir hayli uzaktır. Sektörde başarılı olmak isteyen genç meslektaşlarımız kişisel gelişim planlarını hazırlarken ve sektörün beklentilerine uyum açısından; aşağıda sıralı kişisel özellik ve beceriler konusundaki eksikliklerini mutlaka gidermek zorundadırlar:

- sorumluluk yüklenebilme,
- karar verme ve kararlı davranış sergileme,
- teknik çalışmadan zevk alma,
- pratik ve yaratıcı olma,
- insanları yöneltme ve güdüleme becerisi,
- gerektiğinde bağımsız çalışabilme ve gerektiğinde ekip çalışmasına yatkınlık,
- en az 1 yabancı dili de içerecek şekilde iyi düzeyde sözel ve yazılı iletişim becerisi,
- analitik düşünme ve sorunu tanımlayıp, analiz etme ve çözme becerisi,
- iş güvenliği gereksinimlerine gönüllü uyumluluk,
- bilgisayar ve tasarım konusunda yetenekli,
- sektörde yaygın olarak kullanılan yazılımlar konusunda yeterince donanımlı ve deneyimli.

Son olarak özgeçmiş hazırlama ve iş görüşmesine ilişkin olarak; adayların hedefe yönelik yani başvuru pozisyon ve kuruma uyumlu, özgün ve özenli bir özgeçmiş hazırlamaları, iş görüşmesine gitmeden önce mutlaka ön-hazırlık yapmaları, kurumu yeterince tanımak ve empati yaparak görüşmeye hazırlanmaları, daha uygun ve akılcı bir yaklaşım olacaktır. Küreselleşme ile birlikte giderek yaşanan dünyamız ve madencilik sektörünün, arz-talep dengesindeki olası değişimlerin de baskısıyla genç kuşak mühendislere farklı coğrafyalarda, farklı iş olanakları sunması da kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

Aydemir, N., 1995; "2000'li Yıllara Doğru Özel Sektör İmalat Sanayinde İnsan Kaynakları Yönetimi ve Kariyer Arayışları", TÜGİAD.

Aytaç, S., 1997; "Çalışma Yaşamında Kariyer: Yönetimi, Planlaması, Geliştirilmesi, Sorunları", Epsilon Yayıncılık, İstanbul, 327 s.

Aytaç, M., Aytaç, S., Fırat, Z., Bayram, N., Keser, A., 2001; "Akademisyenlerin Çalışma Yaşamı ve Kariyer Sorunları", Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu İşletme Müd., Proje No:99/29, Bursa, 310s.

Bird, A., 1994; "Careers as Repositories of Knowledge: a New Perspective on Boundaryless Careers", Journal of Organizational Behaviour, 15, 325-344.

Budak, G., Budak G., Tozkoparan, G., Gökşen Y., 1995; "Kariyer Planlaması ve Kariyerde Plato", Bir Pilot Uygulama, Yayımlanmamış Rapor, İzmir.

Can, H., Akgün, A., Kavuncubaşı, Ş., 1995;. "Kamu ve Özel Kesimde Personel Yönetimi", 2. Baskı, Siyasal Kitabevi, Ankara.

Erdoğan, N., 2008; "Makaleler: Mühendislerin Kariyer Gelişimi Hakkında Bir Değerlendirme", http://www.iky.com.tr/iky/asp/makale_mf.asp?nmakaleID=6.

Griffin, R.W., 1993; "Management 4th Edition, Hought and Mifflin Comp.", Texas, USA.

Koontz, H., G Donnell, C., Wehrich, H., 1986; "Essentials of Management", 4th Ed. McGraw-Hill Book Company, 564 p.

Leibowitz, Z.B., Faren, C., Kaye, B.L., 1986; "Designing Career Development Systems", San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Merden, S., 1995; "Endüstri İşletmelerinde İşgücü Planlama Teknikleri ve Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 123 s.

Müftüoğlu, Y.V., 2013; "Kariyer Planlama ve Geliştirme", Ders Notları. Bülent Ecevit Üniversitesi Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, Zonguldak, 119 s.

Öner, M., 2001; "Kişisel Kariyer Planlaması", Kariyer Yayıncılık, İletişim Eğitim Hizmetleri, İstanbul, 299 s.

Redman, T., Wilkinson, A., 2008; "Contemporary Human Resources Management", Financial Times/ Prentice Hall, NewYork, 576 p.

Uyarer, Ş., 1989; "Kariyer Yönetimi", İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 115 s.



Nobelex®

Kapsüle ve
yemlemeye duyarlı,
emulsiyon patlayıcı



NONELDET®

Elektriksiz kapsül



ANFONİT®

(ANFO) Yemlemeye
duyarlı,
patlayabilir
karışımlar



*Delme ve
Patlatma
Hizmetlerinde
Güven*



NitroMakdnx®

K İ M Y A S A N A Y İ İ A . Ş .

Cinnah Caddesi Pilot Sokak No: 17 06690 Çankaya - ANKARA/TÜRKİYE
Tel: +90.312. 440 53 17 (pbx) Fax: +90.312. 440 61 59
www.nitromakdnx.com nitromakdnx@nitromakdnx.com

www.beltek.com.tr

4 + 0
TSE 480-EN
2000

TSE
190-EN/IEC
14 1000

CE CE