



**MERMER ATIKLARININ YAPI MALZEMESİ ÜRETİMİNDE
KULLANIM OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Seza ŞİMŞEK



**T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MERMER ATIKLATININ YAPI MALZEMESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM
OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Seza ŞİMŞEK

**Doç.Dr. Zehra Sevgen PERKER
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

BURSA– 2019

TEZ ONAYI

Seza Şimşek tarafından hazırlanan “Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Zehra Sevgen PERKER

Başkan: Doç. Dr. Zehra Sevgen PERKER
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı

İmza

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Zuhâl ŞİMŞEK
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı

İmza

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Saadet HACISALİHOĞLU
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve
Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği
Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

05.05.2019

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı **beyan ederim.**

04/07/2019

İmza

Seza ŞİMŞEK



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MERMER ATIKLARININ YAPI MALZEMESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Seza Şimşek

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Zehra Sevgen PERKER

Türkiye, mermer rezervi konusunda dünyada önemli bir konuma sahiptir. Mermer, kimyasal yapısında bulunan kalsit mineralinden dolayı oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Mermerin çıkarılma ve işleme aşamalarında %50-%70 oranında atık meydana gelmektedir. Bu durumda, atık yönetimi ve geri dönüşüm mermer zayıyatının azaltılması konusunda oldukça önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, mermer atıklarının yapı malzemesi olarak kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Tez çalışması literatür taraması ve saha çalışması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, mermer hakkında genel bir bilgilendirme yapılmış, çalışmanın hangi bölümlerden meydana geldiği, amacı ve sınırlarından bahsedilmiştir. İkinci bölümde mermer hakkında genel bilgiler, Türkiye'nin mermer rezervi ve ekonomisi ve mermer atıkları hakkında genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde ise çalışmanın, materyal ve yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın materyalini, TÜYAP Bursa 4. Uluslar arası Blok Mermer Fuarı'nda yapılan soru formu aracılığıyla görüşme çalışması oluşturmaktadır. Çalışmanın yöntem bölümünde, yapılan literatür taramasının sınırları anlatılmış ve saha çalışmasında yöneltilen soruların literatür taramasında bulunan hangi konu ile ilişkili olduğu açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'nda katılımcı gönüllülüğü esasına dayanarak 107 katılımcıdan 77'siyle gerçekleştirilen soru formu aracılığıyla yapılan görüşmelerden elde edilen sayısal veriler grafikler yardımıyla incelenmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde ise görüşmelerden elde edilen veriler grafikler yardımıyla yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur. Mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında, mermer firmalarına belirli aralıklarla seminerler verilmesi, mermer firmaları tarafından mermer atıklarının değerlendirildiği ülkelere teknik geziler düzenlenmesi ve bu konuda yapılan uygulamaların yerinde gözlemlenmesi, firmalar arası endüstriyel simbiyoz uygulamalarının gerçekleştirilmesi, bilinen bir mermer atığı işleme tesisinin olmamasından dolayı, devlet tarafından mermer atığı işleme tesisi kuracak girişimcilere gerekli teşvik ve desteklerin sağlanması gibi öneriler ile çalışma sonlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer Atığı, Mermer Tozu, Yapı Malzemesi
2019, ix +88 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

A RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF USING MARBLE WASTE IN BUILDING METATERIALS PRODUCTION

Seza Şimşek

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zehra Sevgen PERKER

Turkey has an important position in the world on the marble reserves. Marble has a wide usage area due to its calcite mineral in its chemical structure. 50-70 %of waste is generated during the extraction and processing of marble. In this case, waste management and recycling are very important in reducing marble casualties. The aim of this study is to investigate the possibilities of using marble wastes as building materials. The thesis was carried out in two stages: literature review and field study. The study consists of five chapters. In the first part, general information about marble has been given, and the sections, the purpose and the limits of the study have been mentioned. General information about marble In the second section, general information on Turkey's marble reserves and the economy and the marble waste are given. In the third part, information about the material and method of the study is given. The material of the study consists of a questionnaire conducted at TÜYAP Bursa 4th International Block Marble Fair. In the method section of the study, the limits of the literature review are explained, and the questions related to the field survey are explained. In the fourth part of the study, numerical data obtained from the interviews conducted with the questionnaire conducted with 77 out of 107 participants based on participant volunteering at the 2018 TÜYAP Bursa 4th International Block Marble Fair were examined with the help of graphics. In the fifth part of the study, the data obtained from the interviews were interpreted with the help of graphs and suggestions were made. Due to the absence of a known marble waste processing facility, the company organizes technical trips to the countries where the marble wastes are evaluated, conducts on-site industrial symbiosis applications, conducts industrial symbiosis applications between marble firms and marble wastes. The study has been completed with suggestions such as providing the necessary incentives and support to the entrepreneurs who will establish a processing plant.

Key Words: Marble Waste, Marble Powder, Building Material
2019, ix +88 pages.

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitim sürecimin en başından en sonuna kadar, gerek tez aşamamda gerekse bilimsel yayın hazırlık ve yayım sürecinde müthiş bir özveriyle sürecin her bir aşamasında ilgilenerak çalışmalarımdaya oldukça büyük bir pay sahibi olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Zehra Sevgen PERKER'e sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Yaşamım boyunca her türlü başarımda ve başarısızlığımdaya yanımda olan, her türlü stresime ve sinirime katlanan; çalışırken benimle sabahlayan anneme teşekkürlerimi sunarım.

Seza ŞİMŞEK

04/07/2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. MERMER HAKKINDA GENEL BİLGİLER	3
2.1.1. Mermerin Tanımı ve Mermerin Oluşumu	3
2.1.2. Mermerin Tarihçesi	3
2.1.3. Mermerlerin Özellikleri.....	5
2.1.3.1. Fiziksel ve Mekanik Özellikler	5
2.1.3.2. Kimyasal Özellikler.....	7
2.1.4. Mermer İşleme Yöntemleri.....	7
2.2. TÜRKİYE’DE MERMER REZERVİ ve EKONOMİSİ	9
2.2.1. Türkiye’de Mermer Sektörü, İthalat ve İhracatı	9
2.2.1.1. Türkiye’de Mermer İthalat ve İhracatı	9
2.2.1.2. Türkiye’de Mermer Sektörünün Sorunları	13
2.2.2. Türkiye’de Mermer Rezervi	14
2.3. MERMER ATIKLARI.....	17
2.3.1. Oluşum Yerine Göre Atıklar.....	17
2.3.1.1. Mermer Atıklarının Oluşumu	17
2.3.1.1.1. Ocaklarda Oluşan Atıklar	18
2.3.1.1.2. Fabrikalarda Oluşan Atıklar	19
2.3.1.2. Boyutlarına Göre Oluşan Atıklar	21
2.3.2. Mermerin Doğal Yapısından Kaynaklanan Atıklar	22
2.3.3. Mermer Atıklarının Doğal Çevreye Olan Etkisi.....	22
2.3.4. Mermer Atığı Türünün Mermer Atığının Kullanım Alanına Etkisi	23
2.3.5. Mermer Atıklarının Yapı Sektörü Dışında Kullanıldığı Alanlar	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Mermer Atıklarının Yapı Sektöründe Kullanım Olanakları.....	31
3.2.1.1. Mermer Atıklarının Doğrudan Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları	31
3.2.1.1.1. Mermer Atıklarının Beton Üretiminde Kullanım Olanakları	31
3.2.1.1.1.1. Mermer Atıklarının Beton Agregası Olarak Kullanımı.....	32
3.2.1.1.1.2. Mermer Atıklarının Çimento İmalat Sanayisinde Kullanımı.....	33
3.2.1.1.1.3 Mermer Atıklarının Beton Katkı Maddesi Olarak Kullanılması.....	34
3.2.1.1.2. Mermer Atıklarının Seramik Sektöründe Kullanımı.....	35
3.2.1.1.3. Mermer Atıklarının Kireç Üretiminde Kullanımı	35
3.2.1.1.4. Mermer Atıklarının Tuğla Üretiminde Kullanımı.....	36
3.2.1.1.5. Mermer Atıklarının Gazbeton Üretiminde Kullanılması.....	37

3.2.1.1.6. Mermer Atıklarının Suni Mermer Üretiminde Kullanımı	37
3.2.1.1.7. Mermer Atıklarının Boya Üretiminde Kullanımı	38
3.2.1.1.8. Mermer Atıklarının Çelik Üretiminde Kullanımı	39
3.2.1.1.9. Mermer Atıklarının Cam Üretiminde Kullanımı	39
3.2.1.1.10. Mermer Atıklarının Derz Dolgu Malzemesi Üretiminde Kullanımı.....	40
3.2.1.1.11. Mermer Atıklarının Parke Taşı Üretiminde Kullanılması	40
3.2.1.1.12. Mermer Atıklarının Kompozit Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanılması..	41
3.2.1.2. Mermer Atıklarının Diğer Kullanım Olanakları.....	42
3.2.1.2.1. Mermer Atıklarının Zemin Stabilizasyonunda Kullanılması.....	42
3.2.1.2.2. Mermer Atıklarının Plastik Sanayisinde Kullanımı	43
3.2.1.2.3. Mermer Atıklarının Ahşap Yüzey Şekillendirilmesinde Kullanımı.....	43
3.3. Araştırmanın Amacı	44
3.4. Araştırmanın Örnekleme.....	44
4. BULGULAR	45
4.1. Firma Özelliklerine ve Firma Yetkililerine İlişkin Bulgular	45
4.2. Mermer Üretimi, İşlenmesi ve Satışına İlişkin Bulgular.....	50
4.3. Mermer Atıkları ve Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular	57
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	71
5.1. Atık Üretiminin Azaltılması	72
5.2. Mermer Atıklarının Kullanıldığı Alanlar Hakkında Farkındalığın Artırılması.....	73
5.3. Ortaya Çıkan Mermer Atıklarının Bilinçli ve Sistemli Bir Biçimde Değerlendirilmesi	74
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	81
EK.1	82
EK.2	84
EK.3	85
EK.4	86
ÖZGEÇMİŞ.....	88

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
\$	Dolar
μm	Mikrometre
%	Yüzde
Al_2O_3	Alüminyum Oksit
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Kalsiyum Hidroksit
$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	Kalsiyum Karbonat
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Dolomitik Kalker
CaO	Kalsiyum Oksit
cm	Santimetre
CO_2	Karbondioksit
Fe_2O_3	Demir (III) Oksit
FeO	Demir (II) Oksit
kg/m^3	Kilogram\metreküp
m^3	Metreküp
$\text{Mg}(\text{CO}_3)$	Magnezyum Karbonat
MgO	Magnezyum Oksit
Mm	Milimetre
pH	Hidrojen Gücü
S	Kükürt
SiO_2	Silisyum Dioksit

Kısaltmalar	Açıklama
AAC	Gazbeton
İMİB	İstanbul Maden İhracatçıları Birliği
MAPEG	Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
M.Ö.	Milattan Önce
M.S.	Milattan Sonra
MTA	Maden Tetkik Arama
PA	Poliamit
PP	Polipropilen
PVC	Poli Vinil Klorür
TPES	Termoplastik
TS 453[2]	Türk Standartları (Gazbeton Yapı Elemanları)
TS EN 12808	Türk Standartları (Derz Dolgu Malzemeleri)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜYAP	Tüm Fuarcılık Yapım A.Ş.
yy.	Yüzyıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.2.2.1. Türkiye’de mermer rezervinin bölgelere göre dağılımı.....	14
Şekil 2.2.2.2. Mermer rezervinin iller bazında dağılımı	15
Şekil 2.2.2.3. Türkiye mermer rezervleri haritası.....	15
Şekil 2.3.1.1.1.1. Mermer ocağı genel iş akış şeması.....	19
Şekil 2.3.1.1.2.1. Mermer fabrikası genel iş akış şeması.....	20
Şekil 3.2.1.1.6.1. Suni mermer üretimine ait akış şeması.....	38
Şekil 4.1.1. Görüşme yapılan mermer firmalarının illere göre oransal dağılımı.....	45
Şekil 4.1.2. Firma yetkililerinin yaş aralıklarının oransal dağılımı	46
Şekil 4.1.3. Firma yetkililerinin meslek gruplarına göre oransal dağılımı	47
Şekil 4.1.4. Firma yetkililerinin yıl bazında mesleki deneyimlerine göre oransal dağılımı	48
Şekil 4.1.5. Firmaların kuruluş yıllarına göre oransal dağılımı.....	49
Şekil 4.1.6. Firmalar tarafından kendilerini tanımladıkları işletme ölçeğine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	50
Şekil 4.2.1. Firmalar tarafından mermer üretim durumuna ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	51
Şekil 4.2.2. Firmalar tarafından ton bazında yıllık mermer üretimine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	52
Şekil 4.2.3. Firmalar tarafından ton bazında mermer satışına ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	53
Şekil 4.2.4. Firmalar tarafından üretilen mermer türüne ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	54
Şekil 4.2.5. Firmalar tarafından satılan mermer türüne ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	55
Şekil 4.2.6. Firmalar tarafından kullanılan mermer işleme yöntemlerine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	56
Şekil 4.3.1. Firmalar tarafından üretilen / işlenen mermerlerden çıkan atık yüzdesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	58
Şekil 4.3.2. Firmalar tarafından çıkan mermer atığının çıktığı yere göre derecelendirilmesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	59
Şekil 4.3.3. Firmalar tarafından ortaya çıkan mermer atıklarının doğal nedenlere göre derecelendirilmesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	60
Şekil 4.3.4. Firmalar tarafından ortaya çıkan mermer atığı türlerinin derecelendirilmesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	61
Şekil 4.3.5. Firmalar tarafından mermer atıklarını değerlendirme durumlarına ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	62
Şekil 4.3.6. Firmalar tarafından mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında bilgi sahibi olma durumlarına ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	63
Şekil 4.3.7. Firmalar tarafından mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlara ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	65
Şekil 4.3.8. Firmalar tarafından mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapı faaliyetinde kullanıldığı alanlara ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	66
Şekil 4.3.9. Firmalar tarafından mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlara ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	68

Şekil 4.3.10. Firmalar tarafından mermer atıklarını değerlendirdiklerinde gelir elde etme durumuna ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı.....	69
Şekil 4.3.11. Firmalar tarafından bilinen mermer atığı değerlendirme tesisinin varlığı hakkında bilgi sahibi olma durumuna ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı	70
Şekil 5.3.1. Mermer atıklarının oluşumuna ve değerlendirilme sürecine ilişkin önerilen genel akış şeması	75



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.2.1.1.1. 2010-2017 yılları arası toplam ihracat ve mermer ihracatına ilişkin veriler	10
Çizelge 2.2.1.1.2. Türkiye’de 2010-2017 yılları arasında gerçekleştirilen blok mermer ithalat ve ihracat rakamları.....	11
Çizelge 2.2.1.1.3. Türkiye’de 2010-2017 yılları arasında gerçekleştirilen işlenmiş mermer ithalat ve ihracat rakamları.....	12
Çizelge 2.2.2.1. 2010-2017 yılları arasında ton bazında mermer üretimi.....	16
Çizelge 2.2.2.2. Türkiye’de çıkartılan mermer çeşitleri	16
Çizelge 2.3.1.1.1. Mermer üretim aşamalarında oluşan atık oranları.....	17
Çizelge 2.3.3.1. Türkiye’de kalsit tüketimi.....	24
Çizelge 2.3.3.2. Parça ve toz mermer atıklarının kullanım alanları	25
Çizelge 2.3.3.3. Mermer tozlarının sanayide kullanım alanları ve oranları.....	25

1.GİRİŞ

Türkiye, mermer rezervi bakımından dünya rezervinin %40'ına sahiptir. Bununla birlikte Türkiye, bulunduğu coğrafya sebebiyle mermer çeşitliliği bakımından da oldukça zengindir. Türkiye, doğal taş ihracatı ve ithalatında da yine dünyada önemli bir konumda bulunmaktadır. İMİB ve MTA'nın 2017 verilerine göre, Türkiye mermer ticareti bakımından dünya devleriyle yarışmaktadır. Dünya mermer rezervinde lider olan Türkiye, bu rezervi etkili bir biçimde değerlendirememektedir. Mermer rezervinin yalnızca %2'sinin kullanıldığı Türkiye'de, çıkartılan mermerin %50-70'i atık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu atık yüzdesine göre, aktif olarak işletilen mermer ocaklarından çıkartılan mermerin yarısından fazlası zayi olmaktadır. Bu bağlamda, mermer atığının geri dönüşümü ülke ekonomisi ve doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmemesi açısından oldukça önemlidir.

Mermer, kalkerin ve dolomitik kalkerin belirli bir sıcaklık ve basınç altında başkalaşımı sonucunda meydana gelen bir bileşiktir. Mermerin içerisinde yüksek oranda kalsiyum karbonat ve düşük oranda magnezyum karbonat bulunmaktadır (Çinar 2016). Mermerin doğal yapısından kaynaklanan bazı özelliklerinden dolayı atık meydana gelmektedir. Bu özellikler; kırık ve çatlaklar, damarlar, boşluklar, kristal doku, foliasyon ve fosillerdir. Bu özelliklerin yanında, mermerin bulunduğu ana kayanın yapısı da mermer atığını meydana getiren nedenlerden biridir. Meydana gelen atıklar, tanecik boyutlarına göre parça ve toz mermer atığı olmak üzere iki ana başlıkta incelenebilir. Bu atıkların kullanım alanı atığın tanecik boyutuna göre değişiklik göstermektedir. Mermer parça atıkları daha çok yapı sektöründe, mermer toz atıkları ise endüstriyel hammadde üretiminde kullanılmaktadır.

Meydana gelen atıkların geri dönüştürülmemesi çevre kirliliğine, doğal kaynakların gereğinden fazla tüketilmesine, üretim sırasında verimliliğin azalmasına ve atıkların depolanması probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda atıkların geri dönüştürülmesi, hem çevre kirliliğine bağlı oluşacak problemleri azaltmakta; bununla birlikte ülke ekonomisine de katkı sağlamaktadır.

Yapılan bu çalışmanın amacı, mermer atıklarının yapı malzemesi olarak kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Tez kapsamında, literatür taraması ve soru formu

aracılığıyla görüşme yapılmıştır. Soru formu aracılığıyla gerçekleştirilen görüşme mermer işletmelerinin mermer atığının değerlendirilmesi konusunda yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanı 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Mermer Fuarı olup, çalışma kapsamında 77 adet firma temsilcisiyle görüşme yapılmıştır. Yapılan görüşmelerde işletmelere; firma özelliklerine ilişkin, mermer üretimi, işlenmesi ve satışına ilişkin ve mermer atıkları ve değerlendirilmesine ilişkin sorular yneltirmiştir. Elde edilen veriler grafikler üzerinden değerlendirirmiştir.



2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde, mermer hakkında genel bilgiler, Türkiye’de mermer rezervi ve ekonomisi ve mermer atıkları hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde bulunan bilgiler, soru formunun bir bölümünün bilimsel altyapısını oluşturmaktadır.

2. 1. MERMER HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bu bölümde mermerin tanımı yapılmış, mermerin oluşumu, tarihçesi, fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.1.1.Mermerin Tanımı ve Mermerin Oluşumu

Mermer, kaynaklarda bilimsel ve ticari olmak üzere iki farklı şekilde tanımlanmaktadır. Bilgin’e (1998) göre bilimsel anlamda mermer, kalsitin $Ca(CO_3)$ ve dolomitik kalkerlerin $(CaMg(CO_3)_2)$ yer altında belirli bir ısı ve belirli bir basınç altında başkalaşıma uğramasıdır. Bu yüzden mermerler, başkalaşım kayalarları olarak da bilinir (Görgülü 1994, Onargan ve Köse 1997).

Kalsitin ve dolomitik kalkerlerin, uzun yıllar süresince yeraltında karşılaştığı çökelme ve tortullaşma etkisiyle birlikte yeraltında kalmasından kaynaklı ısı ve basınç etkisiyle başkalaşıma (metamorfizma) uğrarlar. Başkalaşım sürecinde basınç ve sıcaklık açısından bir takım değişikliklere maruz kalan, kalsitler (kireçtaşı) bazı özelliklerini kaybeder. Maruz kaldıkları birtakım fiziksel ve kimyasal etkiler sebebiyle sahip oldukları birtakım özelliklerini kaybederler. Maruz kaldıkları fiziksel ve kimyasal etkilerle kristalize olarak mermerleri oluştururlar (Çapık 2008).

Ticari anlamda ise mermer, cila tutabilen her türlü doğal taştır. Mermer sektöründe, mermer olarak isimlendirilen her doğal taş gerçek mermer değildir. Bunun yanında tam olarak mermerleşmemiş fakat kristalize olmuş doğal taşlar da mermer olarak isimlendirilmelidir. Bu durum da doğal taşların isimlendirilmesinde karışıklığa yol açmakta ve doğal taşların ayırımı zorlaştırmaktadır (Taşlıgil ve Şahin 2016).

2.1.2. Mermerin Tarihçesi

Mermer kelimesinin kökenine bakıldığında, kaynaklarda iki farklı görüş bulunmaktadır. Kimi kaynaklarda mermer kelimesinin kökeninin Marmara Adası’ndan geldiği

belirtilmektedir. Kimi kaynaklarda ise kökeninin Latince bir kelime olan “marmor” kelimesinden geldiği belirtilmektedir.

Kimi kaynaklarda mermer kelimesinin kökenlendiği yer olduğu belirtilen Marmara Adası’nda, ilk antik mermer işletmeciliği 2000 yıl önce başladığı bilinmektedir. Bu faaliyet, pek çok medeniyetin inşasında ve kültüründe önemli bir yere sahiptir. Mermer sanayisi, dünyanın bilinen en eski sanayilerinden biridir. Mermer sanayisi, geçmişten günümüze bu önemini korumaya devam etmektedir. İşlenmesi, çıkartılması ne kadar zor olsa da mermer; makine teknolojilerinin gelişmesiyle giderek daha da çok tercih edilen bir malzeme olmaktadır. Mermer, inşaat sektörü başta olmak üzere, oldukça fazla alanda kullanılmaktadır (Bilgin ve Çakır 1998).

Yapılan araştırmalarda, mermerin kullanıldığı tarih kesin olarak bilinmemekle birlikte mermerin ilk kullanımının 2500-3000 yıl öncesine dayandığı gösterilmektedir. İlk Çağ kentlerinin kalıntıları incelendiğinde, Marmara Adaları’nın bazı kesimlerinden çıkartılan kesintisiz kaynaklı büyük blokların kullanıldığı anlaşılmaktadır. Araştırmalara göre, Marmara Adası’nın geçmişten bugüne kadar sürdürülebilirliğini ve verimliliğini korumuş bir mermer yatağı olduğu bilinmektedir (Taşlıgil ve Şahin 2016).

Mermerin ilk kullanım alanı, ilkel topluluklarda yapılan silah ve süs eşyalarıdır. Sonraki yıllarda, en fazla kullanıldığı dönem M.Ö. 1400’lü yıllardır. Anadolu’da mermer işlemenin, M.Ö.23.yy-M.Ö. 12. yy arasında bulunan kabartmalar ve süslemelerle başladığı varsayılmaktadır. Ülkemizde mermer yatakları, Anadolu uygarlıklarının tümü tarafından kullanılmıştır (Duran 2015). “Dünyanın hiç bir yerinde mermer Anadolu’daki kadar yaygın kullanılmamıştır” (Kourkoulis ve Ganniari-Papageorgiou 2009). Dönem dönem yaşanan afetler ve savaşlardan kaynaklı, mermer kullanımının artışını yavaşlatsa da; mermer en fazla Roma ve Bizans döneminde kullanılmıştır. Bu dönemlerde, birçok mimari yapıda mermer kullanılmıştır. Bu dönemleri takiben Selçuklu Devleti ve Osmanlı Devleti’nde de yapılarda ve süs eşyalarında mermer kullanımı yoğun olarak görülmektedir (Taşlıgil ve Şahin 2016).

Mermer, maliyetli bir malzeme olduğundan; cumhuriyetin ilk yıllarında oldukça kısıtlı olarak kullanılabilmiştir. Bu dönemde mermerin kullanıldığı yerler devlet binalarının cepheleri ve mezar taşlarıyla sınırlı kalmıştır. Mermerden 1970’lere kadar zor

işlenebilmesi nedeniyle istenilen verim sağlanamamıştır. Ülkemizde inşaat faaliyetlerinin arttığı ve ülkenin yurtdışına açıldığı 1970-1980 yılları arasında mermercilik faaliyetleri de artmıştır (Top 2014). 1986 yılında çıkan “Taş Ocakları Nizamnamesi”, Türkiye’de mermercilik için bir mihenk taşı olmuştur. Bu nizamname kapsamında mermer, maden kanunu kapsamında değerlendirilmiş ve mermercilik alanında değerli yatırımlar yapılmıştır. Mermer sektöründe yapılan yatırımlar sektöre hareketlilik getirmiş ve ülkemize modern mermer işleme teknolojilerinin girmesi sağlanmıştır (Taşlıgil ve Şahin 2016).

2.1.3. Mermerlerin Özellikleri

Bu bölümde, mermerin fiziksel ve mekanik özellikleri ve mermerin kimyasal özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.1.3.1. Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Mermerin fiziksel ve mekanik özellikleri sırasıyla; cila tutma, çözünme, damarlılık, dayanım, gözeneklilik, renk, saydamlık, sertlik, ve yabancı maddeler olarak sınıflandırılmaktadır.

Cila tutma mermer için önemli bir özelliktir. Her doğal taşın, belli bir seviyede cila tutma kapasitesi bulunmaktadır. Mermer piyasasında, en çok tercih edilen mermer cila alma kapasitesi yüksek olan mermerlerdir.

Çözünme, atmosferik etkilere maruz kalan alanlarda kullanılan mermerler için oldukça önemlidir. Bu atmosferik etkilerden en önemlisi yağmur suyunda bulunan karbondioksittir (CO₂). Karbonsioksit gazı, mermerin yüzeyinin aşınmasına neden olarak mermerin dayanımını olumsuz etkileyebilmektedir.

Damarlılık, mermerin ana kaya yapısına bağlı olarak ortaya çıkan ve mermerin dayanımını düşüren bir özelliktir. Damarlar, mermerin masifliğini zayıflatan yollar olarak da tanımlanabilir. Mermerin bünyesindeki kırık ve çatlaklar, mermerin en dayanıksız bölgelerini oluşturmaktadır. Mermer, damar hattı boyunca daha hassas olduğundan, atmosferik etkilere maruz kalacak alanlarda damarlı mermerler

kullanılmamalıdır. Fakat dekoratif anlamda yarattığı görsel etki nedeniyle damarlılık mermer için istenen bir durum olabilmektedir.

Dayanım, mermerin mineral yapısına ve bünyesinde barındırdığı minerallere göre farklılık göstermektedir. Mermerde dayanım; mermerin kristal boyutuna, mermerin gözenekliliğine, mermerin içerdiği kalsit ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) miktarına ve mermerin içerdiği yabancı madde miktarına göre farklılık gösterebilmektedir.

Gözeneklilik, mermerin kullanıldığı yere göre avantaj veya dezavantaj olabilmektedir. Eğer mermer, atmosferik etkilere maruz kalacağı bir yerde kullanılıyorsa gözeneklilik bir dezavantajdır. Fakat mermer dekoratif amaçla kullanılıyorsa, gözenekliliğin yarattığı heterojen etki nedeniyle gözeneklilik mermer için bir avantaj olabilmektedir.

Renk, mermerin içerisinde barındırdığı mineraller hakkında bilgi vermektedir. Mermerlerin saflık derecesi arttıkça, renkleri beyaza yaklaşmaktadır. Fakat renkli mermerler, daha yoğun çıkartılmaktadır. Mermerin renkli olması, içerisinde farklı türde mineraller barındırdığını göstermektedir.

Saydamlık, mermerin ışık geçirgenliğidir. Mermerlerde mineral boyutu büyüdükçe gözeneklilik ve saydamlık arttığından bu tip mermerler daha çok dekoratif amaçlı tercih edilir. Mineralleri küçük olan mermerler ise mineralleri büyük olan mermerlere göre daha az gözenekli ve saydam olduğundan daha dayanıklıdır. Bu yüzden genellikle inşaat sektöründe malzemenin dayanıklı olması öncelikli olarak kullanım nedeni olmaktadır.

Mermerin sertliği, temelde içerisinde barındırdıkları silikatlara bağlıdır. Mermerin bünyesindeki silikat yüzdesiyle mermerin sertliği doğru orantılıdır. Sert mermerler, işlenmesi zor olsa da cila tutma kabiliyetleri nedeniyle sektörde sıkça tercih edilmektedir.

Yabancı madde, mermer içinde bulunan yabancı maddeye göre etkisi farklı olmaktadır. Bu yabancı maddeler demir-sülfidler, silisli ve silikatlı mineraller olabilmektedir. Bu minerallerden en çok rastlanan mineral pirit mineralidir. Bu madde mermerin güzel cila almasını sağlar ama mermerin işlenmesini de zorlaştırmaktadır (Onurgan ve ark. 2005).

2.1.3.2. Kimyasal Özellikler

Sarıtaş (2006) tarafından, mermerin kimyasal özellikleri “Kimyasal özellikler, mermerin içerisindeki oksit değerlerinin toplamıdır. Mermerler, $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ olduklarından, asite ve çözülmeye karşı dayanıksızdır. Açık renkli olan mermerlerde demir oksitlerin kalsitlerle birlikte bulunması korozyona yol açabilir” şeklinde ifade edilmektedir.

2.1.4. Mermer İşleme Yöntemleri

Mermer işleme yöntemleri literatürde; testere ile kesme, honlama, cilalama, alevle yakma, eskitme, kumlama, çekiçleme, doldurma, doğal boyutlandırma ve asitle yıkama olarak sınıflandırılmaktadır.

Testere ile kesme, mermerlere uygulanan ilk işlemdir. Mermerler, belirli ebatlarda; dairesel testere yardımıyla kesilir. Bu işleme testere ile kesme adı verilmektedir. Bazı doğal taşlar ise ilk kesildikleri hallerde kullanılırlar. Bu halleriyle kullanılan taşlar “ham plaka” olarak adlandırılmaktadır (Çelik ve Kavuşan 2001).

Honlama, kesme işleminden sonra mermer yüzeyinin çeşitli aşındırıcılar aracılığıyla yüzeyinin pürüzlülüğünün artırılması işlemidir. Honlanmış mermerler mat bir yüzeye sahiptir. Bu yöntem, cila görmüş yüzeylerin istenmediği ve pürüzlü bir yüzeyin istendiği yüzeylerde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, hiçbir yöntemle yüzeyi cila tutmayan mermerlerde kullanılan bir yöntem olarak bilinmektedir (Çelik ve Kavuşan 2001).

Ozuloğul ve Erdoğan (1995) cilalama işlemini “Cilalama, belirli kimyasalların belirli bir sırayla kullanılmasıyla mermerin yüzeyinin parlatılması işlemidir” olarak tanımlamaktadır. Cilalama işlemi sonucunda oluşan parlaklık seviyesi, mermerin doğal yapısından kaynaklanmaktadır. Parlak ışığın yansıması, mermerin jeolojik ve mineralojik yapısından kaynaklanmaktadır. Bu işlemin uygulandığı mermerlerde gözenek olmadığından, taş atmosferik etkilere de azami ölçüde dayanıklı olmaktadır.

Alevle yakma işlemi farklı ısıl genişleme katsayılarına sahip farklı minerallerden oluşan kayalara uygulanmaktadır. Bundan dolayı bu işlem, genel olarak magmatik mermerlerde uygulanmaktadır. Kalsit kökenli mermerlerde bu işlem

uygulanmamaktadır. İşlem sonrasında taşın yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük nedeniyle bu teknik kullanılarak işlenen mermerler genellikle dış mekanlarda kullanılırlar. Fakat işlem sonucunda taşın yüzeyinde oluşabilecek hasarlara karşı tedbir alınması gerekmektedir (Çelik ve Kavuşan 2001).

Eskitme işlemi, bazı mermer türlerinin ebatları küçük ve pürüzlü yüzeye sahip olan parçalarının yıpranmış bir görünüme sahip olması için yapılan bir işlemdir (Çelik ve Kavuşan 2001). İşleme tabi tutulacak mermer parçaları, farklı boyutlarda kare şeklinde kesilir ve pahlanır.

Kumlama işlemi, mermer yüzeyinin mat ve pürüzlü bir görünüme sahip olması için uygulanan bir işlemdir. Bu işlem, kum ve sudan oluşan bir karışımın basınçla mermer yüzeyine püskürtülmesidir. Bu işlemde otomatik kumlama makinesi de kullanılabilir. Bu işlemin uygulandığı mermerlerin yüzeyleri pürüzlü olduğundan, dış mekanlarda kullanılmaktadır. Kumlama işlemi yapılmış yüzeyler atmosferik etkilere maruz kalacak yerlerde kullanılırsa, yüzey kirliliğinin oluşmaması için işlem uygulanmış yüzeye yüzey koruyucu maddeler kullanılması önerilmektedir (Aydoğan 2006).

Çekiçleme yöntemi, her doğal taşta kullanılabilen bir yöntem olmakla birlikte özellikle tuf ve andezit gibi kolay işlenebilir taşlarda daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu yöntem, taşın yüzeyine kabartılmış bir etki verilmek istendiğinde kullanılmaktadır. Bu yöntemle şekillendirilen taşlar, genellikle tarihi binaların dış cephelerinde kaplama malzemesi olarak tercih edilir. Bu işlemin uygulandığı taşların yüzeyleri de kirlenmeye müsaittir ve bu yüzeyleri koruyucu önlemler alınması önerilmektedir (Çelik ve Kavuşan 2001).

Doldurma yöntemi, doğal taşların bünyesinde bulunan veya belirli işlemler sonucunda belirginleşen gelen gözeneklerin kapatılması için kullanılan yöntemdir. Bu durumda, taşlara suni olarak dolgu yapılır ve yüzeyde bulunan gözeneklilik azaltılır. Bu gözeneklerin doldurulması maksadıyla genel olarak çimento veya polyester esaslı malzemeler kullanılır. Binalarda estetik bir görüntü oluşturması nedeniyle Almanya, Avusturya gibi ülkelerde tarihi nitelikli binalarda kullanılmaktadır (Çelik ve Kavuşan 2001).

Doğal boyutlandırma işleminde, arduvaz taşları metamorfizma sırasında kazanılan klivaj hattı doğrultusunda kendiliğinden düzgün yüzeyler halinde ayrılırlar. Bu taşlar, doğal boyutlarıyla farklı bir boyutlandırma yöntemine gerek kalmaksızın kullanılabilir. Bunun yanında da arduvaz taşının fazlaca bulunduğu bölgelerde arduvaz taşı doğal boyutlandırılmış haliyle yapı malzemesi olarak kullanılabilir (Aydoğan 2006).

Asitle yıkama işlemi, pürüzlü mermer yüzeylerin antik bir görüntü alması için uygulanmaktadır. Özellikle kalsit, asite karşı oldukça dayanıksız bir bileşiktir. Bu da, mermerin yüzeyinde pürüzlülük oluşturmaya neden olur. Bu işlem, taşın kimyasal yapısında bir takım hasarlara yol açtığından, kullanılması pek önerilmemektedir (Çelik ve Kavuşan 2001).

2.2.TÜRKİYE’DE MERMER REZERVİ ve EKONOMİSİ

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’de mermer sektörünün ithalat ve ihracat verileri, Türkiye’de mermer sektörünün sorunları ve Türkiye’de mermer rezervi konularına değinilmiştir.

2.2.1. Türkiye’de Mermer Sektörü, İthalat ve İhracatı

Ülkelerin ekonomik olarak kalkınmalarında, sahip oldukları doğal taş kaynakları oldukça önemlidir. Günümüzde ve bugüne kadar uygulanan çeşitli ekonomik stratejiler uygulansa da, tek ortak nokta hammadde girdisinin üretim çarkındaki vazgeçilmez olmasıdır. Günümüz ekonomisinde, işgücü, hammadde ve sermaye üçlüsü bir devletin kalkınması için en önemli kriterler olarak karşımıza çıkar. Yani doğal taş kaynaklarını işgücü ve sermaye ikilisiyle uygun biçimde pazarlayabilen devlet, kalkınma yarışında öne geçecektir.

2.2.1.1. Türkiye’de Mermer İthalat ve İhracatı

Dünya mermer sektöründe Türkiye, yüksek rezerv miktarı ile dünya doğal taş rezervinin yaklaşık %40’ına sahiptir. Bu rezervin sadece %2’lik kısmının Türkiye tarafından kullanıldığı bilinmektedir (Anonim 2019b).

Türkiye, dünya mermer ihracatında söz sahibi ülkeler arasındadır. Şekil.2.2.1.1.1.'deki veriler incelendiğinde 2017 yılında 156,7 milyar \$ tutarında ihracat gerçekleştiren Türkiye, toplam ihracatının % 3'ünü doğal taş sektöründe yapmaktadır. İMİB ve MTA verilerine göre, doğal taş sektöründe ihracat bir önceki yıla göre artış yaşanarak 4,6 milyar \$ olarak gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'nin 2010-2017 yılları arasında gerçekleştirdiği mermer ihracat verilerine bakıldığında, 2010 yılından başlayarak ihracatın düzenli bir şekilde artış göstermediği; dalgalı bir artış gösterdiği görülmektedir. Çizelge 2.2.1.1.1. incelendiğinde en yüksek doğal taş ihracatı 2013 yılında 5,042 milyar \$ tutarında gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2.2.1.1.1. incelendiğinde, Türkiye'nin doğal taş ihracatı 2010 yılından 2014 yılına kadar düzenli bir şekilde artış göstermiş, 2014 yılından itibaren 2013'teki ihracat rakamı yakalanamamış ve dalgalı bir değişim göstermiştir.

Çizelge 2.2.1.1.1. 2010-2017 yılları arası toplam ihracat ve mermer ihracatına ilişkin veriler (Anonim 2019, Anonim 2019a)

Yıllar	Toplam İhracat (x1.000 \$)	Doğal Taş İhracatı (x1.000 \$)	Doğal Taş İhracatının Toplam İhracatta Payı (%)	Mermer İhracatının Toplam İhracatta Payı (%)
2010	112.219.256.	3.658.875	3,3	1,2
2011	134.571.338	3.876.382	2,9	1,1
2012	151.860.845	4.181.526	2,7	1,1
2013	151.707.002	5.042.322	3,3	1,4
2014	157.622.057	4.646.945	2,9	1,2
2015	143.729.741	3.906.820	2,7	1,2
2016	142.138.850	3.786.686	2,7	1,2
2017	156.782.257	4.688.011	3	1,4

Bununla birlikte, doğal taş ihracatının toplam ihracattaki payı yüzde bazında incelendiğinde, doğal taş ihracatının en yüksek %3,3 oranla en yüksek yüzdeye sahip olduğu yıl 2010'dur. Çizelge 2.2.1.1.1. incelendiğinde, doğal taş ihracatı tutar olarak 2010'dan 2017'ye kadar artış göstermesine rağmen; doğal taş ihracatının toplam ihracattaki payı 2010'dan 2017'ye kadar azalmıştır. Bununla birlikte, mermer ihracatının toplam ihracattaki payı incelendiğinde, yer yer dalgalanmalarla birlikte, 2010'dan 2017'ye kadar arttığı gözlemlenmiştir.

Mermerin ithalat ve ihracat durumu blok mermer ve işlenmiş mermer olmak üzere iki ana başlıkta incelemek mümkündür. MTA'dan alınan verilere göre, blok mermer ve işlenmiş mermer ihracat rakamları farklılık göstermektedir. Türkiye'nin 2010-2017 arası yaptığı blok mermer ithalat ve ihracatı Çizelge 2.2.1.1.2.'de gösterilmiştir. Çizelge 2.2.1.1.2. incelendiğinde, 2010-2017 yılları arasında blok mermer ithalat tutarının 2012 yılına kadar azalma gösterdiği, 2012'den itibaren ise artış gösterdiği görülmektedir. Blok mermer ithalatı en yüksek seviyesine 2,8 milyon \$ ile 2017 yılında ulaşmıştır. 2010-2017 yılları arasındaki blok mermer ithalat rakamlarına genel çerçevede bakılırsa, 2010'dan 2017 yılına kadar ihracat değerinin iki katından fazla bir artış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 2.2.1.1.2. Türkiye'de 2010-2017 yılları arasında gerçekleştirilen blok mermer ithalat ve ihracat rakamları (Anonim 2019)

YILLAR	İTHALAT DEĞER (\$)	İHRACAT DEĞER (\$)
2010	1.190.936	670.449.770
2011	1.019.036	719.843.392
2012	964.618	902.753.856
2013	2.044.717	1.139.307.033
2014	3.211.636	960.659.065
2015	2.377.220	883.923.234
2016	2.093.342	871.714.560
2017	2.833.935	1.112.260.553

Bununla beraber blok mermer ihracatı rakamlarına bakıldığında, 2010-2017 yılları arasında dalgalı bir biçimde artış göstermektedir. Blok mermer ihracatı rakamları en yüksek seviyesine 1,139 milyar \$ ile 2013 yılında ulaşmıştır. 2010-2017 yılları arasındaki blok mermer ihracat rakamlarına genel çerçevede bakılırsa, 2010'dan 2017 yılına kadar ihracat değerinin neredeyse iki katına çıktığı görülmektedir.

Çizelge 2.2.1.1.3. incelendiğinde, 2010-2017 yılları arasında işlenmiş mermer ithalat değerlerinin 2013 yılına kadar düzenli olarak artış gösterdiği, 2013'ten itibaren ise azaldığı görülmektedir. İşlenmiş mermer ithalatı en yüksek seviyesine 42 milyon \$ ile 2013 yılında ulaşmıştır. 2010-2017 yılları arasındaki işlenmiş mermer ithalat rakamlarına genel çerçevede bakılırsa, 2010'dan 2017 yılına kadar ihracat değerinin artış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 2.2.1.1.3. Türkiye’de 2010-2017 yılları arasında gerçekleştirilen işlenmiş mermer ithalat ve ihracat rakamları (Anonim 2019)

YILLAR	İTHALAT DEĞER (\$)	İHRACAT DEĞER (\$)
2010	16.448.049	670.502.638
2011	21.370.102	717.750.430
2012	24.693.797	780.913.094
2013	42.064.067	910.069.965
2014	35.771.317	968.039.965
2015	28.011.567	868.940.662
2016	26.847.257	801.807.210
2017	25.910.199	795.468.955

Bununla beraber işlenmiş mermer ihracatı rakamlarına bakıldığında, 2010-2017 yılları arasında dalgalı bir biçimde artış göstermektedir. İşlenmiş mermer ihracatı rakamları en yüksek seviyesine 968 milyon \$ ile 2014 yılında ulaşmıştır. 2010-2017 yılları arasındaki blok mermer ihracat rakamlarına genel çerçevede bakılırsa, 2010’dan 2017 yılına kadar ihracat değerinin artış gösterdiği görülmektedir.

Blok ve işlenmiş mermer ithalat ve ihracat değerlerine bakıldığında, ithalat ve ihracat değerlerinin her ikisi de 2010-2017 yılları arasında artış gösterdiği görülmektedir. Fakat ithalat ve ihracat rakamları karşılaştırıldığında, ihracat rakamlarının İthalat rakamlarına göre oldukça yüksek olduğu ve ihracat rakamlarındaki artış miktarının ithalat rakamlarına göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Tüm bu veriler ışığında Türkiye’nin mermer ihracatçısı bir ülke konumunda olduğu sonucuna varılabilir.

İMİB’in verilerine bakıldığında, Türkiye blok mermer ihracatı konusunda dünyadaki payının %36 olduğu görülmektedir. İşlenmiş mermer ihracatında ise Türkiye’nin payı %24’tür. Bu verilere bakıldığında, Türkiye’nin dünya mermer pazarında hatırı sayılır bir hakimiyeti olduğu görülmektedir. Türkiye, dünyanın çeşitli ülkelerine mermer ihracatı yapan Türkiye, dünyada onlarca ülkeye mermer ihracatı yapan bir ülke konumundadır.

Tüm bu verilere dayanarak, blok mermer ihracatının işlenmiş mermer ihracatından önce olduğu görülmektedir. Bu durumda, işlenmiş mermer ihracatının artırılması gerekmektedir. Bunun için de mermer işleme teknolojisinin günümüz koşullarından daha iyi bir duruma getirilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, dünya mermer

rezervinin %40'ına sahip olup yalnızca %2'sini kullanıldığı düşünülürse Türk mermer sektöründe AR-GE ve tanıtım faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir.

2.2.1.2. Türkiye'de Mermer Sektörü'nün Sorunları

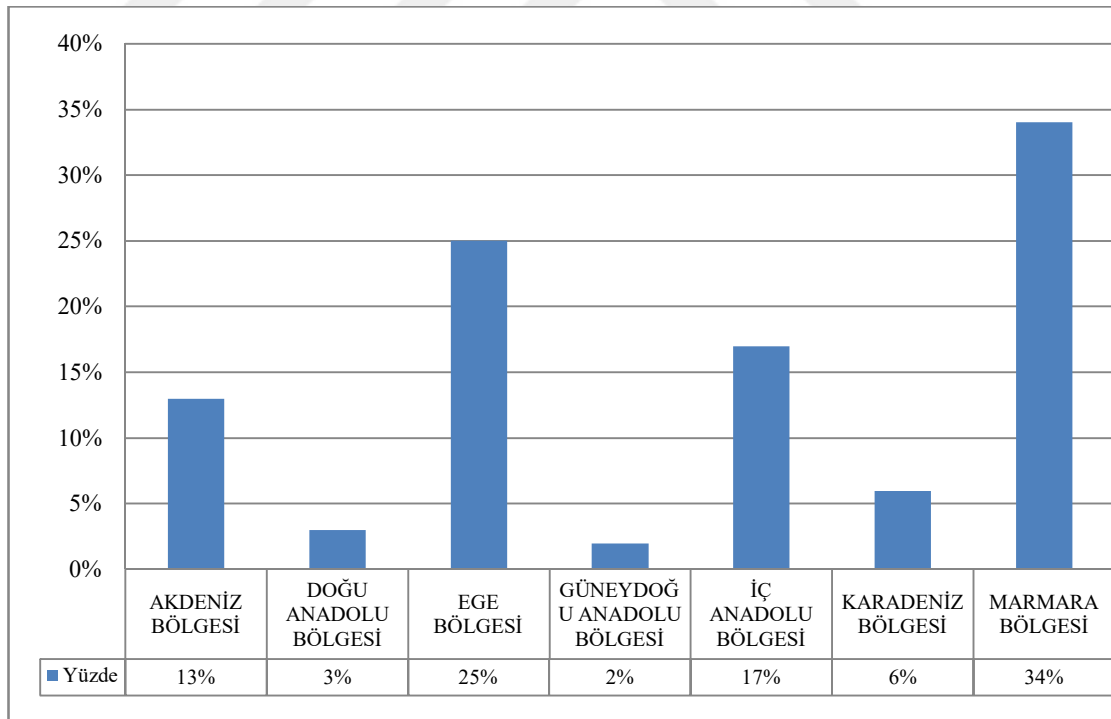
Türkiye'de, mermer sektörünün sorunları oldukça fazladır. Bunlardan ilki, işlenmiş mermer ihracatımızın, blok mermer ihracatımıza oranla daha düşük kalması ve yüzde olarak da gelişiminin daha az olmasıdır. Dünyada, ithal olarak alınan mermerlerde; işlenmiş mermerler blok mermerlere göre daha fazla tercih edilmektedir. Türk mermerlerinin, birçok olumlu yönü olmasına karşın; mermerin işlenmesi, pazarlanması, gibi birçok alanda olumsuzluklar bulunmaktadır. Bahsedilen sorunlar;

- Sermayenin yetersiz olması,
- Türk mermerinin reklamının yeterince yapılmaması,
- Yanlış pazarlama stratejisi ve bundan doğan düşük satış fiyatları,
- İşleme aşamasında işgücünün niteliklerinin zayıf olması,
- Ocaklardaki yatırım eksikliği ve yanlış tekniklerden kaynaklanan üretim kayıpları,
- Yanlış rekabette kaynaklı olarak fiyat politikalarının iyi düzenlenmemesi,
- Sektördeki firmalar arasında belirli bir kolektifleşmenin olmayışı,
- AR-GE faaliyetlerinde yetersiz kalınması ve araştırma faaliyetlerine önem verilmemesi, üretimde standardizasyon eksikliği,
- Bölgesel farklılıkların oluşturduğu çeşitli sorunlar ve liman yetersizliği,
- TBMM'de, doğal taş sektörünü temsil eden bir bakanlık bulunmaması ve bundan dolayı kontrol mekanizmasının sistemli olmayışı,
- Ülkemizdeki terör sorunları nedeniyle ülkemizin her bölgesinde yeterli doğal taş araması yapılamaması,
- İşletme aşamasında gerekli kurumlardan alınan izinlerin şartlarının işletmeler için ağır olması,
- AB uyum sürecinde, doğal taş çıkarım faaliyetiyle bağdaşmayan doğal taş karşıtı fikirlerin ortaya çıkması eğilimi, blok mermer üretimiyle işlenmiş mermer üretiminin paralel olmaması ve kamu kurumlarında ithal doğal taş kullanımına eğilimin olması olarak sıralanabilir (Yıldırım 2012).

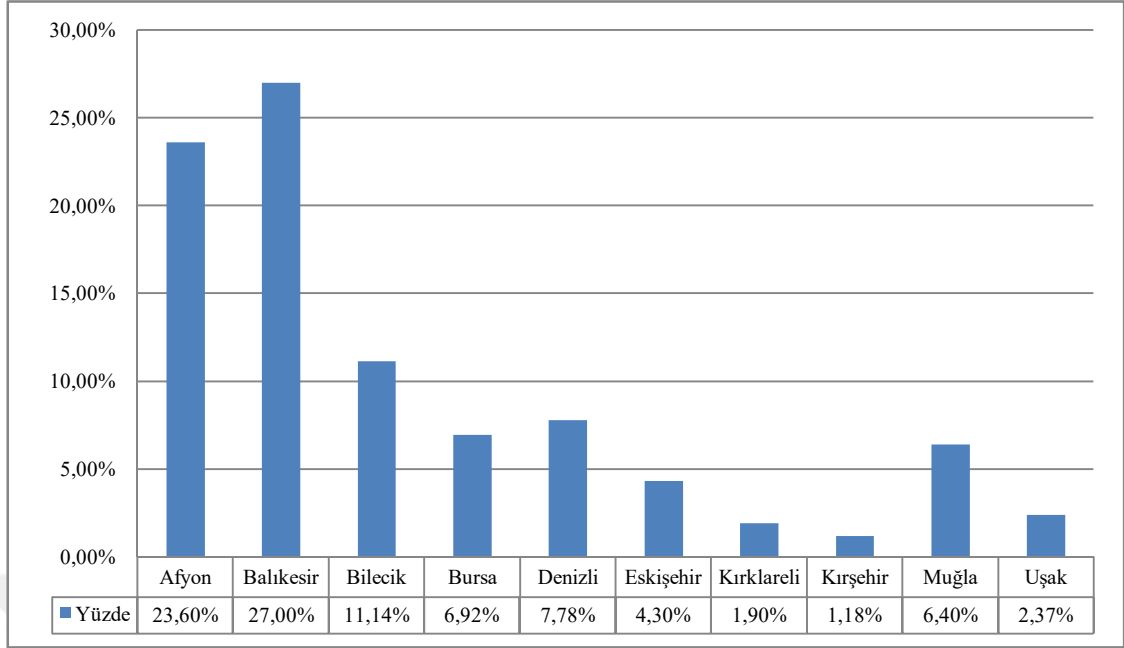
Yukarıda bahsedilen olumsuzlukların olumlu yanlardan fazla görünmesine karşın, daha detaylı ve sektörün güncel sorunlarının çözümüne yönelik yasal düzenlemeler yapıldığında, sektördeki bu sorunlar minimize edilerek sorun teşkil eden problemler sektör için olumlu yöne çevrilmesi mümkün olabilmektedir.

2.2.2. Türkiye’de Mermer Rezervi

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle Alp Himalaya kuşağında yer almaktadır. Bundan dolayı, mermer rezervleri konusunda çeşitli mineral yapılarda ve farklı jeolojik yapılarda oldukça fazla mermer çeşidine sahiptir. Türkiye’nin mermer rezervi bakımından Dünya’nın %40’ına sahip olduğu ve bu rezervin yalnızca %2’sinin kullanıldığı bilinmektedir (Anonim 2019a). Ülkemizde başta Marmara Bölgesi ve Ege Bölgesi olmak üzere, Türkiye’nin her bölgesinden mermer çıkartılabilmektedir. Türkiye’de çıkartılan mermer çeşitleri, dünyada oldukça talep gören mermer çeşitlerindedir. Türkiye’de, bölgelere göre mermer rezervinin dağılımı ve mermer rezervinin illere göre dağılımı Şekil 2.2.2.1 ve Şekil 2.2.2.2’de belirtilmiştir.



Şekil 2.2.2.1. Türkiye’de mermer rezervinin bölgelere göre dağılımı (Anonim 2015)



Şekil 2.2.2.2. Mermer rezervinin iller bazında dağılımı (Aydoğan 2006)

Türkiye, gün geçtikçe sahip olduğu mermerin üretimini ve işletilmesini artırmaktadır. Bu üretim sonucunda ortaya çıkan ihracattan elde edilen gelir ise, Türkiye'nin ihracat payında oldukça fazla paya sahiptir.



Şekil 2.2.2.3. Türkiye mermer rezervleri haritası (Anonim 2015a)

MAPEG'in verilerine göre, Türkiye'de üretilen mermer miktarı (m^3) 2010 ve 2017 yılları arasındaki verilere bakıldığında mermer üretimi 2012 yılına kadar düzenli şekilde artmakta, fakat 2012-2014 yılları arasında azalma eğilimine girmekle birlikte, 2015

yılından itibaren tekrar artış göstermektedir. Bu veriler ışığında, mermer üretimine genel bir çerçevede bakıldığında 2010-2017 yılları arasında dalgalı bir artış görülmektedir. Bu da Türkiye’de mermerin giderek daha fazla değerlendirildiği anlamına gelmektedir. Mermer üretim miktarına 2010’dan 2017’ye kadar genel bir çerçevede bakıldığında mermer üretim miktarının neredeyse 1,5 katına çıktığı görülmektedir (Çizelge 2.2.2.1.).

Çizelge 2.2.2.1. 2010-2017 yılları arasında ton bazında mermer üretimi (Anonim 2019c)

YILLAR	ÜRETİM (m ³)
2010	3.352.070
2011	4.086.222
2012	4.488.947
2013	4.255.545
2014	4.220.564
2015	5.613.435
2016	5.287.780
2017	5.290.947

Çizelge 2.2.2.2. Türkiye’de çıkartılan mermer çeşitleri (Top 2014)

Afyon Beyaz	Diyarbakır Bej	Elazığ Siyah İnci
Kaplan Postu	Ege Bordo (Muğla)	Gölpazarı Bej
Menekşe	Ege Kahve(Manisa)	Hazar Pembe
Akhisar Beji	Ege Füme	Karacabey Siyahı
Akhisar Siyah	Ege Vişne(İzmir)	Karaburun Bej
Bartın Bej	Efes Güneşi(Balıkesir)	Kırşehir Beyazı
Bilecik Pembe-Gül K.	Elazığ Vişne	Kırşehir Siyahı
Burdur-Kahverengi-Bej	Elazığ Petrol Yeşili	Kastamonu Eflani
Denizli Pembe	Elazığ Sunta	Kastamonu Bej
Kumru Türü	Osmaniye Vişne	Limon
Leopar	Sazara Sedef	Kavaklıdere
Afrodit	Saracakaya Bej	Teos Yeşil
Salome	Sivas Beji	Teos Ateş
Süpren	Sivrihisar Bej	Toros Siyah
Manyas Beyaz	Söğüt Bej	Toros Bej
Marmara beyaz	Milas Leylak	Uşak Yeşil
Muğla Beyazı	Sedef	Uşak Beyaz
Muğla Pembesi	Newyork	Vize Pembesi

Ülkemizde, 80'in üzerinde farklı mermer çeşidi bulunmaktadır. Fakat mermer piyasasında en çok bilinen çeşitleri; Muğla Beyaz, Süpren, Elazığ Vişne, Akşehir Siyah, Manyas Beyaz, Bilecik Bej, Kaplan Postu, Denizli Traverten, Ege Bordo, Milas Leylak, Gemlik Diyabaz ve Afyon Şekeri'dir. Mermer çeşitleri Çizelge 2.2.2.2.'de gösterilmektedir (Çelik ve Kavuşan 2001).

2.3.MERMER ATIKLARI

Çalışmanın bu bölümünde, oluşum yerine göre mermer atıkları, mermer atıklarının doğal yapısından kaynaklanan mermer atıkları ve mermer atıklarının doğal çevreye etkisi konuları hakkında bilgi verilmiştir.

2.3.1.Oluşum Yerine Göre Atıklar

Bu bölümde mermer atıklarının oluşumu ve boyutlarına göre mermer atıkları hakkında bilgi verilmiştir.

2.3.1.1. Mermer Atıklarının Oluşumu

Mermer, ocaktan çıkarma ve işleme aşamalarında oldukça fazla oranda atık meydana getiren bir doğal taştır. Bununla beraber, mermerin doğal yapısından ve bulunduğu ana kayanın yapısından kaynaklanan atıklar da meydana gelebilmektedir. Meydana gelen mermer atıkları, bilinçsizce çevreye bırakılmakta ve en başta çevre kirliliği olmak üzere birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Mermer atıkları, oluştukları yere göre ocakta oluşan ve fabrikada oluşan atıklar olarak sınıflandırılırlar. Mermer atıkları boyutlarına göre ise molozlar, kapaklar, paledyenler ve tozlar olarak sınıflandırılmaktadır (Filiz ve ark. 2010).

Çizelge 2.3.1.1.1. Mermer üretim aşamalarında oluşan atık oranları (Onargan 2007)

Toplam Atık Oranı	Mermer Ocağında Meydana Gelen Atık Oranı	Cila-Parlatma Aşamasında Meydana Gelen Atık Oranı	Mermerin Kesimi ve Ebatlanması Aşamasında Oluşan Atık Oranı	Üretilen Net Ürünün Oranı	Üretime Giren Mermer Oranı
%70	%50	%5	%15	%30	%100

Ortaya çıkan mermer atıkları, mermer üretiminin çeşitli aşamalarında ve farklı oranlarda meydana gelmektedir. Oluşum yerine göre mermer atıklarının miktarları Çizelge 2.3.1.1.1.'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde, en yüksek atık oranının mermer ocaklarındaki üretim esnasında çıktığı görülmektedir.

2.3.1.1.1. Ocaklarda Oluşan Atıklar

Mermer ocaklarının yapısında bulunan fay, yarık, çatlak gibi hasarlardan dolayı mermerin çıkartılması esnasında düzgün bir blok elde edilememektedir. Bu tür mermer atıklarının meydana gelmesinin nedeninin ise ocağın jeolojik yapısına uygun olmayan yanlış bir üretim metodunun seçilmesinden kaynaklandığı bilinmektedir.

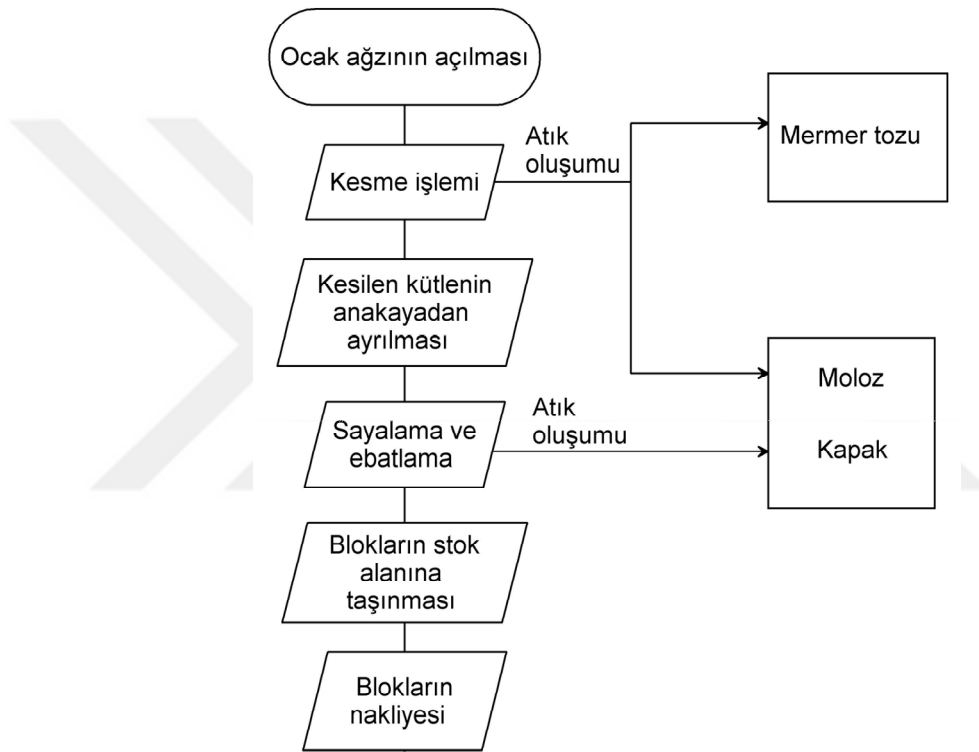
Khyaliya ve Kabeer (2017) bu konudaki görüşlerini, “Ocak üretiminin yaklaşık %50’sini düzensiz şekillerde çıkartılan bloklar atık olarak ortaya çıkmaktadır” şeklinde ifade etmektedir. Bu atıklara karşı gelişmiş ülkelerde oldukça detaylı ve sert yaptırımları bulunan mevzuatların olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte gelişmekte olan veya gelişmemiş ülkelerde atıkların geri dönüşümü ya hiç yapılmamakta, ya da belirli sistematik bir mevzuata bağlı kalmamaktadır (Bilensoy 2010).

Mermer ocaklarında mermerin çıkartılmasında ve blok haline getirilmesinde farklı teknikler kullanılmaktadır. Fakat mermerin ocaktan çıkartılıp blok haline getirilme aşamasına kadar olan işleyiş genellikle benzerdir. Blok mermer üretimini gösteren genel akış şeması Şekil 2.3.1.1.1.1.'de gösterilmiştir.

Blok mermer üretim aşaması, mermerin ocaktan çıkartılmasından blok haline getirilmesine kadar olan süreci kapsar. Ocaktan çıkartılan mermerin blok haline getirilmesi aşamasına kadar mermere birçok işlem uygulanmaktadır. Bu aşamalarda mermer atıkları meydana gelmektedir. Mermerin ocaktan çıkartılması (kesme işlemi) aşamasında, biçimsiz ve büyük boyutlu mermer atıkları olan molozlar meydana gelir. Mermer üretiminde her kesim aşamasında, oldukça küçük boyutlu mermer toz atıkları meydana gelmektedir. Mermer, ana kütlede ayrıldıktan sonra blok mermer standartlarına ulaşabilmesi için sayalama ve işlemine tabi tutulur. Bu işlemin ardından, kapak adı verilen mermer atıkları oluşur. Bu aşamadan sonra, üretilen bloklar stoklandıktan sonra mermer bloklarının satılmak veya işlenmek üzere nakliye işlemi

gerçekleştirilir. Ortaya çıkan mermer toz atıkları (genelde sulu ve çamur kıvamındadır) üretim sahasından uzaklaşması amacıyla boş alanlara dökülür. Mermer parça atıkları eğer değerlendirilecekse öğütme işlemine tabi tutulur. Herhangi bir atık değerlendirilmesi yapılmayacaksa mermer toz atıkları gibi boş alanlara dökülür.

Mermer atıklarının en yüksek oranda meydana geldiği yer mermer ocakları olduğundan; özellikle mermerin ocaktan çıkartılma ve blok haline getirme aşamalarında kullanılan tekniklerin doğru seçilmesi önem taşımaktadır.



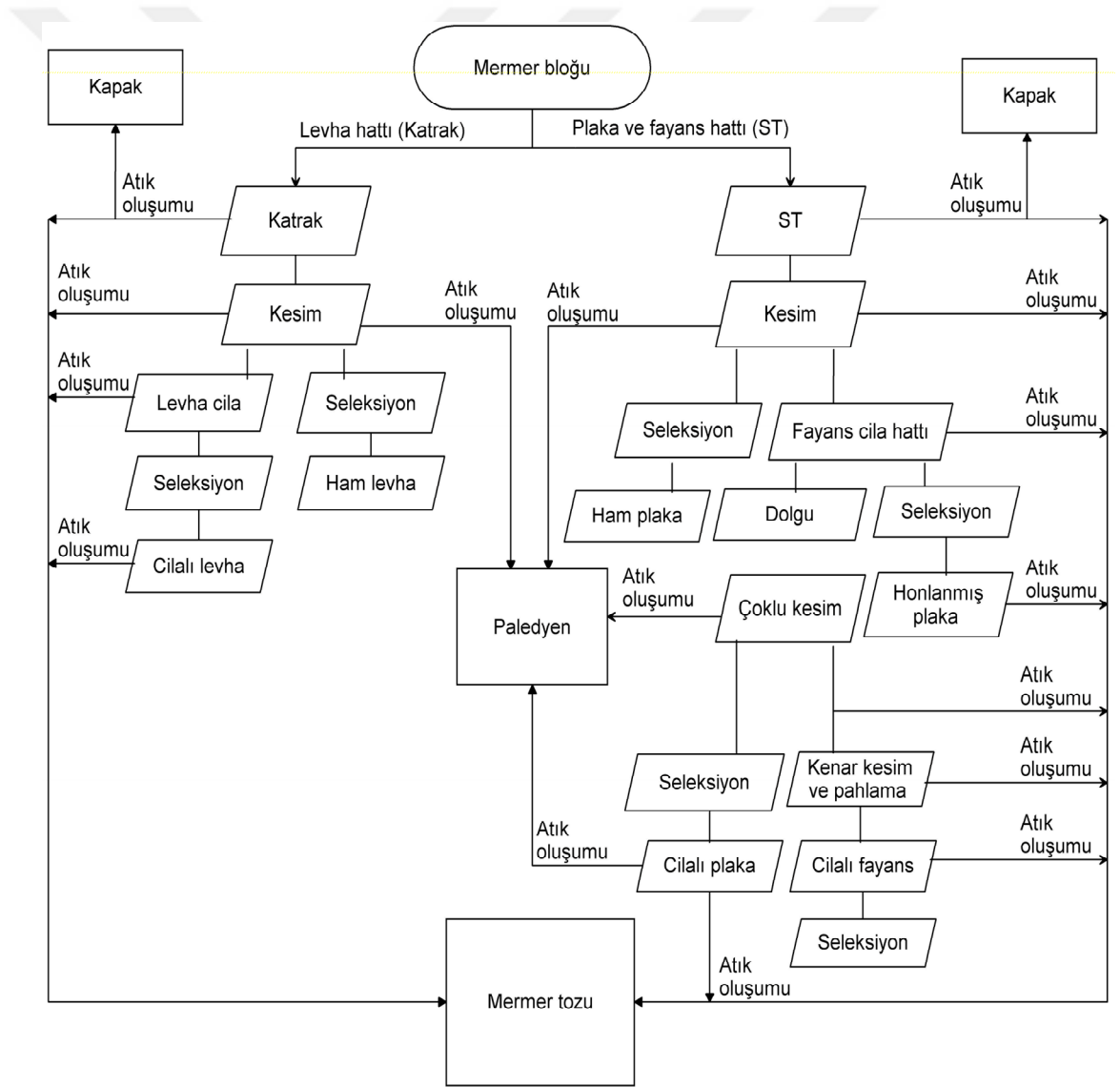
Şekil 2.3.1.1.1. Mermer ocağı genel iş akış şeması (Akkoyun ve Ankara 2007)

2.3.1.1.2. Fabrikalarda Oluşan Atıklar

Mermer blokları, işlenmiş mermer (levha, plaka veya fayans) haline getirilene kadar hemen her işlem sonrası atık meydana getirirler.

Mermerlerin ocak aşamasından sonra, fabrikaya gelen mermer bloklarının levha hattına mı yoksa plaka veya fayans hattına mı sokulacağı belirlenir. Bu aşamadan sonra, mermer blokları katrik veya ST aşamasına geçirilir. Bu aşamalar esnasında, parça mermer atığı olan kapak ve toz mermer atığı meydana gelir. Bu aşamadan sonra,

mermer bloklarının işlenerek ebatlanması gerekmektedir. Ebatlama amaçlı yapılan kesim işlemi esnasında ise taşın yapısından kaynaklı kendiliğinden ayrılmalar görülmektedir. Bu ayrılma sonrası paledyen adı verilen küçük levha şeklindeki atıklar oluşur (Lappa ve ark. 1997). Bununla birlikte, her kesim işleminde olduğu gibi ebatlama işlemi sonrasında da mermer toz atıkları ortaya çıkmaktadır. Ebatlama işleminden sonra, levha ve fayans haline getirilen mermer cilalama ve silim işlemine tabi tutulur. Plaka halinde kullanılması istenen mermerler için bu aşamadan sonra herhangi bir işlem yapılmamaktadır. Bu işlemlerin ardından ise, levha ve fayans haline getirilen mermerler silim ve cilalama işlemine tabi tutulur. Bu işlemin ardından mermer toz atıkları ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.3.1.1.2.1. Mermer fabrikası genel iş akış şeması (Anonim 2019d)

Fabrikada yapılan işlemler esnasında, parça mermer atıklarının yalnızca kesim işlemlerinden sonra ortaya çıktığı görülürken, toz mermer atıklarının ise mermere uygulanan her işlem sonucunda ortaya çıktığı görülmektedir. Bu işlemler su ile yapıldığında atık madde su ile birlikte havuz yöntemiyle bir alanda toplanır (Bilensoy 2010). Bu suyun geri kazanılması sonucu toz atıklar elde edilir. Mermer bloklarının fabrikalarda işlenmesi aşamasına ait akış şeması Şekil 2.3.1.1.2.1.'de görülmektedir. Mermerin fabrikada işlenme aşaması sonlandığında ise, ürünler türlerine ve boyutlarına göre sınıflandırılmakta ve ürünler depolanmaktadır. Bu işlemleri takiben ise satışı yapılmak üzere ürünlerin nakliyesi sağlanmaktadır.

Mermerin fabrikada işlenme aşaması sonlandığında, meydana gelen toz ve parça mermer atıkları için ise süreç ocakta meydana gelen süreçle benzerlik göstermektedir.

2.3.1.2. Boyutlarına Göre Oluşan Atıklar

Molozlar; mermer ocaklarının jeolojik ve tektonik yapısında bulunan fay, kırık ve çatlaklardan dolayı blok mermer üretim aşamasında ortaya çıkan düzensiz formlu ve büyük boyutlu mermer atıklarıdır. Boyut olarak küçük olan molozlar mozaik ve karo yapımında kullanılmaktadır. Bunun haricinde, düzgün bir forma sahip olmayan ve köşeleri kırık olan mermer blokları da moloz kategorisinde değerlendirilmektedir. Karo ve mozaik üreticilerinden bazıları tarafından moloz kullanmak yerine mermer bloğu alınıp patlatma yöntemiyle kendi molozlarını üretmek tercih edilmektedir. Bu tercihin nedeni ise, mermer ocaklarında depolanan molozların gelişigüzel bir şekilde taş ve toprakla birlikte depolanmasıdır.

Kapaklar, mermer işleme alanlarında mermerin işlenme aşamasından kalan atıklar ile monolama ve monotel kesme işlemi sonrasında oluşmaktadır. Bu tip mermer atıkları, bir yüzeyi düzgün olan bloklardan oluşmaktadır. Bununla beraber mermer ocaklarında, büyük boyutlu blokların sayılanması esnasında mermer bloğunun alt, üst ve yan yüzeylerinde ortaya çıkan parçalar da kapak olarak nitelendirilmektedir.

Mermer işleme tesislerinde, ocaklardan getirilen blok mermerler katarlar ve ST makinesi ile plaka şeklinde kesilir. Kesim işlemi esnasında elde edilen düzensiz formlu mermer plakalarına paledyen denilmektedir.

Mermer tozları, mermerin fabrika aşamasından itibaren kullanım aşamasına değin yapılan her türlü işlem neticesinde oluşan ve mineral büyüklüğü yaklaşık 200 μ 'nin altında olan atıklardır. Mermer tozları, mermerin işlenme aşamasında kullanılan mermerin çeşidine göre sulu veya kuru bir halde bulunabilirler. Mermer çamurunda su oranı yaklaşık, %35 ila %45 arasındadır (Yıldız 2008). Mermer işletmelerinden ortaya çıkan toz mermer atıkları, önemli ekonomik kayıplara ve çevresel problemlere sebep olmaktadır. Mermer tozlarının en fazla ortaya çıktığı yerler mermer işleme tesisleridir. Mermerin işlenmesi esnasında, mermerin yaklaşık %25'i toz olarak zayi olmaktadır (Keleştemur ve ark. 2014).

Geri dönüşümünün ve atık yönetiminin öneminin gün geçtikçe kavranmaya başlandığı günümüzde, atıkların değerlendirilmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda atık maddelerden yeni ürünlerin oluşturulması veya değerlendirilen atıkların katkı maddesi olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Atık maddelerin geri dönüştürülmesi; doğal kaynakların sürdürülebilir olarak kullanılmasını ve üretimde verimliliği artırmaktadır. Bilgin ve Koç (2013), tarafından bu konuda yazılan bir makalede "Türkiye de yıllık 3.450.000 ton işlenen mermerden 980.000 ton mermer tozu ortaya çıktıği söylenmektedir" bilgisi verilmektedir.

2.3.2. Mermerin Doğal Yapısından Kaynaklanan Atıklar

Mermer, yapısında mermerin çıkartılmasını ve belirli ebatlarda blok eldesini zorlaştıran bazı kusurlar barındırır. Bu kusurlar sırasıyla; kırık ve çatlaklar, damarlar, boşluklar, kristal dokusu, foliasyon ve fosiller olarak sınıflandırılabilir (Dağlı 2014).

2.3.3. Mermer Atıklarının Doğal Çevreye Olan Etkisi

Mermer endüstrisinin dünya çapında pazarı oldukça geniştir. Mermer, endüstride söz sahibi olan ülkelerin ekonomileri için oldukça önemli bir yere sahiptir. Günümüz dünyasında en önemli çevre sorunlarından bir tanesi de atık maddelerin depolanması ve bu atıkların kullanılması sorunudur. Özellikle de mermer gibi üretim ve kullanım aşamasına kadar %70'i atık olarak ortaya çıkan doğal taşlarda (%40 mermer çamuru ve %30 mermer parça atığı), bu sorun çevreye oldukça fazla zararlar vermektedir. Mermer atık miktarı ülkemizde milyonlarca tonu bulmuş durumdadır. Mermer atıkları meydana

getirdiği önemli çevre problemleriyle beraber; malzemenin büyük bir zayı olmasından dolayı da ekonomiye büyük bir kayıp yaşatmaktadır (Alyamaç ve ark. 2016).

Mermer atıklarının çevreye verdiği zararlar, aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Toprağın su emme kapasitesini büyük ölçüde düşürdüğünden, toprağın verimini düşürür. Bundan dolayı, bölgedeki bitki varlığına büyük ölçüde zarar verir.
- Mermer tozu partikülleri havada uçuştuğundan hava kirliliği yaratır ve insan sağlığına zarar verir.
- Mermer çamuru, su kaynaklarına karışarak suyun kalitesini bozar ve suyun depolanmasını zorlaştırır.
- Toprakta uzun süre kaldığında, suyun akışını zorlaştırır ve yer altı su kaynaklarını olumsuz etkiler.
- Etraftaki atıklar görsel kirliliğe yol açar. Bu da bölgenin turizm ve endüstriyel kapasitesini olumsuz yönde etkiler (Bilgin, 2010).

Bunun yanında, mermer ocaklarının şehir merkezlerine yakın alanlarda konumlanması da diğer bir çevresel sorunu beraberinde getirmektedir. Mermer ocaklarının oluştuğu alanlar insanlar tarafından seçilememektedir. Bundan dolayı, şehir merkezlerine yakın alanlarda da mermer çıkartılabilmektedir. Mermerin çıkartılacağı alanın şehir merkezlerine uzak alanlarda yapılması gerektiği savunulsa da, mermer işletmelerinin bu alanları seçme şansı bulunmamaktadır. Çünkü mermerin oluşumu, insan eliyle kontrol edilebilecek bir olay değildir. Mermer ocağı, oldukça kıymetli tarım alanları, yerleşim alanları veya turistik değerı yüksek olan alanlarda olabilmektedir. Kulaksız (2012), tarafından bu konuda “Fransa’ da büyük bir alçı taşı ocağı Paris’e 15 km. mesafededir” şeklinde bir örnek verilmektedir.

2.3.4. Mermer Atığı Türünün Mermer Atığının Kullanım Alanına Etkisi

Mermerler, bünyesinde barındırdığı kalsit ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) minerali sebebiyle endüstride kalsit ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadırlar. Mermer atıklarının kullanılacağı alan, mermerin tanecik boyutu, kimyasal bileşimi ve rengine göre belirlenir (Yıldız 2008).

Mermerin bünyesinde barındırdığı kalsit mineralinden dolayı mermer toz atıkları; boya, kağıt, dolgu, gübre, plastik, gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Endüstride kalsit; beyazlık, aşındırma ve aşınmaya karşı mukavemet özellikleri sebebiyle oldukça fazla kullanılan bir maddedir. Kalsit, sanayide titanyum dioksit gibi pahalı bileşiklerin kullanımına gerek bırakmamasından dolayı ekonomik olarak da oldukça faydalıdır (Taner 2012). Türkiye’de kalsitin tüketildiği alanlar ve ton bazında kullanım miktarı Çizelge 2.3.3.1.’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3.3.1. Türkiye’de kalsit tüketimi (Taner 2012)

Tüketim Sektörü	Tüketim Miktarı (ton/yıl)
Kağıt Sektörü	50000
Boya Sektörü	80000
Plastik, Kablo Sektörü	65000
İnşaat Sektörü	30000
Yapıştırıcılar Sektörü	5000
Gıda Sektörü	10000
Seramik Sektörü	20000
Halı, Muşamba Sektörü	20000
Toplam	300000

Parça mermer atıkları ve mermer tozları farklı alanlarda kullanılmaktadır. Parça mermer atıkları, daha çok yapı sektöründe yapı elemanı olarak kullanılırken; mermer tozları ise endüstriyel katkı maddesi üretiminde kullanılmaktadır. Parça ve toz mermer atıklarının hangi alanlarda kullanıldıkları Çizelge 2.3.3.2.’de gösterilmiştir.

Mermer atıkları, büyük oranda kalsit minerali içerdiğinden farklı endüstrilerde kullanım olanağı bulunmaktadır. Mermerlerin bünyesinde barındırdıkları kalsit ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) miktarına göre kullanım alanları, kullanım yüzdeleri ve ton bazında üretim miktarları aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 2.3.3.3.).

Tüm bu verilerden hareketle, bünyesinde barındırdığı kalsit oranı fazla olan mermerlerin endüstride daha fazla kullanım alanı bulunmaktadır. Bu tip mermerler de gerçek mermerler olarak adlandırılan magmatik mermerlerdir.

Çizelge 2.3.3.2. Parça ve toz mermer atıklarının kullanım alanları

MERMER ATIKLARININ YAPI SEKTÖRÜNDE KULLANIM OLANAKLARI			
MERMER ATIĞI TÜRÜ	MERMER DOĞRUDAN YAPI MALZEMESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM ALANLARI	MERMER ATIKLARININ DİĞER KULLANIM ALANLARI	MERMER ATIKLARININ YAPI SEKTÖRÜ DIŞINDA KULLANILDIĞI ALANLAR
MERMER TOZ ATIĞI	<ul style="list-style-type: none"> -Çimento üretimi -Beton katkı maddesi üretimi -Seramik üretimi -Kireç üretimi Tuğla üretimi -Gazbeton üretimi -Suni mermer üretimi -Boya üretimi -Çelik üretimi -Cam üretimi -Derz dolgu malzemesi üretimi -Parke taşı üretimi -Kompozit yapı malzemesi üretimi 	<ul style="list-style-type: none"> -Plastik sanayi -Ahşap yüzey şekillendirilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> -Metalürji sanayi -Kimya sanayi -Kağıt sanayi -Zirai kireçtaşı-Zirai zemin ayarlayıcı -Şeker sanayi -Hayvan yemi -Gübre sanayi -Kozmetik sanayi
PARÇA MERMER ATIĞI	<ul style="list-style-type: none"> -Beton agregası üretimi -Suni mermer üretimi 	-Zemin stabilizasyonu	

Çizelge 2.3.3.3. Mermer tozlarının sanayide kullanım alanları ve oranları (Tur 2007)

KULLANIM ALANI	% CaCO₃	Üretim Miktarı (Ton)
Seramik	5 - 6	300.000
Plastik	30 - 45	560.000
Çimento	15 - 20	28.550.000
Gübre	50 - 80	3.500.000
Kanatlı Hayvan Yemi	10 - 12.50	927.000
BB VE KB Hayvan Yemi	5-7	1.450.000
Boya	Tespit Edilemedi	130.000
Gazete Kağıdı	2 - 6	140.000
Kitap Kağıdı	5-40	90.000
Ambalaj Kağıdı	20 - 25	28.000
Sigara Kağıdı	35 - 40	5.400

2.3.5. Mermer Atıklarının Yapı Sektörü Dışında Kullanıldığı Alanlar

Mermer atıkları, mermerin kimyasal ve fiziksel yapısından kaynaklı çoğunlukla yapı sektöründe kullanılmaktadır. Mermer, bünyesinde barındırdığı mineraller sebebiyle yalnızca yapı sektöründe değil diğer sektörlerde de fazlaca kullanılmaktadır. Bu sektörler; metalürji sanayi, kimya sanayi, kağıt sanayi, zirai kireçtaşı- zirai toprak ve zemin ayarlayıcı, şeker sanayi, hayvan yemi, gübre sanayi ve kozmetik sanayi olarak sıralanmaktadır.

Metalürji sanayinde, kalsit yüksek fırınlarda çelikten fosfor ve silisin ayrıştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Metalürji sanayisinde kullanılan kalsitin de boyutlarının 1,2 - 15 mm aralığında olması sülfür oranının ise en fazla % 5, fosfor oranının % 0,01'den az ve $Mg(CO_3)$ oranının en fazla % 10 olması istenir (Kavas ve Kibıncı 2001).

Kimya sanayinde kullanılan mermer atıkları, mermerde bulunan kalsitten ($Ca(CO_3)$) karpit maddesi eldesinde kullanılır. Bu işlem için istenilen kireçtaşı saf olmalı ve yüksek oranda kalsiyum içermelidir. Ayrıca, fosfor oranının % 1'den az, magnezyum-oksit (MgO) oranının % 5'ten az olması, demir-oksit (FeO) oranının % 5'ten az olması ve silisyum oksit (SiO_2) oranının ise % 1 ila % 2'den az olması gerekmektedir (Kavas ve Kibıncı 2001).

Mermer atıklarının, kağıt sanayisinde kullanım imkanı bulunmaktadır. Bu alanda kullanılacak mermer atığı, %30-%98 oranlarında kalsit minerali içermelidir. Bu endüstride kullanılan mermer atıklarının tanecik boyutları 2 mikronun altında olmalıdır. Tüm mermerlerin bünyesindeki kalsiyum karbonat ($Ca(CO_3)$) kağıt endüstrisinde dolgu ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Dolgu için kullanılan mermer atığının kalsit oranı %40-80 olmalıdır. Kaplama amaçlı kullanılan mermer atıklarında ise bu oran %60 civarındadır (Ceylan 2000). Bununla birlikte, mermer tozunun bünyesinde bulunan kalsit minerali kağıda bazı olumlu özellikler getirmektedir. Bunlar; düzenli yanma ve mürekkebin hızlı emilmesidir (Bilgin 2010). Bununla beraber, bünyesindeki kalsit sayesinde mermer atıkları, dergi ve gazete kağıdı üretiminde de kullanılabilir.

Mermer atıkları bünyesinde kalsit minerali bulunması sebebiyle zirai kireçtaşı, zirai toprak ve zemin ayarlayıcısı üretiminde de kullanılabilir. Mermerin bünyesinde bulunan kalsit mineralinin kireçtaşı üretiminde kullanılmasının sonucunda; kireçtaşları tarımsal anlamda verimin yükseltilmesi amacıyla kullanılabilir.

Mermerin bünyesinde barındırdığı kalsit mineralinin yakılması sonucu karbondioksit (CO₂) açığa çıkmaktadır. Bu esnada, bu tepkime kireçtaşı sönmemiş kireç meydana gelmesine neden olur. Sönmemiş kireç ise şeker eldesinde kullanılmaktadır.

Mermerin bünyesinde barındırdığı kalsiyum karbonat (CaCO₃) ve kalsiyum oksit, hayvan yemi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Hayvan yemlerinde kullanılan bu minerallerin tanecik boyutunun 2mm'nin altında olması ve %92 oranında kalsit içermesi gerekmektedir. Bununla birlikte, mermerin bünyesinde bulunan kalsit harici minerallerin temizlenmesi gerekir. Bu mineraller hayvan sağlığına zarar verebilmektedir (Geçgil 1988). Mermer atığının bünyesinde bulunan kalsit minerali, içerisindeki kalsiyum nedeniyle yumurta yemlerinde de %10-15 oranında kullanılabilir (Ceylan 2000).

Mermer, bünyesinde barındırdığı kalsitten dolayı gübre üretiminde de kullanılmaktadır. Kalsit, doğal çevreye en az zarar veren mineral olarak bilinir. Bununla birlikte, kalsit toprağın mineral açısından zenginleştirilmesinde ve asidik toprakların pH'nın düşürülmesinde de kullanılır. Toprakta zamanla azalan kalsiyum miktarı, kalsit katkılı gübreyle dengelenebilmektedir (Geçgil 1988).

Mermerin bünyesinde kalsit mineralini barındırmasından dolayı mermer atıkları kozmetik sanayisinde de kullanılabilir. Bu madde, pudralarda farklı oranlarda kullanılmaktadır. Mermerin saf olması, rengi, tanecik boyutu ve ucuz elde edilmesi gibi özelliklerinden dolayı oldukça fazla tercih edilmektedir. Bununla birlikte kalsit maddesi diş macunu ve diş tozunda da kullanılabilir. Kozmetik sanayinde kullanılan atıkların tanecik boyutu 2-10 mikron arasında değişmektedir. Kalsit, fiziksel ve kimyasal yapısından ötürü, bazı sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Pudra bileşiminde çok fazla kullanılırsa, sıcaklıktan dolayı ciltte çizgilenmelere neden olabilmektedir (Geçgil 1988).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde, tezin materyal ve yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Materyal bölümünde çalışma alanı ve neden bu alanın seçildiği hakkında bilgi verilmiştir. Yöntem bölümünde ise tez çalışmasının aşamaları hakkında bilgi verilmiş ve saha çalışmasının yapıldığı soru formunun literatür taramasında bulunan hangi konuya hizmet ettiği açıklanmıştır.

3.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini, 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'na katılan 107 adet mermer işletmesinin 77'siyle soru formu aracılığıyla görüşme oluşturmaktadır. Bu çalışma, mermer işletmelerinin mermer atığının değerlendirilmesi konusundaki yaklaşımlarını öğrenmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'nda yapılmış olmasıyla, sektörün ileri gelen mermer işletmeleriyle görüşme olanağı sağlanmıştır. Çalışma alanı olarak 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'nın seçilmesinin amacı, sektörde bulunan firmalardan Türkiye ölçeğinde konu hakkında bilgi alma olanağının bulunmasıdır. Bu çalışmada soru formunun kullanılmasının sebebi, mermer işletmelerinin mermer atıklarının değerlendirilmesi konusunda yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla görüşme yapılmak istenmesidir. Soru formu aracılığı ile elde edilen veriler grafikler üzerinden değerlendirilmiştir.

3.2. Yöntem

Bu çalışma, literatür taraması ve saha çalışması olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Literatür taramasında, bilimsel altyapıyı oluşturmak amacıyla tez konusuyla ilgili basılı kaynaklar (kitap, dergi, makale ve özgün tezler) ve internet kaynakları (online veritabanları ve internet siteleri) taranarak, daha önce yapılmış çalışmalara ulaşılmış; tez çalışmasının bilimsel altyapısı oluşturulmuştur. Literatür çalışmasından elde edilen bilgiler soru formunun bilimsel altyapısını oluşturmaktadır.

Hazırlanan soru formunda, görüşme yapılan mermer firmalarının mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkındaki yaklaşımlarının ölçülmesi amacıyla soru formunda farklı soru türleri kullanılmıştır. Bu soru türleri; demografik sorular, açık uçlu sorular, iki şıklı

sorular, çoktan seçmeli sorular, birden çok seçenekli sorular ve derecelendirme soruları olarak sıralanabilir. Soru formunda yer alan sorular tez çalışmasındaki çeşitli konu başlıklarına dayanarak, üç ana başlık altında oluşturulmuştur. Firma özelliklerine ve görüşmecilere ilişkin bilgiler birinci ve ikinci sorularda; mermer üretimi, işlenmesi ve satışına ilişkin bilgiler üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sorularda; mermer atıkları ve değerlendirilmesine ilişkin bilgiler dokuzuncu, onuncu, on birinci, on ikinci, on üçüncü, on dördüncü, on beşinci, on altıncı, on yedinci, on sekizinci, on dokuzuncu ve yirminci sorulardan elde edilmiştir.

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Türkiye’de Mermer Sektörü, İthalat ve İhracatı” bölümünden yararlanılarak aşağıdaki sorular hazırlanmıştır.

- Firmanız ne zaman kurulmuştur ve hangi ilde bulunmaktadır?
- Kendinizi ne ölçekte bir firma olarak tanımlarsınız?
- Firmanızda yaklaşık yıllık kaç ton mermer satışı yapılmaktadır?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Türkiye’de Mermer Rezervi” bölümünden yararlanılarak aşağıdaki sorular hazırlanmıştır.

- Mermer üretimi yapıyor musunuz?
- Önceki soruya yanıtınız "evet" ise firmanızda yaklaşık yıllık kaç ton mermer üretimi yapılmaktadır?
- Firmanızda hangi tip mermer üretimi yapılmaktadır?
- Firmanızda hangi tip mermer satışı yapılmaktadır?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermer İşleme Yöntemleri” bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- Firmanızda mermerlerin işlenmesi hangi yöntemle/yöntemlerle yapılmaktadır?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermer Atıklarının Oluşumu” bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- Ürettiğiniz ve işlediğiniz mermerlerin % kaçını atık olarak ortaya çıkmaktadır?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Oluşum Yerine Göre Atıklar” bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- İşletmenizde mermer atıklarını en çok çıktığı yerden en az çıktığı yere doğru sıralayınız. (En çok çıkan=1, en az çıkan= 4 olacak şekilde).

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermerin Doğal Yapısından Kaynaklanan Atıklar “ bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- Mermerin doğal özelliklerini en çok atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliğinden en az atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliğine doğru bir sıralama yapınız. (En çok atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliği=1, en az atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliği=6 olacak şekilde)

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Boyutlarına Göre Oluşan Atıklar “ bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- İşletmenizde ortaya çıkan atık türlerini miktar olarak en çok çıkandan en az çıkana doğru sıralayınız. (En çok çıkan=1, en az çıkan= 4 olacak şekilde).

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermer Atıklarının Yapı Sektöründe Kullanım Olanakları “ bölümünden yararlanılarak aşağıdaki sorular hazırlanmıştır.

- Oluşan atıkları herhangi bir alanda değerlendiriyor musunuz? Nasıl?
- Mermer atıklarının geri dönüştürülmesi hakkında bir bilgiye sahip misiniz?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermer Atıklarının Doğrudan Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları“ bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- Sizce, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlar hangileridir?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermer Atıklarının Diğer Kullanım Olanakları “ bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- Sizce, mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapım faaliyetinde kullanıldığı alanlar hangileridir?

Tezin kaynak araştırması bölümündeki “Mermer Atıklarının Diğer Kullanım Olanakları “ bölümünden yararlanılarak aşağıdaki soru hazırlanmıştır.

- Sizce, mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanılabildiği alanlar hangileridir?

Firmalarla yapılan görüşmelerde, kaynak araştırması sonucu oluşturulan sorular yanında; firmanın mermer atıklarının değerlendirdiğinde gelir elde etme durumunun ve bilinen bir mermer atığı tesisi olup olmadığının öğrenilmesi amacıyla aşağıdaki sorular hazırlanmıştır.

- Mermer atıklarını değerlendirdiğinizde bir gelir elde ediyor musunuz?
- İşletmeniz tarafından bilinen bir mermer atığı değerlendirme tesisi var mıdır?
- Bir önceki soruya yanıtınız "evet" ise bu tesis hakkında bilgi verir misiniz?

3.2.1. Mermer Atıklarının Yapı Sektöründe Kullanım Olanakları

Mermerin atığı ve kendisi fiziksel, kimyasal ve mekanik yapısından dolayı çoğunlukla yapı sektöründe kullanılmaktadır. Mermer atıklarının kullanıldığı alanlar, mermer atıklarının tanecik boyutlarına göre farklılık göstermektedir. Mermer atıklarının kullanıldığı alanları; doğrudan yapı malzemesi üretiminde kullanım olanakları ve mermer atıklarının diğer kullanım olanakları olarak sınıflandırarak incelemek mümkündür.

3.2.1.1. Mermer Atıklarının Doğrudan Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları

Mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi üretiminde kullanım olanakları; beton üretiminde kullanım, seramik üretiminde kullanım, kireç üretiminde kullanım, tuğla üretiminde kullanım, suni mermer üretiminde kullanım, boya üretiminde kullanım, çelik üretiminde kullanım, cam üretiminde kullanım ve derz dolgu malzemesi üretiminde kullanım olarak sıralanabilir.

3.2.1.1.1. Mermer Atıklarının Beton Üretiminde Kullanım Olanakları

Betonun dünyada en çok kullanılan yapı malzemesi olduğu bilinmektedir (Gautam ve ark. 2014). Avrupa'da, beton sektöründe sayısı 12.000'den fazla aktif çalışan tesiste yıllık yaklaşık 300.000.000 ton m³ beton üretildiği bilinmektedir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan yıllık 720 milyon ton atık malzemenin geri dönüşümü için kullanılan enerji, doğal çevre için oldukça zararlı bir hale gelmektedir (Taşkın 2014).

Beton içerdiği malzemeler bakımından kum, çimento, agrega ve sudan oluşmaktadır. Geri dönüştürülebilen mermer atıkları boyutlarına göre çimento ve agrega üretiminde

kullanılabilmektedir. Bununla birlikte, mermer atıkları mermerin dayanımını artırıcı katkı maddesi olarak da kullanılabilmektedir. Bu sebepten dolayı mermer atıkları bu malzemelerin yerine geçerek mevcut mermer zayıfatı farklı bir alanda değerlendirilebilmekte; hem de beton daha ucuza mal edilebilmektedir. Bununla beraber, yapılan deneysel çalışmalarda mermer tozunun daha kaliteli çimento üretimine katkı sağladığı; mermer parça atıklarının ise beton agregası olarak kullanıldığında, betonun dayanımını artırdığı sonucuna varılmıştır. Beton üretiminde kullanılan mermer atıkları, üç alanda kullanılmaktadır. Bu alanlar; beton agregası olarak kullanım, çimento imalatında kullanım ve beton katkısı olarak kullanımı olarak sıralanabilir.

3.2.1.1.1.1. Mermer Atıklarının Beton Agregası Olarak Kullanımı

Agrega, betonda bulunan diğer maddelere göre daha büyük tanecik boyutuna sahip ve betonun mukavemetinin artmasını sağlayan tanecikli maddelerdir. Bununla birlikte, betonun türüne göre kullanılan oranı değişmekle beraber, betonun yaklaşık % 65 ila % 75'lik kısmını agrega oluşturmaktadır. Betona eklenen agreganın kimyasal ve tanecik özellikleri betonun dayanımını etkileyen önemli unsurlardandır. Betona eklenecek agreganın özelliklerini ve oranını, betonun türü belirlemektedir. Mermer atıklarının kullanıldığı beton türleri; geleneksel beton karışımı, kendinden yerleşen beton karışımı ve polimer beton karışımı olarak sıralanabilir.

Bu konuda yapılan çalışmalara göre, mermer atığının kendinden yerleşen beton ve polimer beton karışımında kullanılmasının, betonun prizini almasına herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Mermer atığının geleneksel betonda bağlayıcı madde olarak veya ince / kaba agrega olarak kullanımı prizini almış beton üzerinde olumlu bir etki bırakmıştır (Ulubeyli ve Artır 2015).

Mermer atığının betonda oluşturduğu etkiler, mermer atığının tanecik boyutuna göre değişiklik göstermektedir. Mermer parça atıkları betonun bünyesinde genellikle iri agrega olarak kullanılmaktadır. Bu özelliği bakımından betonun mukavemetini artırıcı bir etki yapmaktadır. Mermer toz atıkları ise, betonda iri agregadan kaynaklanan boşlukları doldurarak poroziteyi azaltıcı etki yapmaktadır.

Kendinden yerleşen betonlarda mermer atığının agrega olarak kullanıldığı bir başka çalışmada, mermer atığından elde edilmiş agreganın, kendinden yerleşen betonun

akışkanlığını, kompaktlığını ve dayanımını artırdığı gözlemlenmiştir (Tennich ve ark. 2015).

3.2.1.1.1.2.Mermer Atıklarının Çimento İmalat Sanayisinde Kullanımı

Çimento yapısında; CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ ve az miktarda MgO barındırmaktadır. Esas olarak kalker ve kil karışımından oluşan ve klinkerleşme sıcaklığına ulaşana kadar ısıtılarak ve çeşitli katkı maddeleriyle karıştırılıp öğütülerek toz halinde elde edilen bir malzemedir. Çimento sanayinde bünyesinde kalsit barındıran maddeler kullanılsa da, mermer yalnızca Beyaz renkli portland çimentosu üretiminde kullanılmaktadır. Portland çimentosunda bulunan kalkerin yerine mermer, kil yerine de kaolen kullanılmasıyla beyaz portland çimentosu üretilmektedir (Bilensoy 2010).

Türkiye’de, çimento üretimi sırasında karbon içeren kireçtaşı kullanılmakta ve bu madde ısıya maruz kaldığında ve oksijen ile yandığında karbondioksit (CO₂) açığa çıkmaktadır. Çimento üretiminde mermer atığı kullanılarak kimyasal tepkime sonucu ortaya çıkan karbondioksit miktarının azaltılması amaçlanmaktadır. Bununla beraber, çimento üretiminde harcanan enerji azalacağından üretim maliyeti de düşürülebilecektir.

Kireçtaşının portland çimentosu ile beraber öğütülmesi sonucunda, bu karışımın betonun içerisinde bulunan kaba agreganın betona karışmamasından ve sudan dolayı oluşan boşlukları doldurduğu da bilinmektedir. Bu da, daha az miktarda su kullanılarak aynı karışımın elde edilmesi anlamına gelmektedir.

Yapılan bir deney çalışmasında, çimentonun %5 ila %10 oranında mermer tozuyla yer değiştirmesi sonucunda betonunun mekanik özelliklerinin olumlu etkilendiği gözlemlenmiştir. Bununla beraber, betonun CO₂ emisyonunun da %12 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Çimentoya yapılan mermer katkısının, betonun basınç dayanımını ve çekme mukavemetini artırdığı da çalışmanın sonuçları arasında bulunmaktadır (Arel 2016).

Bu konuda yapılan başka bir çalışmada ise, çimento yerine tamamen mermer tozunun kullanıldığı durumda ise betonun mukavemetinin azaldığı gözlemlenmiştir. Mermer tozunun, çimentoda suyun çimentoya oranının düşük olduğu durumda kullanıldığı

karışımlarda; betonun mukavemetinin %10 ila %15 oranında arttığı sonucuna varılmaktadır (Singh ve ark. 2016).

3.2.1.1.1.3. Mermer Atıklarının Beton Katkı Maddesi Olarak Kullanılması

Betona, malzemenin basınç ve çekme mukavemetlerinin artırılması, porozitenin azaltılması ve sıcaklığa bağlı olumsuz etkilerin azaltılması gibi nedenlerden dolayı katkı maddeleri eklenebilir. Mermer tozu da bu katkı maddelerinden biridir. Mermer tozu kullanıldığında daha ekonomik, daha çevre dostu beton üretilir. Kullanılan çimento, agrega ve kum miktarı azaltılarak doğal agrega rezervleri de korunmuş olur.

Yapılan bir çalışmada, kendinden yerleşen beton karışımında mermer tozu çimentonun yerine kullanılmış ve yapılan deney sonucunda mermer tozu kullanılan numunede düşük hidratasyon ısısına ve düşük çekme kırılmasına rastlanmıştır. Bu durum, betonun mukavemetini artırmakta ve betonun dışarıya verdiği ısıyı azaltmaktadır. Bununla birlikte, mermer tozu agrega arasında bulunan boşlukları doldurmuştur. Bununla birlikte, mermer atığından elde edilen kireç tozunun da, betondaki performansı göz önüne alınarak mermer tozunun beton endüstrisinde yan ürün olarak da kullanılabilceğini göstermektedir. Fakat betonda ne kadar mermer tozunun kullanıldığı da önemlidir. Kendinden yerleşen betonun geçiş ve dolum kabiliyeti, mermer tozu 200 kg/m³ olduğunda kabul edilebilir değerler arasında olabilmektedir (Topçu ve ark. 2009).

Bununla birlikte, yapılan diğer bir çalışmada ise, mermer tozunun %10 oranında çimentoyla değiştirilmesinin harcın mekanik özelliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte mermer tozu ilavesinin betondaki poroziteyi azalttığını, harcın basınç dayanımını artırdığını ve sülfata karşı direncinin arttığı sonucuna varılmıştır (Ercikdi ve ark. 2015).

Mermer tozu, tüm bu kullanım alanlarının yanında harç ve betonun kaynaşması için de oldukça etkili olmaktadır. Özellikle kendinden yerleşen beton, mermer tozunun kullanılması için en uygun seçeneklerden biridir. Betonda kullanılan mevcut mineral katkıların yerine mermer tozu kullanıldığında, betonun mekanik ve dayanıklılık özellikleri de artmaktadır. Mermer tozu, kireç taşı dolgusu ve kiremit atığıyla birlikte kullanıldığında oldukça başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir (Alyamaç ve ark. 2017).

Mermer atıklarının çimentoya katkı olarak kullanıldığı durumlarda ise, çimento üretiminde meydana gelen karbondioksit salınımı da önemli ölçüde azaltılabilecektir.

3.2.1.1.2. Mermer Atıklarının Seramik Sektöründe Kullanımı

Seramik sektöründe %5 ila %6 oranında mermer atığı kullanılmaktadır. Seramik çamurlarının bünyesinde %5 ila %20 oranında kalsit ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) kullanılmaktadır. Kalsit, çok ince bir biçimde işlendikten sonra seramik hamurunun içine eklenir. Kalsitin taneciklerinin büyük olması, seramiğin bünyesinde düzensizliklere sebep olmaktadır. Seramiğin hammaddesi olan kalsit ve kalsitin türevleri, seramik çamurlarında sıcaklığın artışının beraberinde meydana gelen gözenekleri doldurur ve kusurların azaltılmasını sağlar. Kalsiyum oksit (CaO) ve silisyum oksit (SiO_2) bir kimyasal tepkimeye girerek bir ara tabaka oluşturmaktadır. Oluşan bu tabaka, seramik teknolojisi için oldukça önem taşımaktadır. Kalsiyum oksit, sırrın bünyesindeki diğer oksitlerle birleşerek cam oluşumuna yardımcı olmaktadır (Bilgin ve Koç 2013).

Mermer tozu, genellikle ince seramiklerin bünyelerinde kullanılmaktadır. Bundan dolayı kullanılan mermer atığının, yapısal anlamda mümkün olduğunca ince olması, içerisinde mermer tozuna renk verecek bir mineralin bulunmaması istenmektedir. Bu sebeple, kullanılacak mermer tozunun yüksek oranda kalsit içermesi istenir. Mermer, feldspatla beraber ısıtıldığında, erime noktasının düşürülmesini sağlayarak sır maddesini oluşturmaktadır. Bu özelliğinden ötürü mermer atıkları sır üretiminde kullanılabilir (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı 1995).

3.2.1.1.3. Mermer Atıklarının Kireç Üretiminde Kullanımı

Kirecin hammaddesini kireçtaşı veya kalker oluşturmaktadır. Kireçtaşı ve kalker ise kalsitten ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) meydana gelmektedir. Mermer, kimyasal bileşiminde yüksek oranda kalsit bulundurmaktadır. Bu da, mermer atıklarının kireç üretiminde kullanılabilmesini göstermektedir.

Mermer atıklarının kireç üretiminde kullanılabilmesi için, kalsit mineralinin kalsinasyon adı verilen kimyasal bir işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bu işlem, kısaca kalsit mineralinin 900-1000 °C sıcaklık altında kalsiyum oksit (CaO) ve karbondioksite (CO_2) ayrıştırılmasıdır. Bu işlem sonrasında kirecin hammaddesi olan kalsiyum oksit elde

edilmektedir. Bu işlemde kullanılan mermer atığının bünyesinde bulunan diğer mineraller de ortaya çıkan kirecin türünü etkilemektedir (Kavas 2003) Bilgin ve Koç (2013), mermer atıklarının kireç üretiminde kullanılmasını “Kireç ve dolomitik kireç üretimi, mermer artık tozlarının kalsinasyonu sonucu, kireç ve dolomitik kireç elde edilebilmektedir. Mermer artık tozlarından, MgO oranı % 5’ten az ise kireç üretimi, % 5’ten fazla ise dolomitik kireç üretimi söz konusudur” şekilde ifade etmektedir.

Kalsinasyon işleminde mermerin; safsızlık, tanecik boyutu, yoğunluğu önemli rol oynamaktadır. Yüksek oranda kalsit içeren mermer tozlarından kireç eldesinde, %44 oranda bir ağırlık kaybı meydana gelirken, bu oran dolomitik mermerlerden kireç eldesinde %48’i bulmaktadır (Şentürk ve Ark. 1996).

3.2.1.1.4. Mermer Atıklarının Tuğla Üretiminde Kullanımı

Tuğla, geçmişten bugüne yapı malzemesi olarak kullanılmakta ve buna bağlı olarak dünyada uzun yıllardır üretilmektedir. Tuğlanın kullanım tarihi oldukça eskilere dayanmaktadır. Kil tuğlaların ilk kez M.Ö. 8000’li yıllarda ve kırmızı killi tuğlanın da ilk olarak M.Ö. 4500’li yıllarında kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Dünya üzerinde yıllık tuğla üretimi yaklaşık 1391 milyar adede ulaştığı ve tuğlaya olan talebin sürekli arttığı tahmin edilmektedir (Zhang 2013).

İnşaat sektörünün gitgide yükselişine bağlı olarak tuğlaya olan talep de gün geçtikçe artmaktadır. Bundan dolayı, üretim maliyeti gün geçtikçe artan tuğlanın da geri dönüştürülmesi üretim maliyetinin düşmesine ve üretimde harcanan enerjinin azaltılmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, hem doğaya verilecek zarar azaltılmakta hem de ekonomiye katkı sağlanmaktadır (Bilgin ve ark. 2012). Çin gibi bazı ülkeler, atıkların gelişi güzel çevreye bırakılmasını önlemek için atık alanlarının yaratılması için belirli yasaklar ve özel vergiler koymuşlardır (Zhang 2013).

Mermer atıklarının kullanıldığı bir diğer tuğla türü ise endüstriyel tuğlalardır. Yapılan çalışmalar sonucunda endüstriyel tuğlaya eklenen %10 oranında mermer tozunun endüstriyel tuğla üretiminde kullanılmasının, tuğla üzerinde fiziksel, mekanik ve mukavemet özellikleri bakımından olumlu etkilerin olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte Sütçü ve ark.(2015) tarafından yapılan deneysel bir çalışmada tuğla harcına

eklenen %30-%35 oranında mermer tozu ilavesi, tuğlanın ısı iletkenliğini düşürerek malzemeye önemli bir katkı sağlamıştır.

3.2.1.1.5. Mermer Atıklarının Gazbeton Üretiminde Kullanılması

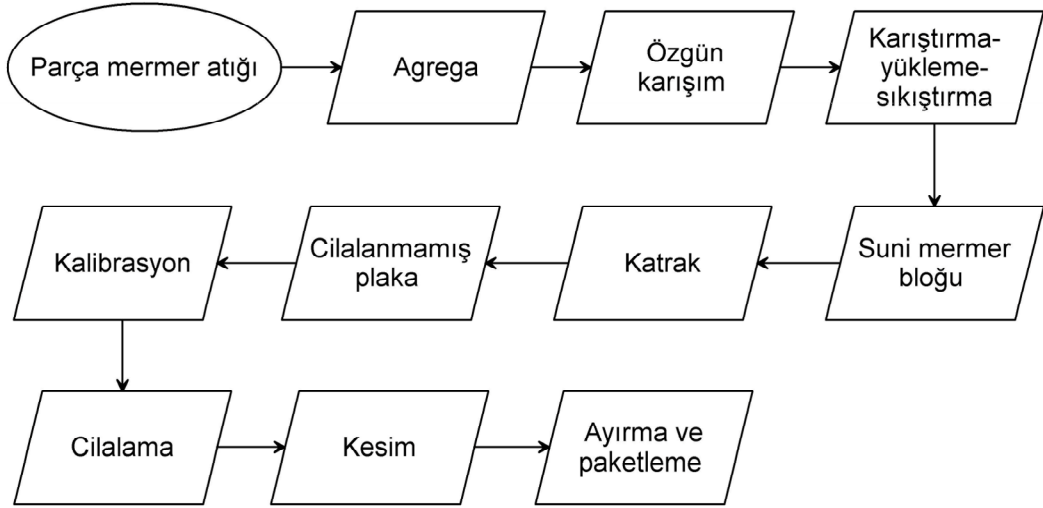
Gazbeton, TS 453[2]' ye göre ince biçimde öğütülmüş agrega ve inorganik maddeden hazırlanan karışıma gözenek oluşturan bir katkı maddesi eklenerek oluşturulan gözenekli hafif beton olarak tanımlanmaktadır. Gazbetonun birçok fiziksel özelliği yoğunluğuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Gazbetonun özkütlesi belirlenirken nem durumunun bilinmesi gerekmektedir.

Gazbeton tarihi geçmişi açısından oldukça yeni bir yapı malzemesidir. Gazbeton (AAC), Max Ginsberg tarafından 1920'lerin ortalarında icat edilmiştir. Bu süreçten sonra ise dünyada hızla yayılmaya ve kullanılmaya başlamıştır. Ülkemizde ise ilk kez 1950 yılında kullanılmıştır. Dünyada ise yaklaşık 50 adet gazbeton üretim tesisi bulunmaktadır.

Bu konuyla ilgili Günaydın, ve ark. (2016) tarafından mermer atıklarının gazbeton üretiminde kullanımı ile ilgili yapılan deneysel çalışma sonucunda mermer tozunun gazbeton üretiminde ana hammadde girdisi olabileceği gözlemlenmiştir. Elde edilen karışımda, dayanım değerleri artmış ve malzemenin yoğunluğunda azalma gözlemlenmiştir (Günaydın ve ark. 2016).

3.2.1.1.6. Mermer Atıklarının Suni Mermer Üretiminde Kullanımı

İnşaat sektöründe mermer atıkları; mozaik, yapıtaşı, çimento, harç ve sıva olarak kullanıldığı gibi, kireç eldesinde kullanılan önemli hammaddelerden birisidir. Sektörde "Sunî Mermer" olarak da bilinen yer karolarının imalatında ana hammadde olarak doğal mermerler kullanılmaktadır. Parça mermer atıklarının en etkili kullanılabilirdiği alanlardan biri sunî mermer üretimidir. Sunî mermer, mermer parça atıklarının çeşitli bağlayıcı reçinelerle karıştırıldıktan sonra blok veya plaka halinde basınçla sıkıştırılmasıyla elde edilmektedir. Sunî mermer üretiminde kullanılan mermer atığı oranı, taşın boyutuna bağlı olarak %85-95 olabilmektedir (Kocabağ 2018). Sunî mermer üretim sürecine ait akış şeması Şekil 3.2.1.1.6.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.1.1.6.1. Suni mermer üretimine ait akış şeması (Kocabağ 2018)

Mermer atıklarının büyük bir bölümünü parça mermer atıklarının meydana getirdiği bilinmektedir. Suni mermer üretimi, mermer atıklarının büyük bir kısmının bertaraf edilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Bununla birlikte, suni mermer üretiminde yalnızca parça mermer atıkları değil toz mermer atıkları da kullanılmaktadır. Suni mermer üretiminde % 10-12 oranında, tanecik boyutu 0,5 mm'nin altında olan mermer toz atıkları da kullanılmaktadır. Karo imalatçıları tarafından kullanılan mermer parçaları ve mermer tozları diğer işletmelerden hazır alınabildiği gibi; kendi ocaklarında mermer parçaları öğütülerek de elde edilebilmektedir (Bilensoy 2010).

3.2.1.1.7. Mermer Atıklarının Boya Üretiminde Kullanımı

Boya sanayisinde kullanılan mermer toz atıkları, dolgu maddesi olarak boya üretiminde çeşitli aşamalarda kullanılmaktadır. Bununla birlikte, boyanın dolgu yeteneğinin artırılması, boyanın maliyetinin düşürülmesi ve boyanın fizikokimyasal kalitesinin artırılması için kullanılmaktadır. Mermer, kimyasal yapısı gereği oldukça yüksek bir oranda $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ içermektedir. Ancak mermerin genişletici pigment veya kalsit olarak boya sanayisinde kullanılabilmesi için uygun bir üretim yöntemiyle işlenerek çeşitli tanecik boyutlarında sınıflandırılması gerekmektedir (Oğul 2005).

Mikronize edilmiş kalsit, inşaat sektöründe kullanılan boyalarda %25 oranında kullanılabilir. Atıktaki kalsit oranı arttıkça, boyanın renk tonunun parlaklığı da artar. Bununla birlikte kalsit, boyanın atmosferik etkilere karşı olan dayanımını artırır.

Aşındırma seviyesinin az olması ise, boyama esnasında boyama ekipmanlarının en az zarar görmesini sağlar. Mermer atıkları, plastik boyaların dolgu maddelerinde de kullanılmaktadır. Bu alanda kullanılan mermer atıkları, oldukça ince öğütülmüş olmalıdır (Taner 2012).

Boya sanayinde saniter üretimi yapan üreticiler tarafından ağırlıkça %75 ila %80 oranında mermer tozu polyesterle karıştırarak küvet, lavabo, mutfak bankosu, duş teknesi gibi malzemeler üretilebilmektedir. Bu üretimde kullanılan mermer tozlarının tanecik boyutlarının ortalama 100 mikronun üzerinde olması gerekmektedir (Oğul 2005).

3.2.1.1.8. Mermer Atıklarının Çelik Üretiminde Kullanımı

Onur (2012), tarafından, mermer atıklarının çelik üretiminde kullanımı “Fırınlarda, çelikten fosfor ve silis minerallerinin uzaklaştırılmasında kullanılır. Bununla beraber silisli cevherlerin sıcaklıklarının düşürülmesinde ve çeliğin parlatılmasında $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ kullanılmaktadır” şeklinde açıklanmaktadır.

Bununla beraber, çelik üreticileri maksimum %3 $\text{Mg}(\text{CO}_3)$ ve %0.04 S içeren mermer atık tozlarının cüruf yapıcı olarak çelik üretiminde kullanmışlardır. Fakat daha sonra, çelik üretim standartları iyileştirilerek bu oran %1,5 $\text{Mg}(\text{CO}_3)$ ve %0.025 S içermesi gerektiği belirtilmiştir. Düşük silis içeren mermer atıkları demirin metalürjik olarak eritilmesinde cüruf yapıcı olarak kullanılmaktadır. Bu tür atıkların maksimum %8 SiO_2 içermesi istenmektedir (Şentürk ve Ark. 1996).

3.2.1.1.9. Mermer Atıklarının Cam Üretiminde Kullanımı

Kalsiyum oksit (CaO), cam endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilir. Mermerin bünyesinde barındırdığı kalsitin, ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) kimyasal metodlarla ayrıştırılmasıyla kalsiyum oksit bileşiği elde edilmekte ve bu bileşik cam endüstrisinde değerlendirilmektedir (Onur 2012). Bu malzemenin üretiminde kullanılan mermer atıklarının, magnezyum ve kalsiyum bakımından zengin olması gerekmektedir. Kalsiyum bakımından zengin olan atıklar pencere camı, magnezyum bakımından zengin olan atıklar ise özel cam üretiminde kullanılmaktadır. Cam üretiminde kullanılacak mermer atıklarının bileşiminde bulunan mineraller belirli oranlarda olmalıdır. Kalsit

oranı %95.5, Demir(II)Oksit oranı %0,2 ve organik madde oranı %0.3 olmalıdır (Taner 2012).

Mermer atıkları, cam üretiminde hammadde olarak kullanılabilmesinin yanı sıra, camın bünyesindeki Fe₂O₃ dengesini sağlamak için de kullanılmaktadır (Bilgin 2010). Camda kalsiyum karbonat (Ca(CO₃)) kullanımının bir diğer amacı ise, camın çözünürlüğünü azaltmak, camın kimyasallara karşı dirençli hale gelmesini sağlamak, camın mekanik direncini artırmak ve parlaklığını artırmaktır (Boztaş 2009).

3.2.1.1.10. Mermer Atıklarının Derz Dolgu Malzemesi Üretiminde Kullanımı

Derz dolgu malzemesi üretiminde, kullanılan maddelerden biri de kalsit maddesidir. Ayrıca, çimento ve kimyasal katkı maddeleri de kullanılmaktadır. Bu malzemeler belli bir yüzdede karıştırılır ve ambalajlandıktan sonra kullanılır. Bu malzemede kullanılan kalsitin CaCO₃ oranının yüksek ve mineral boyutunun 250 mikronun altında olması gerekmektedir.

Ocaklarda oluşan mermer atıkları, mermerin türüne göre tanecik boyutlarının uygun olmamasından dolayı kullanılamamaktadır. Bu atıklar ancak çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra katkı malzemesi olarak kullanılabilir. Ceyhun ve Saraç (2001) bu konu hakkındaki görüşlerini “Ekonomik anlamda uygun bulunduğu; mermer atıklarının kimyasal ve fiziksel olarak derz dolgu malzemesi üretimine uygun olduğu görülmüştür. Bu yapı malzemesinin üretiminde, mermer tozları kullanılabilir” olarak ifade etmektedir.

Mermer tozlarının derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılması konusunda yapılan çalışmada, mermer atığının farklı oranlarda kalsitin yerine kullanılması, malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerine bağlı değerlerinin TS EN 12808 (2010)’da belirtilen sınır değerlerine uygun olmasını sağlamıştır (Dağlı 2014).

3.2.1.1.11. Mermer Atıklarının Parke Taşı Üretiminde Kullanılması

Parke taşı kentleşmenin artmasıyla beraber birçok alanda kullanılan bir zemin malzemesidir. Filiz ve ark. (2010) tarafından Parke taşı üretiminde mermer atıklarının kullanılması alanında yapılan deneysel çalışmada, mermer tozu kullanılan parke

taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin, klasik yöntemlerle üretilen parke taşlarına göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen verilerde, basınç ve çekme dayanımının ve elastisitenin arttığı; su emmenin, aşınma kaybının, donma ve çözünmeye dayalı mukavemet kaybının da azaldığı gözlemlenmiştir. Bu veriler sonucunda, mermer tozu katkısıyla üretilen parke taşlarının ilgili standartlara uygun olduğu ve mermer tozunun parke taşı üretimi aşamasında kullanılabileceği görülmüştür (Filiz ve ark. 2010).

3.2.1.1.12. Mermer Atıklarının Kompozit Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanılması

Kompozit yapı malzemesi iki veya daha sayıda farklı malzemenin, en avantajlı özelliklerinin birleştirilmesi veya bu malzemelerden daha farklı üstün bir özelliğin oluşturulması amacıyla bir araya getirilmesiyle elde edilir. Bu malzemelerin özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

- İki veya daha fazla fazı bir arada barındırır.
- Malzemeler moleküler boyutta birleşirler.
- Meydana gelen bileşik, bileşiği meydana getiren malzemelerden daha üstün bir özelliğe sahiptir.
- Farklı kimyasal yapılara sahip maddelerden meydana gelirler (Akın 2007).

Kompozit malzemeler de, her yapı malzemesinde olduğu gibi pozitif ve negatif özelliklere sahiptir. Kompozit malzemelerin pozitif özellikleri; mukavemet, rijitlik, yorulma mukavemeti, aşınma mukavemeti, sıcaklık hacmi, ısı iletkenliği ve korozyon direncinin diğer malzemelere oranla daha yüksek olmasıdır. Bu özelliklere ek olarak, kompozit malzemelerin diğer malzemelere göre daha düşük yoğunlukta olması ve estetik anlamda diğer malzemelere göre daha üstün olması da bu malzemelerin diğer pozitif özelliklerindedir.

Bu malzemelerin negatif yanları; imalatının zor olması, maliyetli olması, malzemenin işlenme maliyetlerinin yüksek olması, geri dönüşüm imkanının olmaması, kırılma uzamasının az olmasıdır. Mermer tozu ve uçucu kül kullanılarak kompozit yapı malzemesi üretiminin araştırıldığı deneysel çalışmada Akın (2007) tarafından bahsi geçen malzemeler kullanılarak hazırlanan kompozit malzemenin klasik kompozit

malzemeye göre dayanımının daha yüksek ve sünekliğinin daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bilgiler sonucunda, mermer tozu ve uçucu külün mermere göre daha dayanıklı ve esnekliğinin fazla olması sebebiyle mermerin değerlendirildiği yerlerde kullanılabileceği sonucu çıkarılabilir. Bununla birlikte yapısının pürüzsüz olması, mermerlerde rastlanan damarlanmanın olmaması, asite dayanıklılığı kompozit malzemenin önemli yararlarındandır (Akın 2007).

3.2.1.2. Mermer Atıklarının Diğer Kullanım Olanakları

3.2.1.2.1. Mermer Atıklarının Zemin Stabilizasyonunda Kullanılması

Ülkemizde asfaltın geri dönüşümü pek yaygın değildir. Asfaltın üretim maliyeti, son yıllarda artan petrol fiyatlarına bağlı olarak oldukça artmıştır. Maliyeti bu denli yüksek olan asfaltın en az miktarda zayi edilmesi ülke ekonomileri açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu sebepten asfalt geri dönüşüm yöntemleriyle yeniden üretim faaliyetine katılmalıdır. Asfaltın geri dönüştürülmesinin en önemli artısı, yeni kaplamalar yapıldığında yolla tabii zemin arasındaki kot artışının önüne geçilebilmedir. Geri dönüşüm faaliyetine katılan her malzeme gibi, mermer atığının geri dönüşümü de hem çevre kirliliğinin önlenmesini hem de ekonomik kayıpların önüne geçilmesini sağlamaktadır. Asfalt karışımında mermer atıklarının kullanılması, asfaltta ince taneli agrega oranının artırılmasını ve asfalt karışımındaki boşlukların dolmasını sağlar.

Yapılan araştırmalar sonucunda, mermer tozu katkısı bulunan asfaltların daha uzun ömürlü olduğu anlaşılmıştır. Mermer tozunun asfalt dolgu maddesi olarak kullanılması konusunda yapılan araştırmalarda, mermer tozunun taş tozuna alternatif olabileceği görülmüştür (Taşgın 2014).

Mermer atıklarının asfaltta dolgu olarak kullanımının yanında, agrega olarak yol kaplamasında da kullanılabilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda orta yoğunlukta taşıt yüküne maruz kalan yollarda kullanımının olumlu olduğu görülmüştür (Yıldız 2008).

3.2.1.2.2. Mermer Atıklarının Plastik Sanayisinde Kullanımı

Günümüzde plastik kullanımının giderek artmasıyla kalsit minerali, plastik sektöründe maliyeti düşürmek için 1970'li yıllardan beri kullanılan bir katkı maddesidir. Fakat plastiğin yapısının organik, minerallerin yapısının ise inorganik olması bu maddelerin tepkimesinde problem olmasına neden olmaktadır. Bu problemin çözülmesi amacıyla, mineralleri kaplama yöntemi kullanılmaktadır. Günümüzde oldukça fazla sayıda kaplama yöntemi bulunmaktadır. Kaplanmış kalsitin plastiğe getirdiği bazı olumlu yanlar bulunmaktadır. Yüksek homojenizasyon, dayanım artışı, yüzeyin daha parlak ve daha pürüzsüz olması ve makine aşınımlarının azalmasıdır.

Plastik bünyesine eklenecek mermer atığında minimum %97 oranında $Ca(CO_3)$ bulunması istenmektedir. Bunun sebebi, içerisinde bulunan kalsit harici minerallerin plastikteki polimerleri yaşlandırmasıdır (Bilensoy 2010).

Kalsitin dolgu olarak kullanıldığı plastik türleri; Polypropilen (PP), Polyamid (PA), Termoplastik (TPES) ve PVC reçineleri olarak sınıflandırılmaktadır. ABD ve Avrupa'da, kalsit dolgusu bu sektörde yılda 3 milyon tondan fazla kullanılmaktadır (DPT 2001).

3.2.1.2.3. Mermer Atıklarının Ahşap Yüzey Şekillendirilmesinde Kullanımı

Günümüzde, ahşabın yüzeyini şekillendirmek amacıyla bir takım yöntemler ve malzemeler kullanılmaktadır. Mermer atıklarının ahşabın yüzeyini şekillendirmesi konusunda Sofuoğlu ve arkadaşlarının 2013 yılında yaptığı deneysel çalışmada, bu işlem için selülozik verniğe ve boyaya mermer atığı eklenmiştir. Farklı türde ağaçlara göre katkı maddesi değişkenlik gösterebilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, mermer tozu katkı maddesi eklenen yüzey şekillendiricilerin etkileri ahşabın cinsine ve eklenen katkının yüzdesine göre değişkenlik göstermektedir. Bu durumun olumlu ya da olumsuz bir durum oluşu, tüm bu verilerle beraber parlak mı yoksa mat bir yüzey mi istendiğine göre de değişkenlik göstermektedir (Sofuoğlu ve ark. 2013).

3.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Türkiye’de 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı’na katılan mermer şletmelerinin, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde kullanım olanakları konusundaki yaklaşımlarının tespit edilmesidir.

3.4. Araştırmanın rneklemi

Bu araştırma, Bursa’da 4.’s düzenlenen 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı’nda, soru aracılığıyla görüşme yöntemiyle yapılmıştır. Fuarı toplam 37 ilden ve iki adet yabancı ülkeden katılım gösteren 237 adet firmadan 107 adedi mermer üreten ve/veya işleyen firmalardan oluşmaktadır. Görüşme, fuara katılan 107 mermer firmasından gönüllülük esasına dayanan 77 adediyle gerçekleştirilmiştir. Bu sayı, fuara katılan mermer firma sayısının %82,3’ne denk gelmektedir. Araştırmada rnekleme olarak Bursa TÜYAP Mermer Fuarı’nın seçilmesinin nedeni, mermer ile ilgili Türkiye’nin tek ihtisas fuarı olması ve Türkiye’nin çeşitli illerinden gelen oldukça fazla sayıda katılımcıdan bilgi olarak Türkiye mermer sektörü hakkında bilgi toplayabilme olanağının bulunmasıdır.

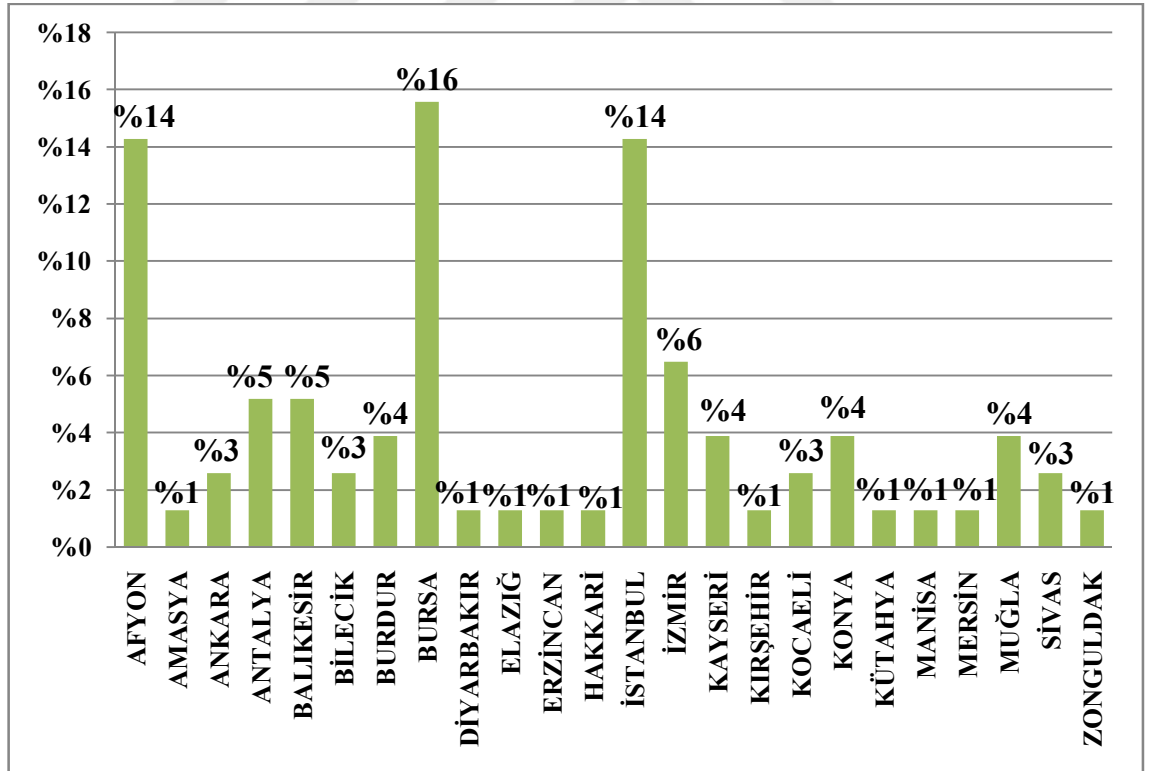
Araştırmada rnekleme sınırlayan iki adet kriter bulunmaktadır. Birinci kriter, fuara katılan firmaların tüm Türkiye’deki firmaları temsil etmemesi ve fuara katılan firmaların hepsinin mermer üreten ve/veya işleyen firmalar olmayıştır. Örnekleme sınırlayan ikinci kriter ise, TÜYAP mermer fuarına Türkiye’deki ve Bursa’daki bütün mermer şletmelerinin katılmayıştır.

4.BULGULAR

Çalışma kapsamında 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı'na katılan 107 mermer işletmesinden 77 adediyle katılımcı gönüllülüğü esasına dayalı olarak görüşme gerçekleştirilmiştir. Veriler, soru formu aracılığıyla elde edilmiştir. Soru formları, X1,X2,X3....X77 olarak numaralandırılmıştır. Elde edilen veriler, bilgisayar ortamına aktarılmış olup; sütun grafiklere dönüştürülerek incelenmiş ve yorumlanmıştır.

4.1.Firma Özellikleri ve Firma Yetkililerine İlişkin Bulgular

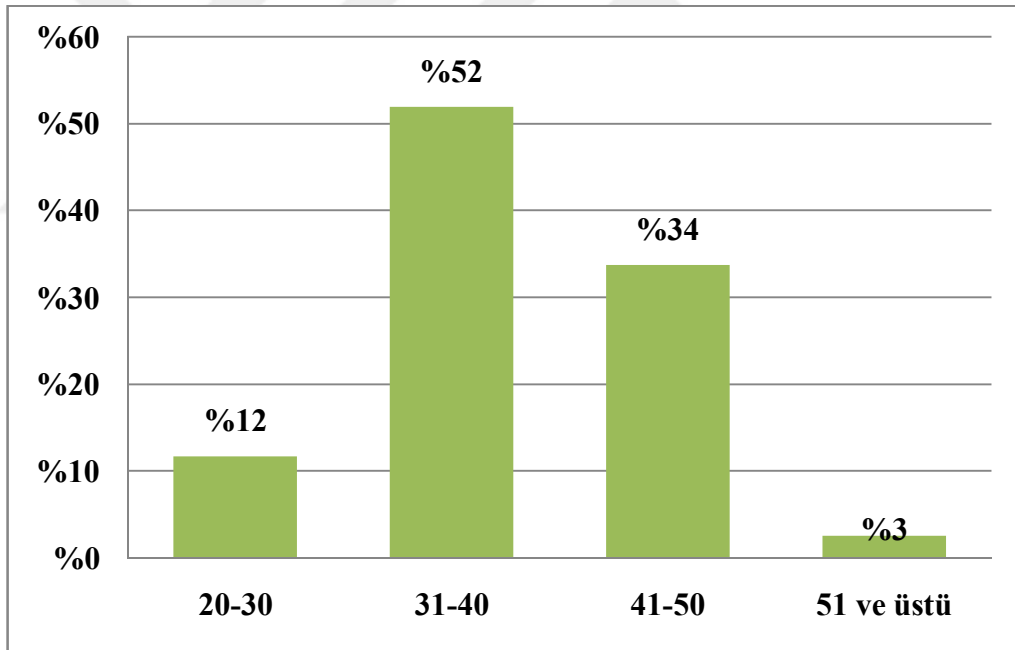
Bu çalışma kapsamında görüşme yapılan mermer firmaları, Türkiye'nin 24 ilinden gelen 77 adet firmadan oluşmaktadır. Bu iller (alfabetik sırayla) Afyon, Amasya, Ankara Antalya, Balıkesir, Bilecik, Burdur, Bursa, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Hakkari, İstanbul, İzmir, Kayseri, Kırşehir, Kocaeli, Konya, Kütahya, Manisa, Mersin, Muğla, Sivas ve Zonguldak'tır. Fuara katılan illerin dağılımı Şekil 4.1.1.'de görülmektedir.



Şekil 4.1.1. Görüşme yapılan mermer firmalarının illere göre oransal olarak dağılımı

Tablodaki verilere göre, en çok görüşme yapılan il %16 oranla (12 katılımcı) Bursa'dır. Bu sayıyı %11 oranla Afyon (11 katılımcı) ve %11 oranla İstanbul izlemektedir. Yine tablodaki verilere göre en az görüşme yapılan iller ise %1 oranla sırasıyla; Amasya, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Hakkari, Kırşehir, Kütahya, Manisa, Mersin ve Zonguldak'tır (1'er katılımcı). Bununla birlikte, fuara katılan 37 adet ilden hiç görüşme yapılamayan iller de mevcuttur. Bu iller sırasıyla; Aydın, Denizli, Eskişehir, Kastamonu, Sakarya, Uşak ve Yalova'dır. Görüşme yapılan işletmelerin bulunduğu iller incelendiğinde, görüşmeye batı illerinden gelen işletmelerin ilgisinin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Fuarda, çeşitli yaş aralıklarından 77 adet firma yetkilisiyle yüz yüze görüşme yapılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, firma yetkilileri; 20-30 yaş, 31-40 yaş, 41-50 yaş ve 51 yaş ve üzeri olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.1.2.).

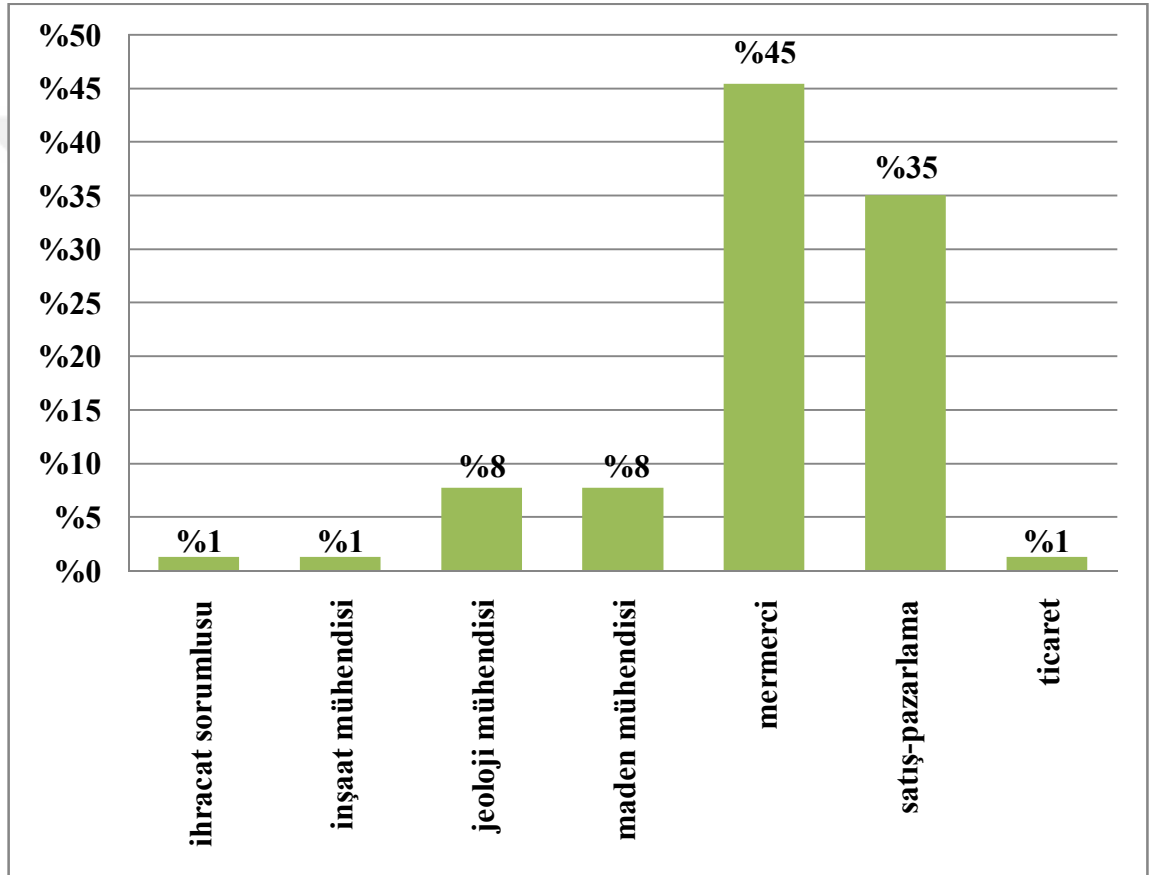


Şekil 4.1.2. Firma yetkililerinin yaş aralıklarının oransal dağılımı

Tablodaki verilere göre; 77 adet firma yetkilisinin %52'si (40 katılımcı) 31-40 yaş aralığında, %34'ü (26 katılımcı) 41-50 yaş aralığında, %12'si 20-30 yaş aralığında (9 katılımcı) ve %3'ü de 51 yaşın üzerindedir. (2 katılımcı). Toplanan verilere göre en fazla görüşme yapılan firma yetkilileri 31-40 yaş aralığındadır. Bununla birlikte, görüşme yapılan en genç firma yetkilisi 24 yaşında, en yaşlı firma yetkilisi ise 59

yaşındadır. Bu oranlara bakıldığında, sektörde belli bir deneyimi bulunan çalışanların daha fazla olduğu görülmektedir.

Yapılan görüşmede, 7 farklı meslek grubuna mensup firma yetkilisi bulunmaktadır. Bu meslekler sırasıyla, ihracat sorumlusu, inşaat mühendisi, jeoloji mühendisi, maden mühendisi, mermerci, satış pazarlama ve ticarettir. Bu mesleklerin sayıca dağılımı, Şekil 4.1.3.'te gösterilmektedir. Bu mesleklerin 3'ü (inşaat, jeoloji ve maden müh.) teknik personel sınıfındadır.

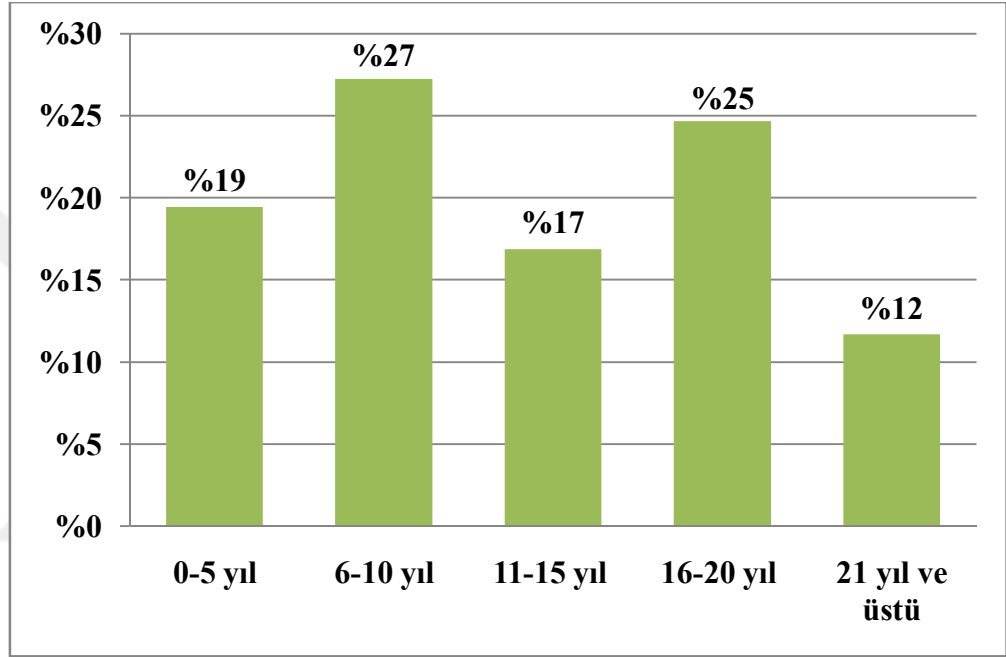


Şekil 4.1.3. Firma yetkililerinin meslek gruplarına göre oransal dağılımı

Yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre, en fazla görüşme yapılan meslek %45 oranla mermerci (35 katılımcı), en fazla görüşme yapılan ikinci meslek grubu ise %35 oranla satış-pazarlama (27 katılımcı) ve bunu takiben %8 oranla jeoloji mühendisleri ve maden mühendisleridir (6'şar katılımcı). Bu verilerin yanında en az görüşme yapılan meslek grubu ise %1'er oranla (1'er katılımcı) ihracat sorumlusu, inşaat mühendisi ve ticarettir. Çalışmaya katılan diğer meslek gruplarına bakıldığında, mesleklerini

“mermerci” olarak tanımlayan işletme yetkililerinin yapılan görüşmeye ilgisinin diğer profesyonel meslek mensuplarından daha fazla olduğu saptanmıştır.

Görüşme yapılan firma yetkililerinin, yıl bazında mesleki deneyimleri ise 0-5 yıl, 6-10 yıl, 11-15 yıl,16-20 yıl ve 21 yıl ve üstü olarak kategorize edilmiş ve buna göre veriler düzenlenmiştir. Firma yetkilileriyle yapılan görüşme sonucunda, Şekil 4.1.4.’teki veriler elde edilmiştir.



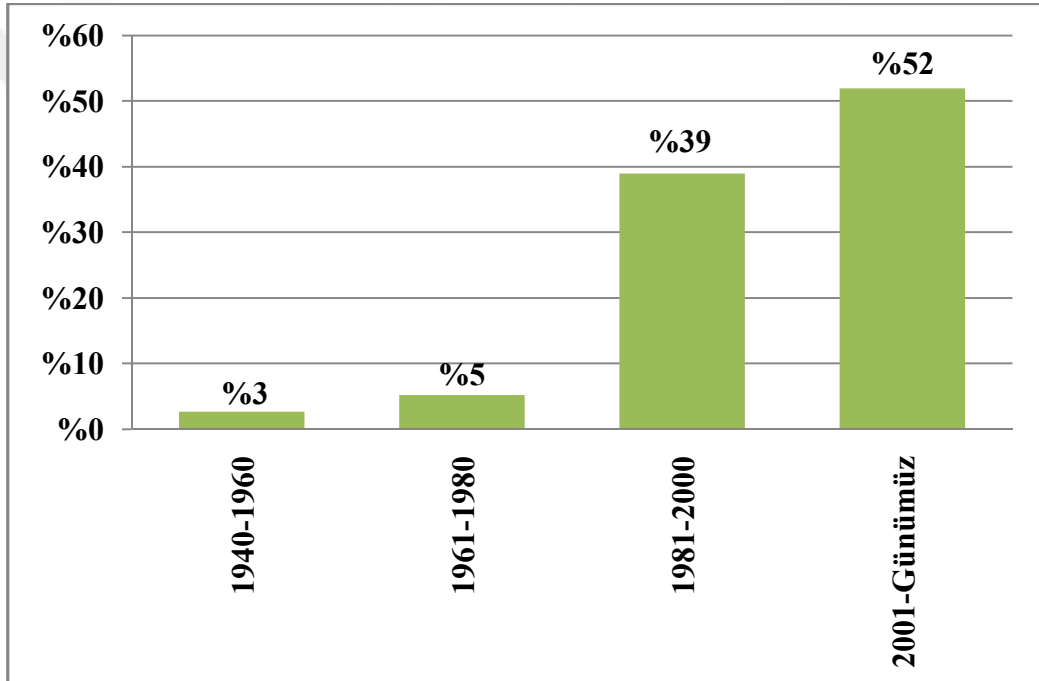
Şekil 4.1.4. Firma yetkililerinin yıl bazında mesleki deneyimlerine göre oransal dağılımı

Yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre, firma yetkililerinin yıl bazında mesleki tecrübeleri incelendiğinde; en fazla sayıda mesleki deneyim süresi 6-10 yıl deneyim süresi ile %27 oranla (21 katılımcı), ikinci olarak 16-20 yıl deneyim süresi ile %25 oranla (19 katılımcı), üçüncü olarak 0-5 yıl deneyim süresi ile %19 oranla (15 katılımcı), dördüncü olarak 11-15 yıl deneyim süresi ile %17 oranla (13 katılımcı) ve son olarak da %12 oranla (9 katılımcı) 21 yıl ve üzeri mesleki deneyime sahip bulunmaktadır.

Tüm bu verilere ek olarak, yapılan görüşmelerde en az mesleki deneyime sahip olan firma yetkilisi 2 yıl, en fazla tecrübeye sahip olan firma yetkilisi ise 33 yıllık mesleki tecrübeye sahiptir. Çalışmaya katılan işletme yetkililerinin iş tecrübelerine bakıldığında,

sektörde deneyimli yetkililerin görüşmeye ilgisinin daha fazla olduğu saptanmıştır. Bununla beraber çalışmaya katılım gösteren işletme yetkililerinin yıl bazında iş tecrübesi dağılımı incelendiğinde, yıl bazında farklı iş tecrübelerine sahip katılımcıların çalışmaya katılım oranlarının birbirine oldukça yakın olduğu saptanmıştır.

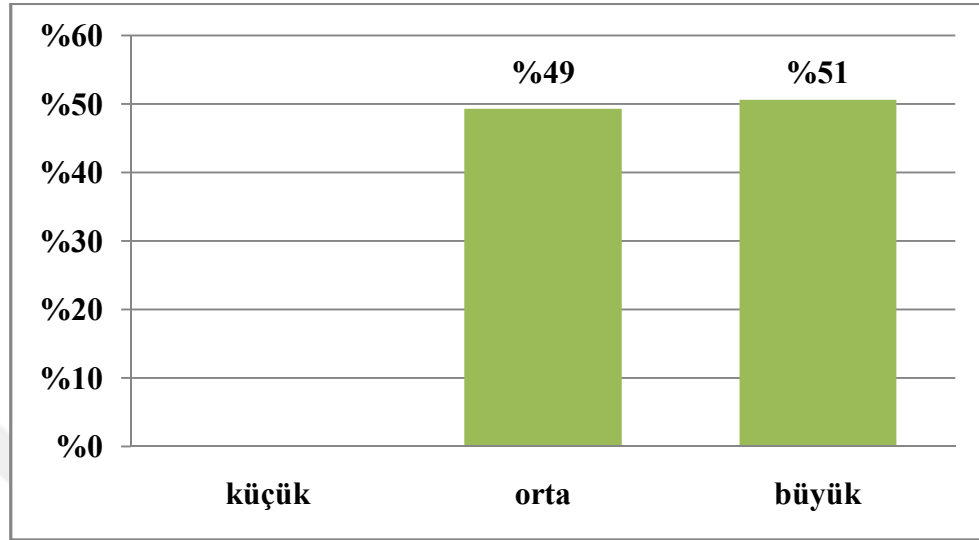
Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, işletmelerin kuruluş yılları sırasıyla 1940-1960,1961-1980,1981-2000 ve 2001-Günümüz olmak üzere 4 farklı şekilde kategorize edilerek değerlendirilmiştir. Yapılan görüşmeler sonucu elde edilen veriler Şekil 4.1.5.'te gösterilmiştir.



Şekil.4.1.5. Firmaların kuruluş yıllarına göre oransal dağılımı

Yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre, kuruluş yılına göre ilk sırada %52 oranla 2001-Günümüz aralığında bulunmaktadır (40 katılımcı). İkinci sırada ise %39 oranla 1981-2000 aralığında kurulan (30 katılımcı), üçüncü sırada %5 oranla 1961-1980 kurulan (4 katılımcı) ve en son sırada da %3 oranla 1940-1960 aralığında kurulan firmalar (2 katılımcı) bulunmaktadır. Görüşülen işletmelerin kuruluş yılları incelendiğinde, genç işletmelerin sayısının diğer işletmelere göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

Görüşülen firmaların iş hacminin öğrenilmesi amacıyla kendilerini hangi büyüklükte bir işletme olduklarına dair Küçük, Orta ve Büyük olmak üzere 3 seçeneği bulunan çoktan seçmeli bir soru soruldu. Bu sorudan elde edilen yanıtlar Şekil 4.1.6.'da gösterilmiştir.



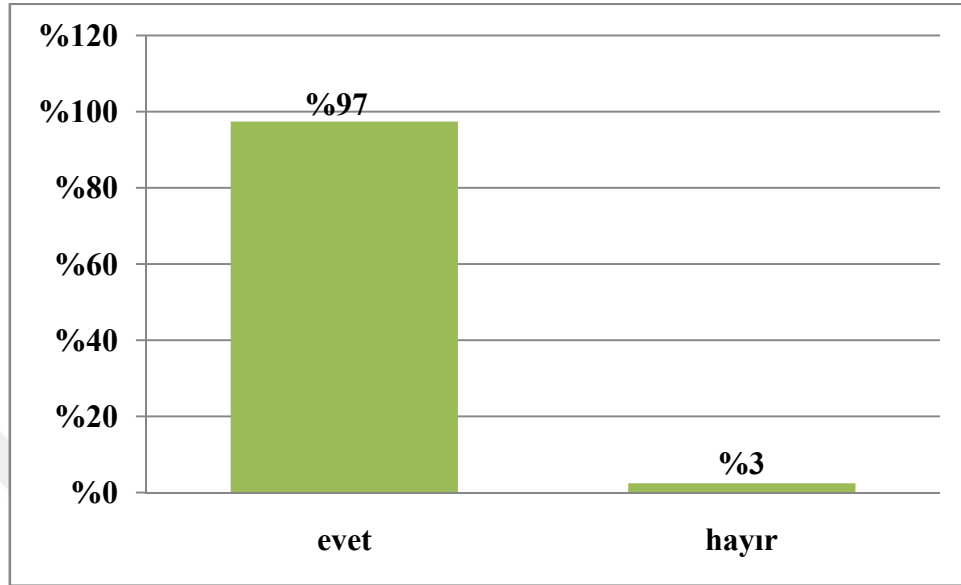
Şekil 4.1.6. Firmalar tarafından kendilerini tanımladıkları işletme ölçeğine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Yapılan görüşme sonucunda, 77 adet işletmenin %51'i (39 katılımcı) kendini büyük ölçekli bir işletme olarak tanımlarken, %49'u (38 katılımcı) ise kendi orta ölçekli bir işletme olarak tanımlamaktadır. Bununla birlikte görüşme yapılan hiçbir işletme, kendini küçük ölçekli bir işletme olarak tanımlamamıştır. Bununla birlikte, işletme yetkililerinin hiçbiri tarafından işletmeleri küçük bir işletme olarak görülmemektedir. Görüşülen işletmelerin cevapları incelendiğinde; işletmelerin iş hacimlerinin birbirinden oldukça farklı olmasına rağmen çoğu işletmenin kendini büyük bir işletme olarak gördüğü saptanmıştır. Yapılan görüşmelerin sonuçlarına göre kendini küçük şirket olarak tanımlayan herhangi bir işletmeyle görüşülememesi, bu büyüklükte işletmelerin mermer piyasasındaki durumu, mermer atıklarının değerlendirilmesi ve bu konunun farkındalığı hakkında bilgi edinilmesini engellemiştir.

4.2. Mermer Üretimi, İşlenmesi ve Satışına İlişkin Bulgular

Görüşme yapılan firma yetkililerine, firmalarının mermer üretip üretmediklerini saptamak amacıyla Evet ve Hayır olmak üzere iki seçenekten oluşan çoktan seçmeli bir soru soruldu. Bu sorunun bir diğer sorulma amacı ise, mermer üretim sürecinin içinde

olan ve yalnızca mermer ticareti yapan firmaların mermer atıklarının yeniden kullanılması konusundaki yaklaşımlarını öğrenmektir. Firmaların mermer üretim durumları Şekil 4.2.1.'de gösterilmiştir.



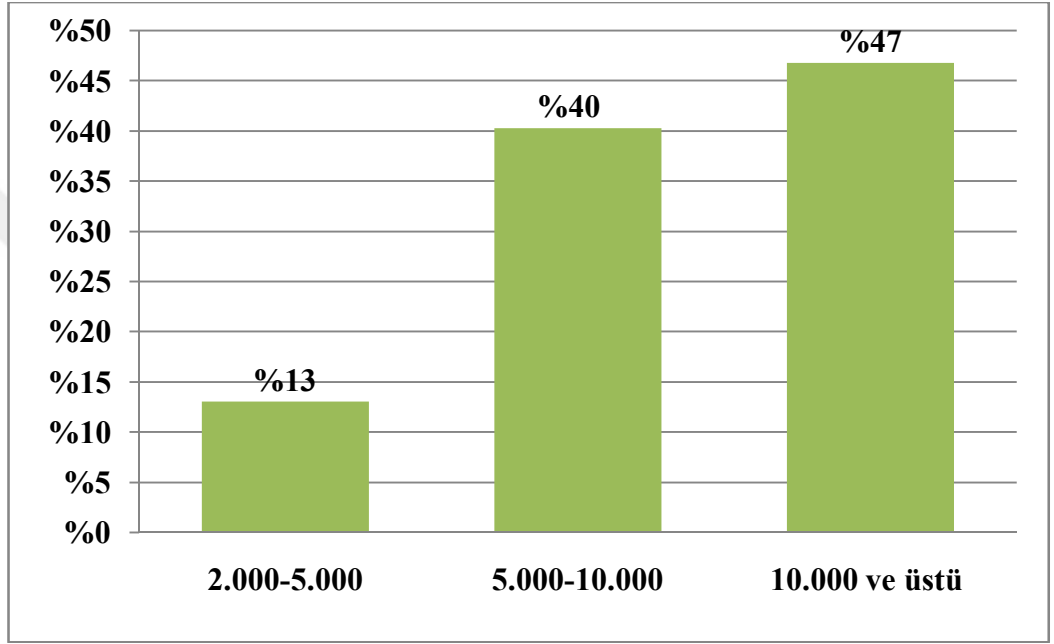
Şekil 4.2.1. Firmalar tarafından mermer üretim durumuna ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Yapılan görüşmeler sonucunda 77 adet firmanın %97'sinin (75 katılımcı) mermer ürettiği, %3'ünün (2 katılımcı) mermer üretimi yapmadığı sonucuna ulaşıldı. Mermer üretimi yapmayan firmalardan alınan (X8 ve X30) bilgiye göre, bu işletmeler yalnızca üretici işletmelerden elde ettikleri blok veya işlenmiş mermerleri alıcıya ulaştırmakta ve mermer sektörünün sadece ticaret ayağında yer almaktadırlar. Fakat blok mermer satıcıları tarafından mermerlerin istenen standartlarda olmaması nedeniyle çeşitli yöntemlerle mermeri işleyip satabildikleri ifade edilmiştir. Bu tarz işletmelerin mermer üreticilerinden bir diğer farkının ise mermeri ocaktan çıkartmaması ve blok mermeri işlenmiş mermer plakaları haline getirmemeleri olduğu ifade edilmiştir. Mermer firmalarının büyük çoğunluğu tarafından mermer üretiminin yapılması, işletmelerin atık üretme potansiyellerinin oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermer üretim miktarlarının anlaşılması amacıyla firma yetkililerine eğer mermer üretiyorlarsa yıllık kaç ton mermer üretimi yaptıklarına dair 2.000-5.000, 5.000-10.000 ve 10.000 ve üzeri olmak üzere 3 seçenekten oluşan

çoktan seçmeli bir soru yöneltildi. Firmaların yıllık kaç ton mermer üretimi yaptıklarına dair veriler Şekil 4.2.2.'de gösterilmiştir.

İşletmelerle yapılan görüşmeleri sonucunda; 77 adet işletmeden %47'sinin (36 katılımcı) yıllık mermer üretiminin 10.000 ton ve üzeri, %40'ının (31 katılımcı) yıllık mermer üretiminin 5.000 ve 10.000 ton arası olduğu ve %13'ünün (10 katılımcı) yıllık mermer üretiminin 2.000 ve 5.000 ton arası olduğu sonucuna varılmıştır.

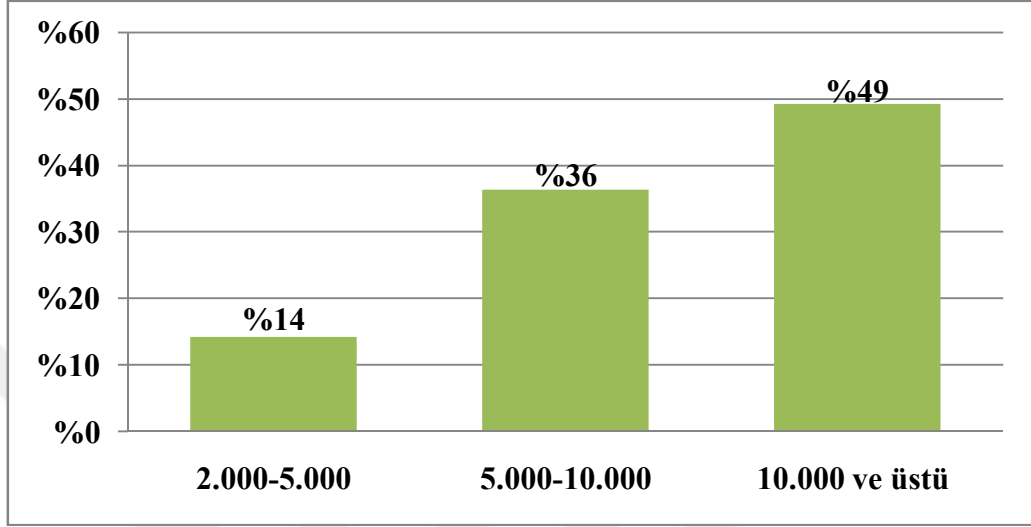


Şekil 4.2.2. Firmalar tarafından ton bazında yıllık mermer üretimine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Elde edilen verilere bakıldığında, görüşülen mermer firmalarının %47'sinin yapılan görüşmelerde belirlenen en üst sınırdaki yer aldığı görülmekte olup, %13'lük kısmının da çalışmada belirlenen en alt limitte yer aldığı görülmektedir. Verilen cevap yüzdesine bakıldığında, işletmelerin fazla miktarda atık üretme potansiyellerinin olduğu saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermer satış miktarının anlaşılması amacıyla firma yetkililerine yıllık kaç ton mermer satışı yaptıklarına dair 2.000-5.000, 5.000-10.000 ve 10.000 ve üzeri olmak üzere 3 seçenekten oluşan çoktan seçmeli bir soru yöneltildi. Firmaların yıllık kaç ton mermer satışı yaptıklarına dair veriler Şekil 4.2.3.'te gösterilmiştir.

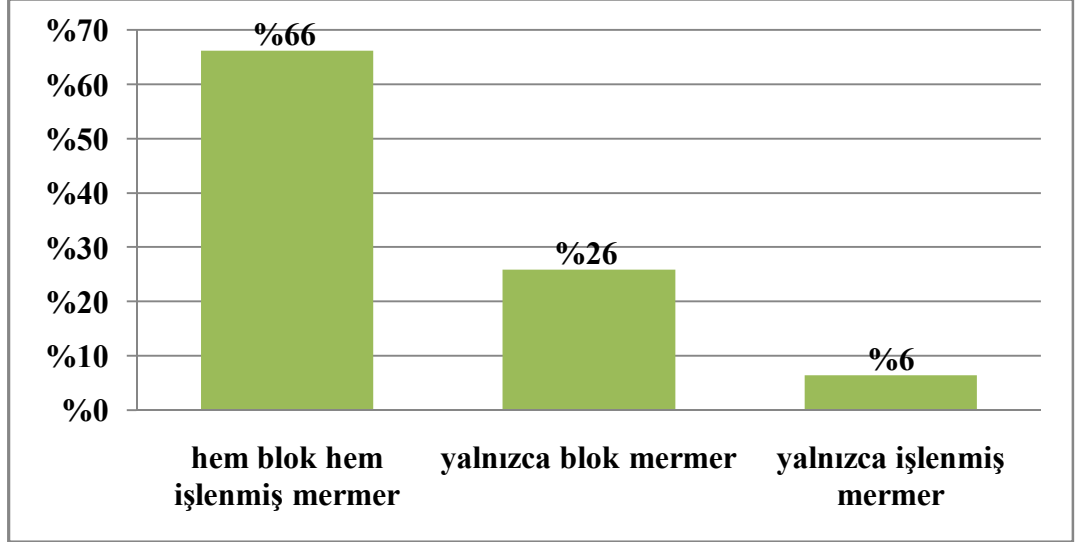
Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda 77 adet firmanın %49'unu (38 katılımcı) yıllık satışı ton bazında 10.000 ve üzeri; %36'sının (28 katılımcı) yıllık satışı ton bazında yıllık 5.000-10.000 ve %14'ünün (11 katılımcı) yıllık satışı ton bazında 2.000 ve 5.000 ton arası olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.2.3.Firmalar tarafından ton bazında mermer satışına ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Elde edilen verilere bakıldığında, görüşülen mermer firmalarının %49'unun yapılan görüşmelerde belirlenen en üst sınırdaki yer aldığı görülmekte olup; %14'inin de yapılan görüşmelerde belirlenen en alt sınırdaki yer aldığı görülmektedir. Görüşülen firma yetkililerinden hiçbirinin kendini küçük bir işletme olarak tanımlamamasına rağmen, %14 oranında firma, ton bazında mermer satış olarak görüşme formunda belirlenen en alt satış sınırında bulunmaktadır. Bu veri de, satış verileri her ne kadar düşük olsa da, işletmelerin kendilerinin küçük bir işletme olarak tanıtmak istemedikleri sonucunu ortaya koymaktadır. Verilen cevap yüzdesine bakıldığında, firmaların mermer satış potansiyellerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların blok mermer, işlenmiş mermer veya her ikisini de üretip üretmediklerini anlamak amacıyla firmalara blok mermer ve işlenmiş mermer olmak üzere iki seçenekten oluşan bir tercih belirleme sorusu yöneltilmiştir. Firmaların ürettikleri mermer türlerine ait veriler Şekil 4.2.4.'te gösterilmiştir.



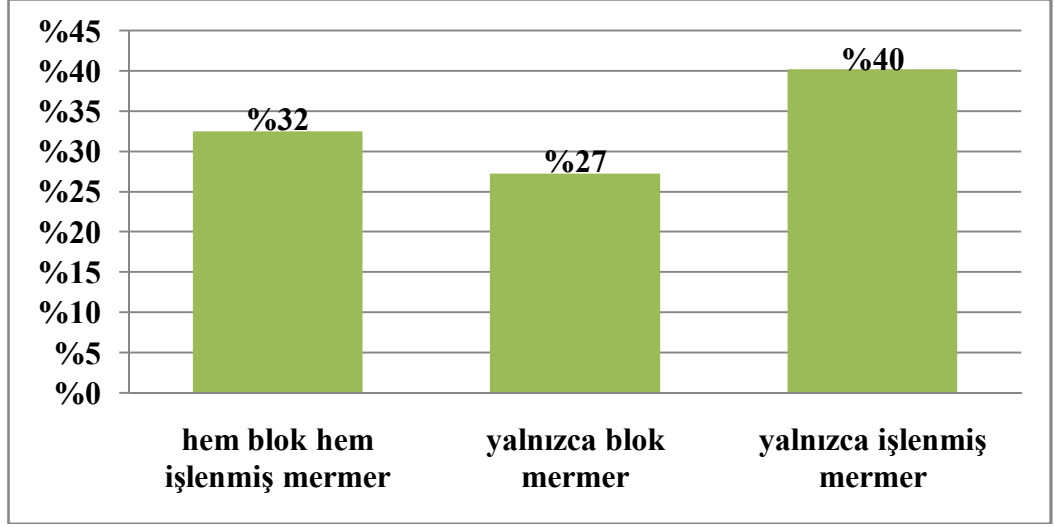
Şekil 4.2.4. Firmalar tarafından üretilen mermer türüne ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda; 77 firmanın %66'sı (51 katılımcı) hem blok hem de işlenmiş mermer, %26'sı (20 katılımcı) yalnızca blok mermer ve %6'sı (5 katılımcı) yalnızca blok mermer üretimi yapmaktadır. Bu sorunun firma yetkililerine yöneltilmesinin amacı, görüşülen firmaların mermer sektörüne sağladıkları katkının ve ürettikleri mermer türlerinin anlaşılmasıdır.

Görüşülen firmaların yarısından fazlası, hem blok hem de işlenmiş mermer üretimi yapmaktadır. Bunun sonucunda, mermer firmalarının çoğunun mermerin hem ocaktan çıkartılması, hem de işlenmesi konusunda faaliyet gösterdikleri saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların blok mermer, işlenmiş mermer veya her ikisini de satıp satmadıklarını anlamak amacıyla, firmalara blok mermer ve işlenmiş mermer olmak üzere iki seçenektan oluşan bir tercih belirleme sorusu yöneltilmiştir. Firmaların sattıkları mermer türlerine ait veriler Şekil 4.2.5.'te gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda; 77 firmanın %40'ı (31 katılımcı) yalnızca işlenmiş mermer, %32'si (25 katılımcı) hem blok hem işlenmiş mermer ve %27'si (21 katılımcı) yalnızca blok mermer satışı yapmaktadır. Bu sorunun firma yetkililerine yöneltilmesinin amacı, görüşülen firmaların sattıkları mermer türlerinin anlaşılmasıdır.



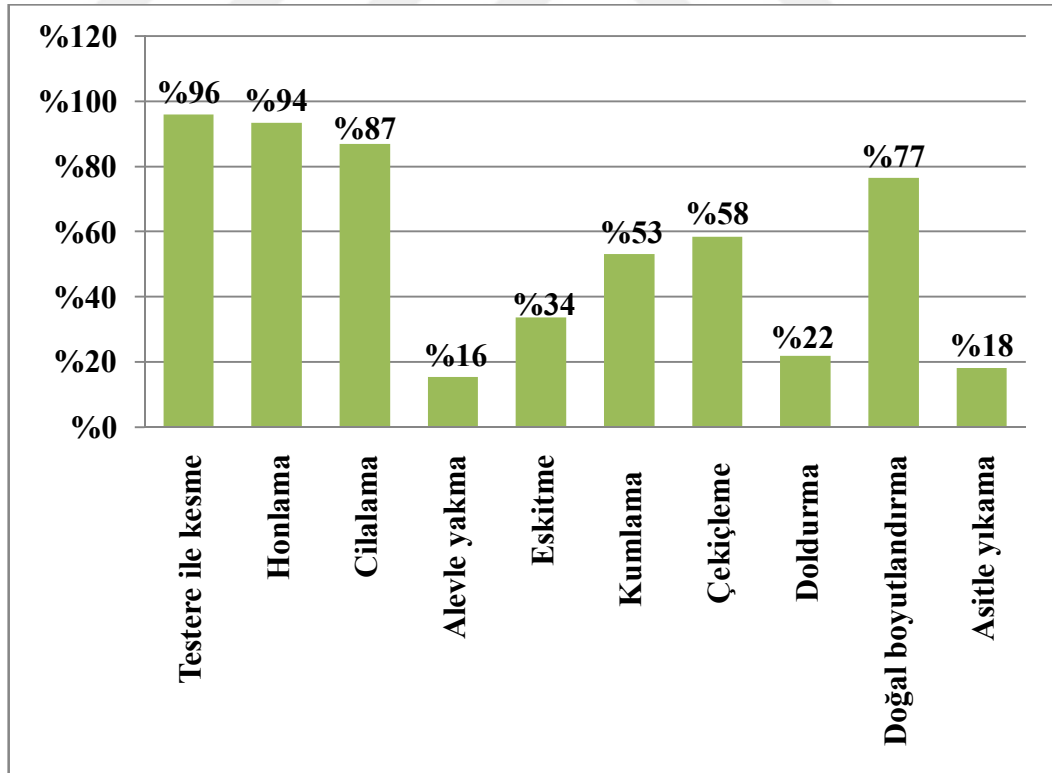
Şekil 4.2.5. Firmalar tarafından satılan mermer türüne ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Elde edilen verilere göre, mermer firmalarının çoğunluğunun yalnızca işlenmiş mermer üretmeyi tercih ettikleri, işletmeciler arasında en az tercih edilenin ise yalnızca blok mermer üretimi olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuçlar, bir önceki soruyla karşılaştırıldığında; blok mermer satışının üretiminden fazla olduğu görülmektedir. Firma yetkililerinden alınan bilgilere göre, firmalar mermeri ocaktan blok olarak elde etmeseler de ocaktan mermer çıkarıp blok halinde satan diğer işletmelerden mermeri ham halde alıp; blok mermer standartlarına getirerek satabildiklerinden; görüşülen firmaların blok mermer satışının blok mermer üretimlerinden sayısal olarak daha fazla olduğu görülmektedir. Verilen cevap yüzdesine bakıldığında, firmaların mermer işleme faaliyetlerini yoğun olarak yaptıkları saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermeri işlemede kullandıkları yöntemin/yöntemlerin öğrenilmesi amacıyla firma yetkililerine; testere ile kesme, honlama, cilalama, alevle yakma, eskitme, kumlama, çekiçleme, doldurma, doğal boyutlandırma ve asitle yıkama seçeneklerinden oluşan bir tercih belirleme sorusu yöneltilmiştir. Firmaların kullandıkları mermer işleme yöntemlerine ait veriler Şekil 4.2.6'da gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, firmalar tarafından en fazla tercih edilen mermer işleme yöntemi 77 firmanın %96'sının kullandığı testere ile kesme yöntemidir. (74 katılımcı) İşletmeler tarafından en fazla tercih edilen ikinci mermer işleme yöntemi ise, 77 firmanın %94'ünün kullandığı honlama yöntemidir (72

katılımcı). Firmalar tarafından en çok tercih edilen üçüncü yöntem ise 77 firmanın %87'si tarafından kullanılan cilalama (67 katılımcı) yöntemidir. Firmalar tarafından en çok tercih edilen dördüncü mermer işleme yöntemi 77 firmanın %77'sinin kullandığı doğal boyutlandırma yöntemidir (59 katılımcı). Firmalar tarafından en çok tercih edilen beşinci mermer işleme yöntemi ise 77 firmanın %58'i tarafından kullanılan çekiçleme yöntemidir (45 katılımcı). Firmalar tarafından en çok tercih edilen altıncı mermer işleme yöntemi ise 77 firmanın %53'ü tarafından kullanılan kumlama (41 katılımcı) yöntemidir. Firmalar tarafından en çok tercih edilen yedinci mermer işleme yöntemi 77 firmanın %34'ünün kullandığı eskitme yöntemidir (26 katılımcı). Firmalar tarafından en çok tercih edilen sekizinci mermer işleme yöntemi ise 77 firmanın %22'si tarafından kullanılan doldurma yöntemidir (17 katılımcı). Firmalar tarafından en çok tercih edilen dokuzuncu mermer işleme yöntemi ise 77 firmanın %18'i tarafından kullanılan asitle yıkama yöntemidir (14 katılımcı). Firmalar tarafından en az tercih edilen mermer işleme yöntemi ise 77 firmanın %16'sı tarafından kullanılan alevle yakma yöntemidir (12 katılımcı).



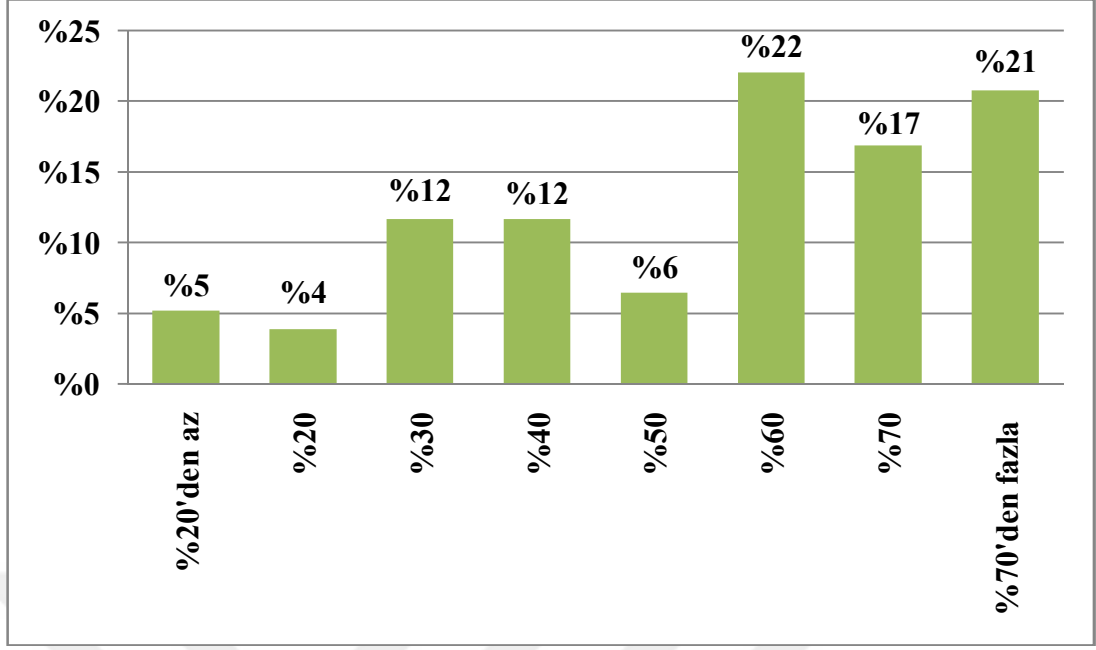
Şekil 4.2.6. Firmalar tarafından kullanılan mermer işleme yöntemlerine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Firma yetkililerinden alınan bilgilere göre; testereyle kesme, honlama ve cilalamanın oldukça fazla kullanılmasının nedeni bu tekniklerin hem blok mermer, hem de işlenmiş mermer de kullanılabilmesidir. Yine firma yetkililerinden alınan bir diğer bilgi mermer firmalarının hemen hepsinin bu teknikleri kullanabilecek teçhizatlara sahip olduğudur. Bu üç mermer işleme yöntemine göre daha az tercih edilen mermer işleme yöntemlerinin ise genellikle mermeri dekoratif olarak işleme amaçlı veya mermeri inşaat faaliyetlerinde kullanmak için işleme amaçlı kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Verilen cevaplar incelendiğinde, firmaların mermer işleme aşamasında mermer işleme yöntemlerinin çoğundan neredeyse hiç faydalanmadığı çoğunlukla bir veya iki yöntem kullandıkları görülmüştür. Verilen cevaplar incelendiğinde, işletmelerin mermer işleme yöntemlerini çoğunlukla mermeri parçalamak amaçlı kullandığı saptanmıştır.

4.3. Mermer Atıkları ve Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Yapılan görüşmelerde, mermer firmalarının ürettikleri ve işledikleri mermerlerin % kaçının atık olarak ortaya çıktığının anlaşılması amacıyla işletmecilere; %20'den az, %20, %30, %40, %50, %60,%70 ve %70'den fazla olmak üzere 8 seçenekten oluşan çoktan seçmeli bir soru yöneltilmiştir. Bu soru, ayrıca tezin ana konusuna (mermer atıklarının yapı malzemesi olarak kullanılması) direkt olarak hizmet ettiğinden alınan cevaplar tez çalışması açısından oldukça önemli bulunmaktadır. İşletmelerin ürettikleri veya işledikleri mermerlerden çıkan atık miktarına dair veriler Şekil 4.3.1.'de gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, mermer firmalarından en çok oranda çıkan atık yüzdesi, 77 firmanın %22'sinin tercihiyle %60 atık miktarıdır (18 katılımcı). Firmalardan ikinci sırada en çok çıkan atık yüzdesi, 77 firmanın %21'inin tercihiyle %70'den fazla atık miktarıdır (16 katılımcı). Firmalardan üçüncü sırada en çok çıkan atık yüzdesi, 77 adet firmanın %17'sinin tercihiyle %70 atık miktarıdır (13 katılımcı). Firmalardan dördüncü ve beşinci sırada en çok çıkan atık yüzdesi 77 firmanın %12'şerlik bir oranla %30 ve %40 atık miktarıdır (9'ar katılımcı). Firmalardan altıncı sırada en çok çıkan atık yüzdesi, 77 adet firmanın %6'sının tercihiyle %50 atık miktarıdır (5 katılımcı). Firmalardan yedinci sırada en çok çıkan atık yüzdesi,77 adet firmanın %5'inin tercihiyle %20'den az atık miktarıdır (4 katılımcı).

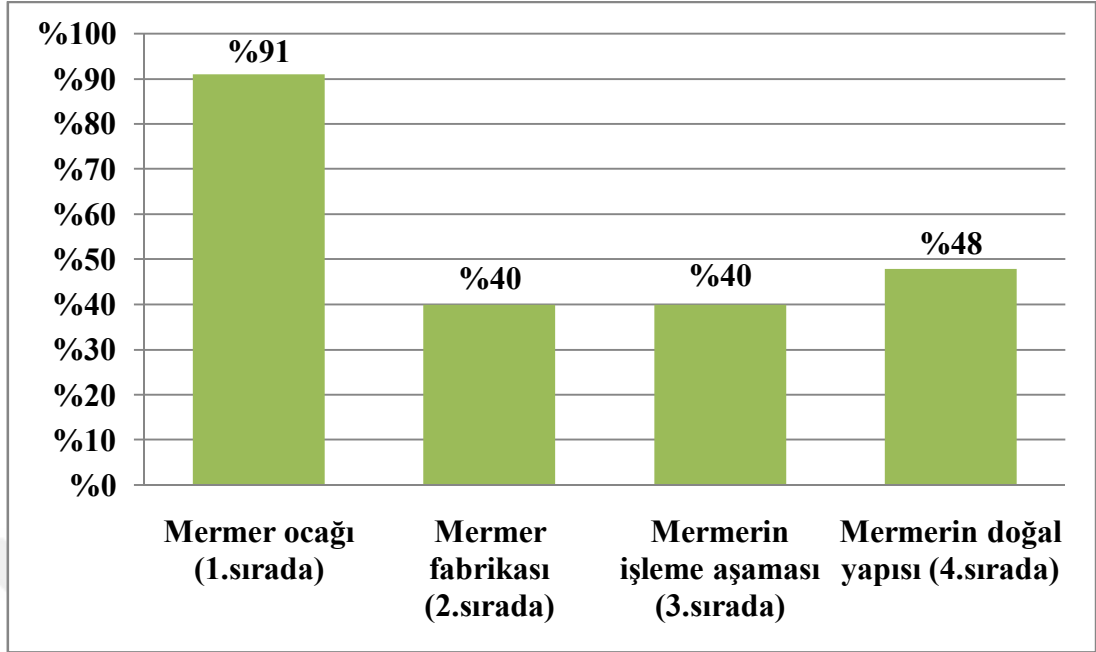


Şekil 4.3.1. Firmalar tarafından üretilen / işlenen mermerlerden çıkan atık yüzdesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Firma yetkililerinden alınan bilgilere göre işletmelerden az çıkan atık yüzdesi, 77 adet firmanın %4'ünün tercihiyle %20 atık yüzdesidir (3 katılımcı). Elde edilen verilere bakıldığında, en çok çıkan atık yüzdesinin %60 oranında olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara göre, görüşülen mermer firmalarının yarısından fazlasının atık miktarının %50'yi geçtiği görülmektedir. Verilen cevaplar incelendiğinde, işletmelerde üretilen mermerin yarısından fazlasının atık olarak ortaya çıktığı saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde firmalara, firmalarda mermer atığının çıktığı yerlere göre dağılımının anlaşılması ve sıralanması amacıyla mermer ocağı, mermer fabrikası, mermerin işleme aşaması ve mermerin doğal yapısı olmak üzere 4 adet seçenekten oluşan bir soru yöneltilmiştir. Firmalardan, atıkların çıktıkları yeri 1'den 4'e kadar numaralandırılması istenmiştir. Firmalarda çıkan mermer atığının çıktığı yere göre derecelendirilmesi Şekil 4.3.2.'de görülmektedir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda; 77 firmanın %91'i tarafından (70 katılımcı) 1. sırada mermer ocağı, %40'ar oranda firma tarafından ise 2. ve 3. sırada mermer fabrikası ve mermer işleme aşaması (31'er katılımcı) ve firmaların %48'i tarafından ise (37 katılımcı) mermer atığının çıktığı 4. yer olarak mermerin doğal yapısı gösterilmiştir.



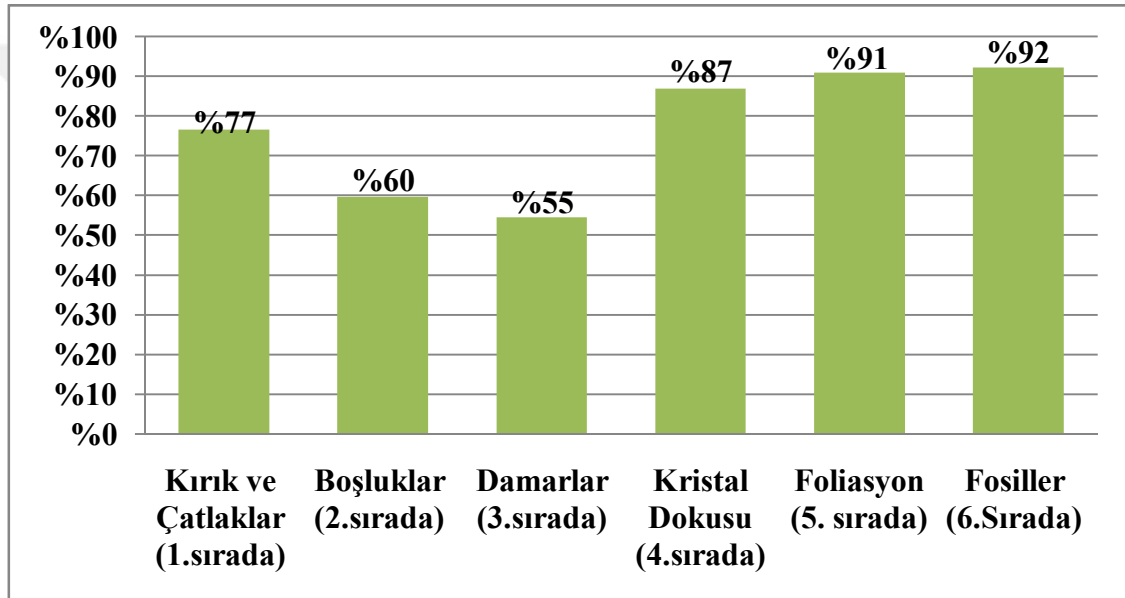
Şekil 4.3.2. Firmalar tarafından çıkan mermer atığının çıktığı yere göre derecelendirilmesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, görüşülen mermer firmaları tarafından en çok atık çıkan yerin mermer ocağı olarak gösterildiği sonucuna varılmıştır. Bunun yanında firmalar tarafından en az mermer atığının mermerin doğal yapısından kaynaklandığı ifade edilmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında mermerde atık oluşumunun çoğunlukla mermerin doğal yapısından değil, ocaktan elde edilme ve işleme aşamasında yapılan hatalı uygulamalardan kaynaklandığı anlaşılabilmektedir.

Yapılan görüşmelerde, firmalarda çıkan mermer atıklarının doğal nedenlerinin anlaşılması ve sıralanması amacıyla firmalara; kırık ve çatlaklar, boşluklar, kristal doku, foliasyon ve fosiller olmak üzere 5 adet seçenekten oluşan ve cevapları 1'den 5'e numaralandırdıkları bir derecelendirme sorusu sorulmuştur. Firmalarda ortaya çıkan mermer atıklarının doğal nedenlere göre derecelendirilmesi Şekil 4.3.3.'te gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda; 77 adet firmanın %77'si tarafından (59 katılımcı) mermer atığı oluşumunun doğal sebebi olarak 1. sırada kırık ve çatlaklar gösterilmiştir. 77 adet firmanın %55'i tarafından (42 katılımcı) mermer atığı oluşumunun doğal sebebi olarak 2. sırada boşluklar gösterilmiştir. 77 adet firmanın

%60'ı tarafından (46 katılımcı) mermer atığı oluşumunun doğal sebebi olarak 3. sırada damarlar gösterilmiştir. 77 adet firmanın %87'si tarafından (67 katılımcı) mermer atığı oluşumunun doğal sebebi olarak 4. sırada kristal doku gösterilmiştir. 77 adet firmanın %91'i tarafından (70 katılımcı) mermer atığı oluşumunun doğal sebebi olarak 5. sırada foliasyon gösterilmiştir. 77 adet firmanın %92'si tarafından (71 katılımcı) mermer atığı oluşumunun doğal sebebi olarak 6. sırada fosiller gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, firmalara göre mermer atığının oluşmasındaki doğal nedenler içerisindeki en büyük pay kırık ve boşluklara aittir. Bununla birlikte, görüşülen işletmelere göre mermer atığının oluşmasında en az paya sahip olan doğal neden ise fosillerdir.

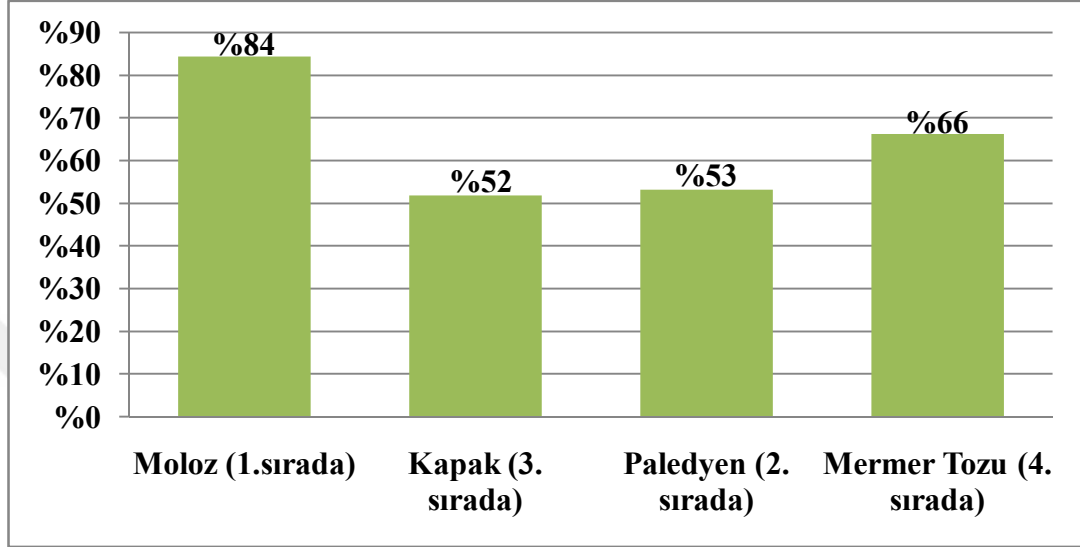


Şekil 4.3.3. Firmalar tarafından ortaya çıkan mermer atıklarının doğal nedenlere göre derecelendirilmesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Yapılan görüşmelerde firmalarda ortaya çıkan mermer atığının türünün anlaşılması ve çıkan atık türlerinin derecelendirilmesi amacıyla firmalara; moloz, kapak paledyen ve mermer tozu olmak üzere 4 seçenekten oluşan bir derecelendirme sorusu yöneltilmiştir. Firmalarda ortaya çıkan mermer atığı türlerinin derecelendirilmesi Şekil 4.3.4'te gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, 77 adet işletmenin %84'ü tarafından en fazla miktarda ortaya çıkan mermer atığı türü moloz olarak gösterilmektedir (65 katılımcı). 77 adet firmanın %52'si tarafından 2. sırada ortaya çıkan mermer atığı türü

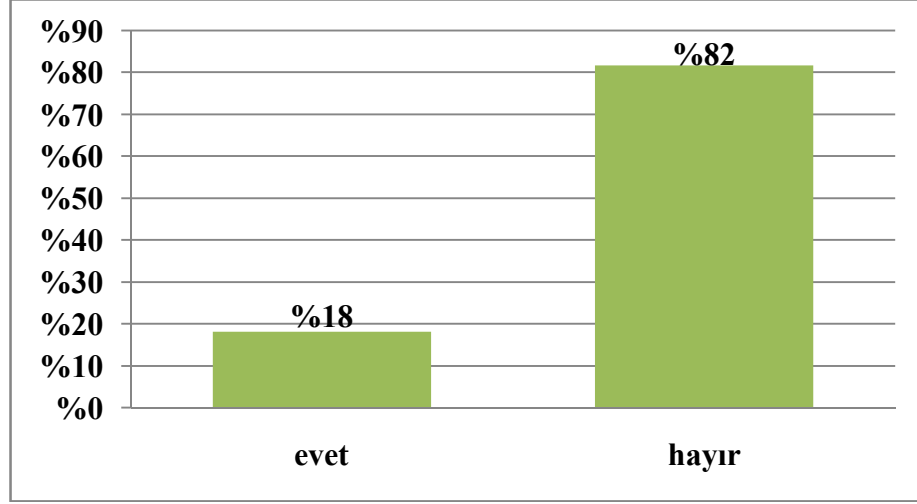
paledyen olarak gösterilmektedir (40 katılımcı). 77 adet firmanın %53'ü tarafından 3. sırada ortaya çıkan mermer atığı türü kapak olarak gösterilmektedir (41 katılımcı). 77 adet firmanın %66'sı tarafından en az miktarda ortaya çıkan mermer atığı türü mermer tozu olarak gösterilmektedir (51 katılımcı).



Şekil 4.3.4. Firmalar tarafından ortaya çıkan mermer atığı türlerinin derecelendirilmesine ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Elde edilen sonuçlara bakıldığında; en fazla miktarda ortaya çıkan mermer atığı türünü moloz (parça mermer atığı), en az miktarda ortaya çıkan mermer atığı türünün ise mermer tozu (veya mermer çamuru) olduğu sonucuna varılmıştır. Bu veriler ışığında, mermerin işleme aşamasında büyük parça mermerlerin zayıfının mermer tozundan daha fazla olduğuna ulaşılmaktadır. Bu sebepten, işletmeler tarafından mermerin ocaktan çıkartılma ve blok haline getirme aşamasında yanlış yöntemlerin kullanıldığı saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmalarda ortaya çıkan atıkların değerlendirip değerlendirilmediğinin anlaşılması amacıyla firmalara; evet ve hayır olmak üzere iki seçenekten oluşan çoktan bir soru yöneltilmiştir. Bununla birlikte, mermer atıklarını değerlendiren firmaların mermer atıklarını ne şekilde değerlendirdiğinin anlaşılması amacıyla ise açık uçlu bir soru da sorulmuştur. Firmaların mermer atıklarını değerlendirme durumları Şekil 4.3.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3.5. Firmalar tarafından mermer atıklarının değerlendirme durumlarına ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, 77 firmanın %82'sinin (63 katılımcı) mermer atıklarını değerlendirmedeği görülmektedir. 77 adet firmanın %18'inin (14 katılımcı) hepsinin de mermer atıklarını moloz olarak sattığı bilgisine ulaşılmıştır. Elde edilen verilere bakıldığında; mermerlerin yarısından çoğunun atık olarak ortaya çıktığı verisinden yola çıkılarak mermerin çoğu değerlendirilmeksizin çöp haline getirildiği sonucuna varılmıştır. Dünya'daki mermer rezervinin yaklaşık %40'ına sahip olan ülkemizde mermerin bu derece zayi edilmesi hem büyük bir çevre kirliliğine yol açmakta hem de ülkemiz açısından büyük bir ekonomik kayba neden olmaktadır.

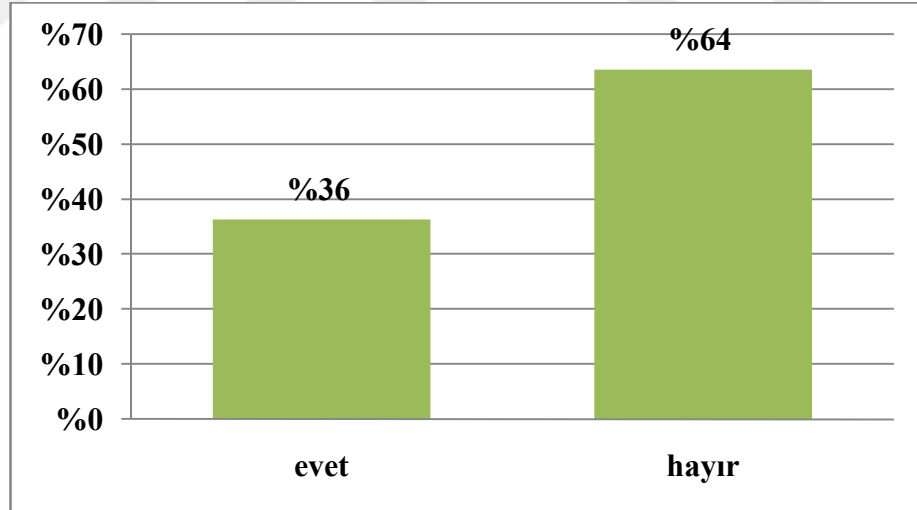
Görüşme yapılan firma yetkililerinden olan X32'den alınan bilgiye göre, firma yetkilisi mermer atıklarının değerlendirildiği alanlar hakkında bilgi sahibidir fakat bağlı olduğu firmada mermer atıklarının değerlendirilmesine ilişkin herhangi bir çalışma yapılmamaktadır.

Görüşme yapılan firma yetkililerinden X21'den alınan bilgiye göre, firma yetkilisinin bünyesinde olduğu işletme, hem blok hem işlenmiş mermer üretmekte ve mermer atıklarını moloz olarak oldukça düşük bir meblağa satmaktadır. Bu firma yetkilisinden alınan bilgiye göre, böyle değerli olan ve atıkları da oldukça fazla alanda değerlendirilebilen mermerin değerlendirildiği alanların yeterince bilinmemesi sebebiyle gelecek olası maddi kazanç kaynağı firmalar tarafından değerlendirilememektedir.

Görüşme yapılan firma yetkililerinden X39'dan alınan bilgiye göre, firma yetkilisinin bağlı olduğu işletmenin mermer üretimi yapmasına rağmen firmanın mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında bir bilgisi bulunmamaktadır. Bununla birlikte firma yetkilisi, mermer atıklarının değerlendirildiği alanlar hakkında yalnızca tahmin yürütebilmiştir.

Veriler incelendiğinde, firmaların büyük çoğunluğu tarafından mermer atıklarının değerlendirilmediği saptanmıştır. Mermer atıklarını değerlendiren firmaların tümü tarafından mermer atıkları moloz olarak satılmaktadır. Bu sebepten mermer atıklarının değerlendirildiği firmaların da mermer atıklarının değerlendirilmesi konusunda tek bir alanda faaliyet gösterdikleri saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkındaki yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla; firmalara evet ve hayır olmak üzere iki seçenekten oluşan çoktan seçmeli bir soru sorulmuştur. Firmaların mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkındaki yaklaşımları Şekil 4.3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.3.6. Firmalar tarafından mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında bilgi sahibi olma durumlarına ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Firma yetkilileriyle yapılan görüşme sonucunda, 77 adet firmanın %64'ünün (49 katılımcı) mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında herhangi bir bilgi sahibi olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, 77 adet firmanın %36'sının (28 katılımcı) ise mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında bilgi sahibi olduğu görülmektedir.

Görüşülen firma yetkililerinden X47'den alınan bilgiye göre, firma yetkilisinin mesleğinin maden mühendisi olmasına rağmen mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında herhangi bir bilgisinin olmadığı görülmüştür. Bu bilgiye göre, mermer hakkında teknik bilgi sahibi olan meslek gruplarının bile bu doğal taşın değerlendirilebildiği hakkında bilgisinin olmayabileceği anlaşılmaktadır.

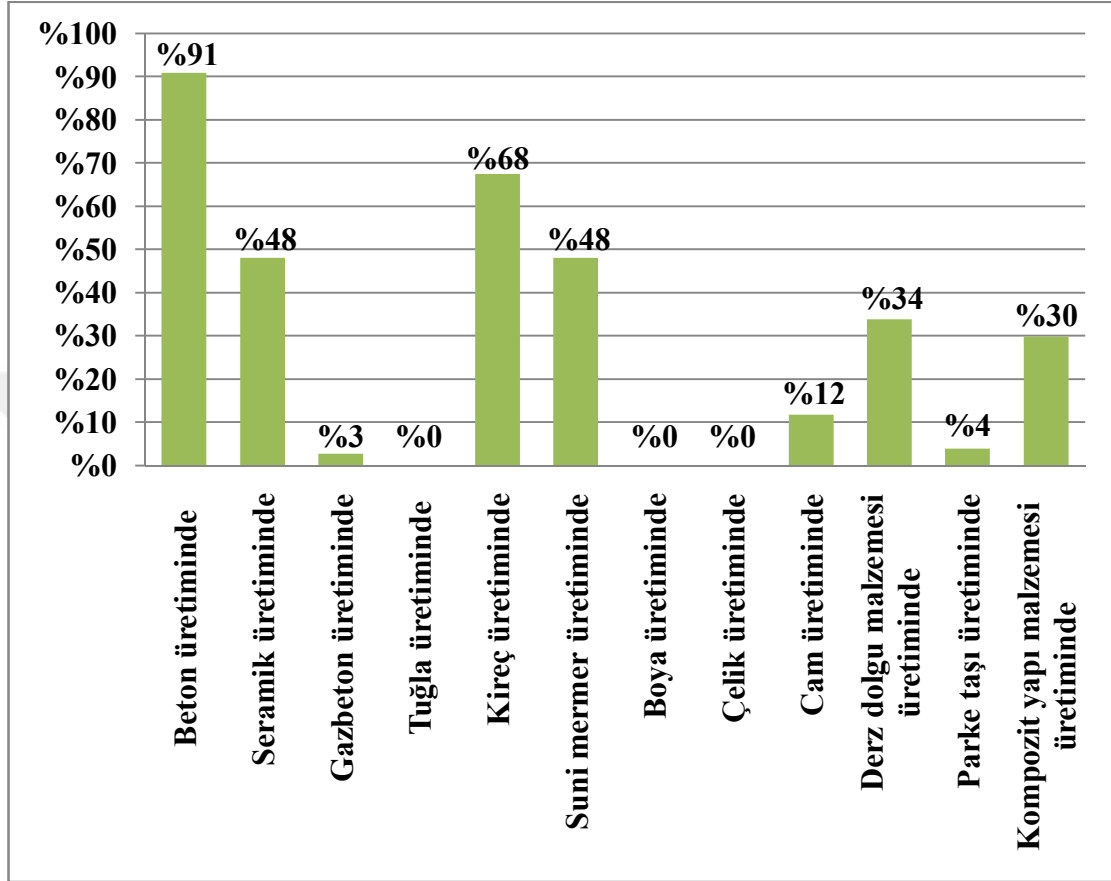
Görüşülen firma yetkililerinden X73'ten alınan bilgiye göre yetkili tarafından, mermer atıklarının mermer üretim sahasında oldukça fazla yer kaplamasından dolayı bu atıkların bertaraf edilmesi amacıyla mermer atıklarını değerlendirme yöntemleri araştırılmış fakat mermer atıklarının değerlendirildiği alanların tümünün bir arada bulunduğu bir kaynağa ulaşamadığı ifade edilmiştir.

Veriler incelendiğinde firmaların yarısından çoğunun mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında bilgi sahibi olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, mermer atığının değerlendirilmesi hakkında bilgi sahibi olan firma yetkililerinin oranı, mermer atıklarını değerlendiren firma yetkililerinin oranından yüksektir. Bunun sonucunda, mermer atıklarının değerlendirilmesi hakkında bilgi sahibi olan bazı firmaların da mermer atıklarını değerlendirme yoluna gitmedikleri saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlar hakkındaki yaklaşımının öğrenilmesi amacıyla firmalara; beton üretimi, seramik üretimi, gazbeton üretimi, tuğla üretimi, kireç üretimi, suni mermer üretimi, boya üretimi, çelik üretimi, cam üretimi, derz dolgu üretimi, parke taşı üretimi ve kompozit malzemesi olmak üzere 12 adet seçenekten oluşan bir tercih belirleme sorusu yöneltilmiştir. Firmalara göre, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlar Şekil 4.3.7.'de gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, 77 firmanın %91'ine göre mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi üretiminde en çok kullanıldığı alan beton üretimidir (70 katılımcı). 77 firmanın %68'ine göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en çok kullanıldığı 2. alan kireç üretimidir (52 katılımcı). 77 firmanın %48'ine göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en çok kullanıldığı 3. alan seramik üretimi ve suni mermer üretimidir (37 katılımcı). 77 firmanın %34'üne göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en çok kullanıldığı 4. alan derz

dolgusu üretimidir (26 katılımcı). 77 firmanın %30'una göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en çok kullanıldığı 5. alan kompozit yapı malzemeleri üretimidir (23 katılımcı).



Şekil 4.3.7. Firmalar tarafından mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlara ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

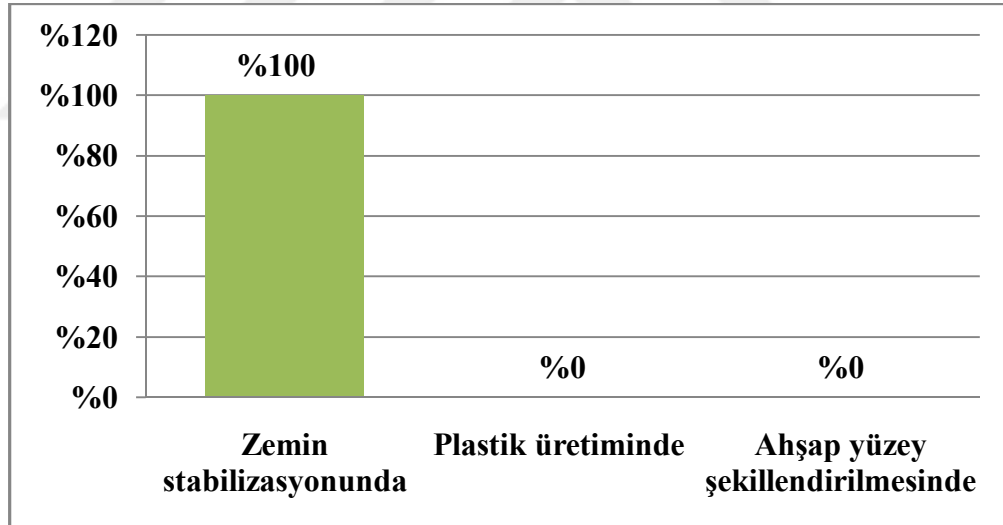
77 firmanın %12'sine göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en çok kullanıldığı 6. alan cam üretimidir (9 katılımcı). 77 firmanın %4'üne göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en çok kullanıldığı 7. alan parke taşı üretimidir (3 katılımcı). 77 firmanın %3'üne göre, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesinde en az kullanıldığı alan ise gazbeton üretimidir (2 katılımcı). Bu verilere ek olarak, görüşülen firma yetkililerine göre mermer atıkları tuğla üretiminde, boya üretiminde ve çelik üretiminde doğrudan kullanılmamaktadır.

Bu sorudan elde edilen verilere göre, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlardan firmalar tarafından en çok bilinen alan %91 oranla

beton üretimidir. Firmalar tarafından hiç bilinmeyen alanlar ise tuğla üretimi, boya üretimi ve çelik üretimi alanlarıdır.

Elde edilen verilere bakıldığında; mermer firmalarının, mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi olarak kullanılması konusunda birkaç yapı malzemesi hakkında sahip oldukları bilgi dışında diğer alanlar hakkında bilgileri bulunmamaktadır. Verilen cevaplar incelendiğinde, mermer firmalarının mermer atıklarının doğrudan yapı malzemesi üretilmesinde kullanıldığı alanlar konusunda kısıtlı bilgiye sahip oldukları saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapım faaliyetinde kullanıldığı alanlar hakkındaki yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla; firmalara evet ve hayır olmak üzere iki seçenektan oluşan çoktan seçmeli bir soru sorulmuştur. İşletmelerin mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapım faaliyetinde kullanıldığı alanlar hakkında bilgi sahibi olma durumları Şekil 4.3.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3.8. Firmalar tarafından mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapı faaliyetinde kullanıldığı alanlara ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

İşletmelerle yapılan görüşmeler sonucunda, 77 işletmenin %100'ü tarafından da, mermer atığının yapı malzemesi dışında yapım faaliyetinde kullanım alanı olarak zemin stabilizasyonu olarak belirtilmiştir (77 katılımcı). Görüşülen 77 adet işletmenin hiçbirine göre, mermer atıkları plastik üretiminde veya ahşap yüzey şekillendirici olarak kullanılmamaktadır.

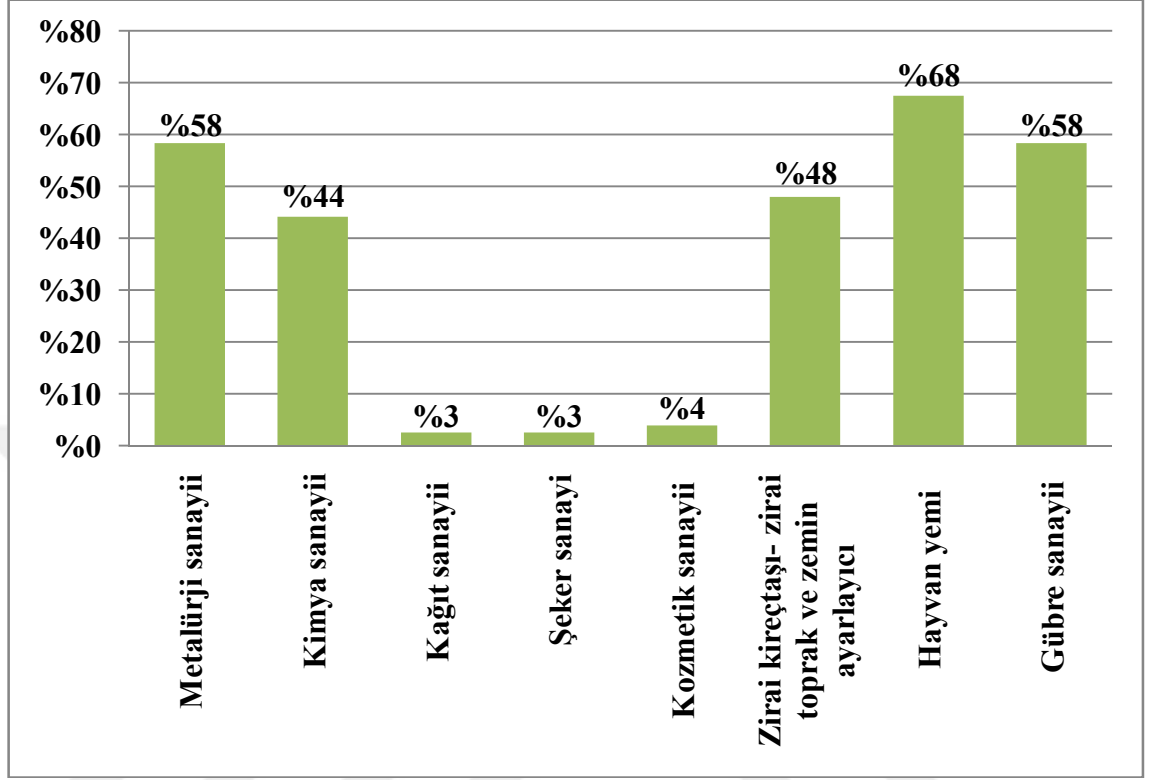
Bu soruda elde edilen veriler, bir önceki soruyla karşılaştırıldığında; mermer atıklarının değerlendirilmesi konusundaki bilgi eksikliği bu soruda da gözlemlenmektedir. Firmalar tarafından, mermer atıklarının değerlendirilmesi konusunda literatürdeki mermer atığı değerlendirme yöntemlerinin çoğundan haberdar olunmadığı görülmüştür. Verilen cevaplar incelendiğinde, mermer firmalarının mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapım faaliyetinde kullanıldığı alanlar konusunda kısıtlı bilgiye sahip oldukları saptanmıştır. Tüm bu verilere bakıldığında, görüşülen firmalar tarafından mermer atığının etkili bir biçimde değerlendirilemediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Yapılan görüşmelerde, firmaların mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlar hakkındaki yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla; metalürji sanayi, kimya sanayi, kağıt sanayi, şeker sanayi, kozmetik sanayi, zirai kireçtaşı-zirai toprak ve zemin ayarlayıcı, hayvan yemi ve gübre sanayi olmak üzere 8 seçenekten oluşan bir tercih belirleme sorusu soruldu. Firmalara göre, mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlar Şekil 4.3.9.'da gösterilmiştir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, 77 firmanın %68'ine göre mermer atıklarının yapı sektörü dışında en çok kullanıldığı alan hayvan yemi üretimidir (52 katılımcı). 77 firmanın %58'ine göre mermer atıklarının yapı sektörü dışında en çok kullanıldığı 2. gübre sanayidir (45 katılımcı). 77 firmanın %48'ine göre mermer atıklarının yapı sektörü dışında en çok kullanıldığı 3. alan, zirai kireçtaşı-zirai toprak ve zemin ayarlayıcıdır. (37 katılımcı). 77 firmanın %44'üne göre mermer atıklarının yapı sektörü dışında en çok kullanıldığı 4. alan kimya sanayisidir (34 katılımcı). 77 firmanın %4'üne göre mermer atıklarının yapı sektörü dışında en çok kullanıldığı 5. alan kozmetik sanayidir. (3 katılımcı). 77 firmanın %3'üne göre mermer atıklarının yapı sektörü dışında en az kullanıldığı alanlar ise kağıt sanayi ve şeker sanayidir (3 katılımcı).

Bu soruda elde edilen verilere göre, mermer atığının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlar arasında firmalar tarafından en çok bilineni %68 oranla mermer atıklarının hayvan yemi üretiminde kullanılmasıdır. Bununla beraber, mermer atığının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlar arasında firmalar tarafından en az bilinen alanlar ise %3 oranla kağıt sanayi ve şeker sanayisidir. Verilen cevaplar incelendiğinde, firmaların

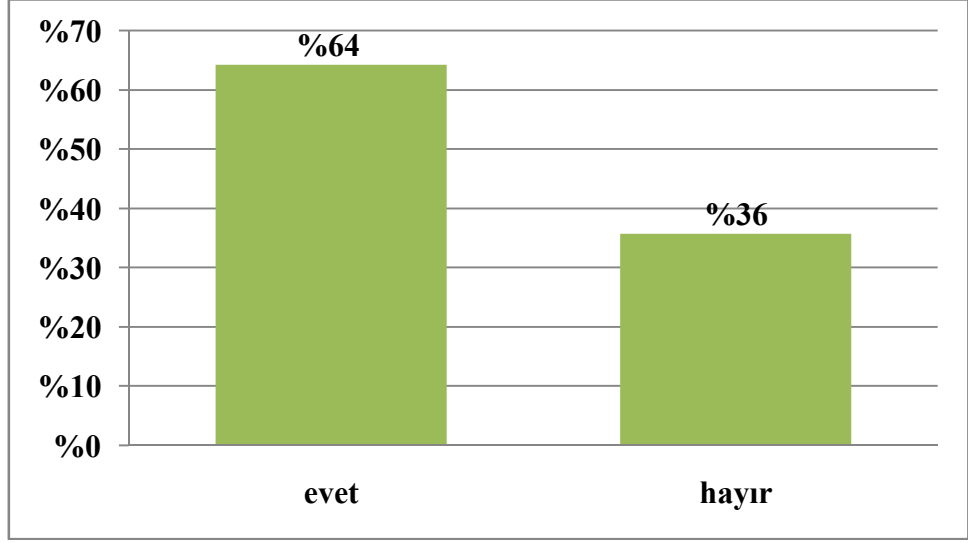
mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlar hakkında kısıtlı bilgiye sahip oldukları saptanmıştır.



Şekil 4.3.9.Firmalar tarafından mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanıldığı alanlara ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Yapılan görüşmelerde, firmalarda ortaya çıkan atıkların değerlendirildiğinde gelir elde edilmediğinin anlaşılması amacıyla firmalara; evet ve hayır olmak üzere iki seçenekten oluşan çoktan bir soru yöneltilmiştir. Firmaların mermer atıklarını değerlendirdiklerinde gelir elde etme durumu Şekil 4.3.10.'da gösterilmiştir.

Mermer atıklarını değerlendiren firmalarla yapılan görüşmeler sonucunda, 14 adet firmanın %64'ü tarafından mermer atıklarının değerlendirildiğinde gelir elde edildiği ifade edilmiştir (9 katılımcı). 14 adet firmanın %36'sı tarafından ise mermer atıklarının değerlendirildiğinde gelir elde edilmediği ifade edilmiştir (5 katılımcı).



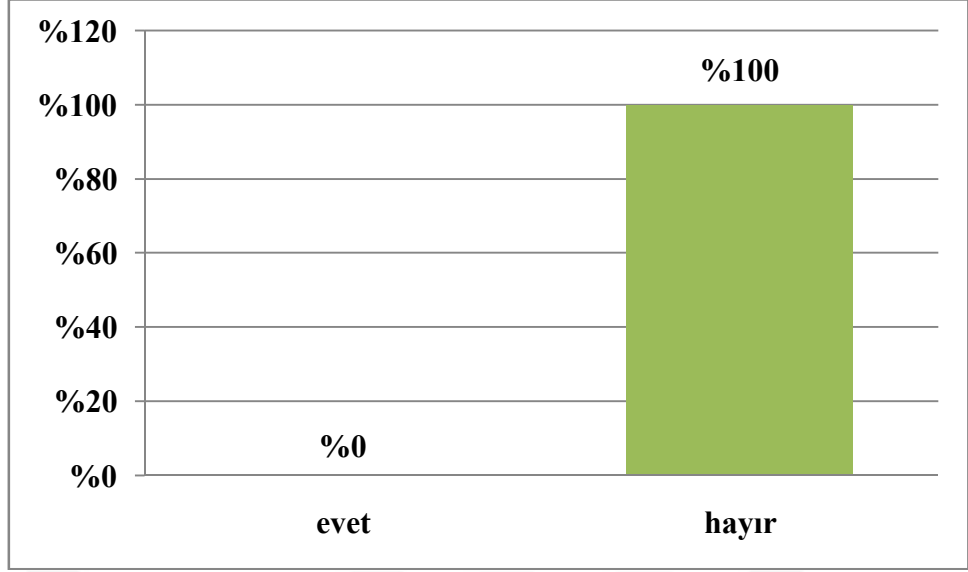
Şekil 4.3.10. Firmalar tarafından mermer atıklarını değerlendirdiklerinde gelir elde etme durumuna ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Elde edilen verilere göre, firmaların yarısından fazlası tarafından mermer atıkları değerlendirildiğinde bir gelir elde edilmektedir. Bu sorudan elde edilen veriler, bundan önceki sorulardan elde edilen verilerle birleştirildiğinde; mermer atıklarının değerlendirilme oranının görüşme yapılan firmalar içerisinde çok düşük olması, atıkları değerlendiren her firma tarafından bir gelir elde edilmemesi ve mermer atığı miktarının %60 civarında olması nedeniyle mermerin, firmalar tarafından büyük oranda zayi edildiği sonucuna varılmaktadır.

Görüşülen firma yetkililerinden X42'den alınan bilgiye göre, yetkilinin bağlı olduğu firma hem blok mermer hem işlenmiş mermer üreticisidir ve firma tarafından bu atıklar değerlendirildiğinde atıklardan bir gelir elde edilmemektedir. Verilen cevaplar incelendiğinde, mermer atıklarını değerlendiren firmaların oldukça az olmasına rağmen bu atıkları değerlendiren firmaların mermer atıklarından gelir elde ettiği saptanmıştır.

Yapılan görüşmelerde, firmalar tarafından bilinen mermer atığı değerlendirme tesisinin olup olmadığı hakkında bilgi sahibi olma durumları Şekil 4.3.11'de gösterilmektedir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, hiçbir firmanın herhangi bir mermer atığı değerlendirme tesisi hakkında bilgi sahibi olmadığı anlaşılmıştır. Verilen cevaplar incelendiğinde, firmalar tarafından değerlendirilen mermer atıklarının bir tesis aracılığıyla değerlendirilmediği saptanmıştır.



Şekil 4.3.11. Firmalar tarafından bilinen mermer atığı değerlendirme tesisinin varlığı hakkında bilgi sahibi olma durumuna ilişkin verilen yanıtların oransal dağılımı

Mermer atıklarını değerlendiren firmalardan alınan bilgilere göre, mermer atığını alan firmalar tarafından bu atıklar çeşitli kırma makinelerinde işletilerek kırılıp kullanıma hazır hale getirilmektedir. Fakat bu makineler, yalnızca mermere özelleşmemiş olup; diğer katı atıkların da boyut olarak küçültülmesini sağlamaktadır. Firmalar tarafından bilinen bir mermer atığı değerlendirme tesisinin bulunmayışı, mermerin kendi yapısına özgü olarak işlenebilmesini zorlaştırabilmekte ve hali hazırda kullanılan makinelere de zarar verme olasılığı bulunmaktadır. Bu durum da mermer atıklarının zayıflığını artırmakta ve yine ülkemize ekonomik kayıplar yaşatmaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye, coğrafi konumu gereği yer altı kaynakları bakımından oldukça zengindir. Bu yer altı zenginliklerden biri de mermerdir. Mermer, kalsitin belirli bir sıcaklık ve basınç altında başkalaşıma uğramasıyla oluşan bir bileşiktir. Mermer, doğal yapısı gereği ve üretim sürecindeki yanlış uygulamalar nedeniyle oldukça yüksek bir oranda atık meydana getirmektedir. Ortaya çıkan atıklar, tanecik boyutlarına göre parça mermer ve mermer toz atığı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ülkemizde, üretilen mermerin %50-%70'i atık olarak meydana gelmektedir.

Özellikle gelişmiş ülkelerde, geri dönüşüm faaliyetlerinin gün geçtikçe artırılması ve atık yönetiminin önem kazanmasıyla beraber; mermer atıkları da oldukça fazla alanda değerlendirilmektedir. Fakat Türkiye'de mermerin, çıkarılma ve işlenme aşamasında yarısından fazlası atık olarak ortaya çıkmaktadır. Meydana gelen atıklar, çoğunlukla değerlendirilmemekte ve doğaya bilinçsizce bırakılmaktadır. Bu durum, hem doğaya büyük zararlar vermekte, hem de milli servetimiz olan mermerin heba olmasına neden olmaktadır.

Bu çalışma, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla yapılmıştır. Tez çalışması kapsamında mermer sektöründeki işletmelerin mermer atıklarının değerlendirilmesi konusundaki yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla bir dizi görüşme yapılmıştır. Çalışma alanı olarak, TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Blok Mermer Fuarı seçilmiştir. Çalışma kapsamında, fuara katılan 107 adet mermer işletmesinden 77'si ile görüşme sağlanmıştır. Bu çalışmada, işletme yetkililerine 20 adet soru yöneltilmiştir. Sorular; işletme özelliklerine ve katılımcılara ilişkin bilgiler, mermer üretimi, işlenmesi ve satışına ilişkin bilgiler ve mermer atıkları ve değerlendirilmesine ilişkin bilgiler elde edilmesine yönelik hazırlanmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler grafikler yardımıyla yorumlanmıştır. Bununla beraber, işletme yetkililerinin bazılarının görüşme sırasında konu ile ilgili olarak yaptığı yorumlar da bulgular bölümüne eklenmiştir.

Çalışma kapsamında görüşülen firmaların mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde kullanım olanakları konusundaki yaklaşımları değerlendirilmiş ve çeşitli öneriler oluşturulmuştur. Bu öneriler üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

- Atık üretiminin azaltılması için firmalara yapılan öneriler
- Mermer atıklarının kullanıldığı alanlar hakkında farkındalıklarının artırılması için firmalara için yapılan öneriler
- Ortaya çıkan mermer atıklarının bilinçli ve sistemli bir biçimde değerlendirilmesi için firmalara yapılan öneriler olarak sıralanabilir.

5.1. Atık Üretiminin Azaltılması

Mermer firmalarıyla yapılan görüşmeye göre, firmaların çoğunun üretim ve satış kapasiteleri yüksektir. Bu durumda, firmaların atık üretme kapasiteleri fazladır ve mermer atıkları firmalar tarafından değerlendirilmelidir. Firmalardan alınan bilgiye göre, üretilen mermerin %60 ile %70'i atık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu verilere göre, firmalar oldukça yüksek bir atık üretme potansiyeline sahiptir. Mermer zayıtının azaltılmasında, mermer atıklarının oluşumunun önlenmesi en az mermer atıklarının etkili bir biçimde değerlendirilmesi kadar önem taşımaktadır. Firmalarla yapılan görüşmelerden elde edilen mermer atığı oranına bakıldığında, mermer firmalarının atık üretimini azaltmak için bazı tedbirler alması gerekmektedir.

İlk olarak, ocağın üzerindeki örtü açılmadan ultrasonik yöntemlerle mermerin bulunduğu alan ve mermerin yoğunluğu tam olarak saptanmalıdır (Yıldız 2008). Böylece, mermer ocağı açılırken mermer yatağındaki sürekli bölgelerin parçalanmasının önüne geçilebilir. Bunu takiben, mermerin ana kaya yapısının doğru analiz edilip, mermerin doğru yöntemle çıkartılması sağlanmalıdır. Böylece, mermerin çıkartılma aşamasında meydana gelen zayıt azaltılabilir.

Mermer atıklarının oluşumunun önlenmesinde, mermerin üretim aşaması da oldukça önem taşımaktadır. Bu bağlamda mermer firmalarından alınan bilgiye göre, mermer atıklarının büyük bir kısmı blok mermer üretim aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu durumda mermer firmaları tarafından, mermerin ocaktan çıkarılma ve blok haline getirilme aşamalarında zayıtın en aza indirilmesi için doğru teknikler kullanılmalıdır. Mermer firmalarından alınan bilgiye göre, mermer atıklarının en çok ortaya çıktığı yerin mermer ocakları olması da, mermerin doğru yöntemlerde çıkartılmadığını göstermektedir.

Atık üretiminin azaltılmasında, mermerin üretim aşamasında doğru teknikler kullanılarak işlenmesi de önem taşımaktadır. Görüşülen firmalardan alınan bilgilere göre, mermer firmaları tarafından kullanılan mermer işleme yöntemleri de çoğunlukla birkaç yöntemle sınırlı kalmaktadır. Bu da ortaya çıkan mermer atık miktarını artırmaktadır. Bundan dolayı, mermer firmaları tarafından kullanılan mermer işleme yöntemleri de çeşitlendirilmeli ve mermerin yapısına en uygun olan mermer işleme yöntemi seçilmelidir.

5.2. Mermer Atıklarının Kullanıldığı Alanlar Hakkında Farkındalığın Artırılması

Mermer atıklarının etkili bir şekilde değerlendirilmesinde, firma sahiplerinin ve firma yetkililerinin de atıkların değerlendirildiği alanlar hakkında bilgi sahibi olması oldukça önemlidir. Görüşme yapılan firma yetkililerine de bu konu hakkındaki yaklaşımlarının öğrenilmesi amacıyla çeşitli sorular yöneltilmiştir. Firma yetkililerinden alınan cevaplara göre, mermer firmalarının mermer atıklarının değerlendirildiği alanlar hakkında bilgisinin kısıtlı olduğu görülmüştür. Görüşülen firma yetkililerinin mermer atıklarının değerlendirildiği alanların yalnızca birkaçı hakkında bilgi sahibi olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, görüşülen mermer firmalarının çoğu tarafından, bazı alanlar hakkında hiç bilgi sahibi olmadıkları aktarılmıştır.

Bu çalışmada yapılan soru formu aracılığıyla görüşme, mermer işletmeleri arasında mermer atıklarının değerlendirildiği alanlar konusunda bir farkındalık yaratmıştır. Bu nedenle, mermer firmalarına mermer atıklarının değerlendirilmesi ve değerlendirildiği alanlarla ilgili gerekli bilgilendirme seminerleri düzenlenmelidir. Bu konuda, çeşitli meslek odaları ve birlikler tarafından işletmeler ve verilecek eğitimler konusunda aracı olmalıdır. Bununla beraber, firmalar tarafından dünyada mermer atıklarının değerlendirildiği ülkelere teknik geziler düzenlenerek yapılan uygulamalar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Örneğin, mermer atıklarından suni mermer üretimi yapılan fabrikalar yurtdışında fazla sayıda bulunmaktadır. Çin'de mermer atıklarından suni mermer üreten 100 adet, Hindistan'da ise aynı konuda faaliyet gösteren 40 adet firma bulunduğu bilinmektedir (Kocabağ 2018).

5.3. Ortaya Çıkan Mermer Atıklarının Bilinçli ve Sistemli Bir Biçimde Değerlendirilmesi

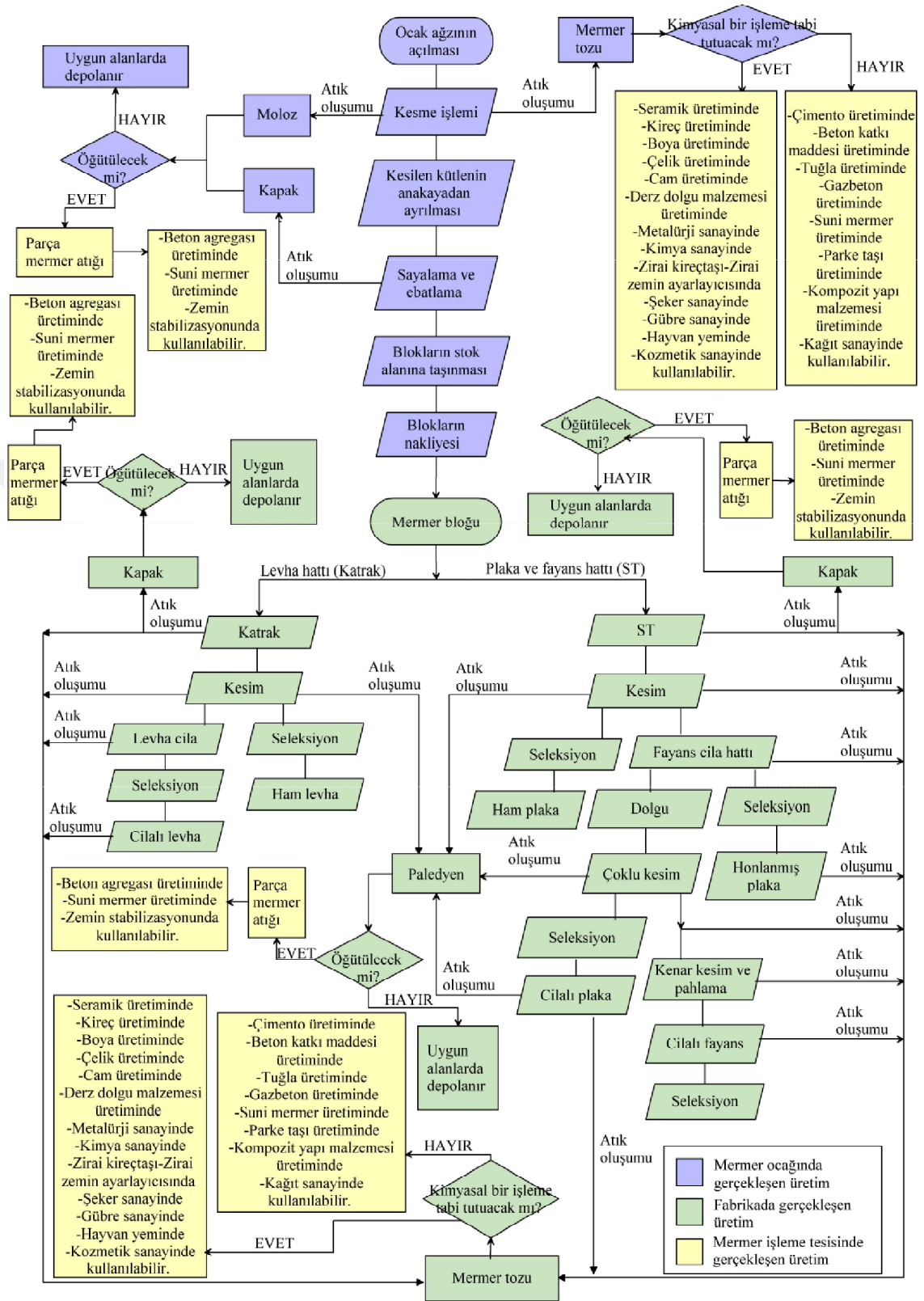
Mermer atık oluşumu, mermerin ocaktan çıkartılmasından başlayıp; mermer levha, fayans veya plaka haline gelinceye kadar devam etmektedir. Bundan dolayı, mermer atıklarının bilinçli ve sistemli bir şekilde değerlendirilmesi için mermer üretiminin atık meydana gelen aşamalarında çeşitli önlemler alınmalıdır.

Mermer atıklarını değerlendirmeyen firmalar, mermer atıklarını kontrolsüzce doğaya bırakmakta veya kendi çalışma sahalarında depolamaktadır. Bu durumda, gerekli makamlar tarafından belirli atık depolama sahaları belirlenmelidir. Buna ek olarak mermer atıklarının değerlendirilmesiyle ilgili bir geri dönüşüm teşvik çalışmaları başlatılmalıdır. Mermer atıklar, çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bu durum, mermer atıklarının bilinçli ve sistemli değerlendirilmesiyle bertaraf edilebilmektedir.

Firma yetkilileriyle yapılan görüşmelere göre, mermer atıklarını değerlendiren firma sayısı oldukça azdır. Mermer atıklarını değerlendiren az sayıda firma ise, yalnızca tek bir alanda mermer atıklarını değerlendirmektedir. Mermerin ocaktan başlayarak işlenmiş levha haline gelinceye kadar olan üretim sürecinde, mermer atıkları boyutlarına göre farklı alanlarda değerlendirilmelidir. Mermer firmalarına, mermer üretim sürecinde ortaya çıkan atıkları nasıl değerlendirebilecekleri hakkında çözümlerin bulunduğu bir akış şeması önerilmiştir. Mermer üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların nasıl değerlendirilebileceğine ilişkin önerilen akış şeması Şekil 5.3.1.'de gösterilmiştir.

Mermer üretimine ait genel akış şeması incelendiğinde, mermerin ocak ve fabrika üretim aşamalarında yapılan işlemler esnasında birçok aşamada mermer atığı meydana gelmektedir. Meydana gelen atıklar öncelikle boyutlarına göre sınıflandırılmalıdır. Eğer bu atıklar kullanılmayacaksa, firmalar tarafından; yetkili makamların belirlediği uygun bir atık sahasında depolanmalıdır.

Mermer üretim sürecinde, mermer ocağında ve mermer fabrikalarında parça atıklar ortaya çıkar (moloz, kapak ve paledyen). Mermer üretim sürecinde mermer ortaya çıkan molozlar, kapaklar ve paledyenler mermer kırma makinelerinde öğütülerek; beton agregası üretimi, suni mermer üretimi ve zemin stabilizasyonunda kullanılabilir hale getirilebilir.



Şekil 5.3.1. Mermer atıklarının oluşumuna ve değerlendirilme sürecine ilişkin önerilen genel akış şeması (Akkoyun ve Ankara 2007 ile Anonim 2019'd yeniden geliştirilerek hazırlanmıştır.)

Mermer üretim sürecinde her kesim, cilalama ve ebatlama aşamasında mermer toz atıkları meydana gelmektedir. Meydana gelen mermer toz atıkları mermer firmaları tarafından bu atıkları değerlendirebilecek farklı sektördeki firmalara satılabilir. Bu bağlamda, firmalar arasında endüstriyel simbiyoz uygulamalarının gerçekleştirilmesi ve hayata geçirilmesi oldukça önem taşımaktadır. Böylelikle mermer firmaları tarafından ortaya çıkan atıkları bilinçli ve sistemli bir biçimde değerlendirilebilir. Endüstriyel simbiyoz sayesinde mermer sektörünün atıkları başka sektörlerin hammaddesi olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, farklı sektördeki firmalar tarafından ihtiyaç duyulan hammaddeler daha ekonomik bir şekilde elde edilebilir.

Mermer toz atıklarının kullanıldıkları alana göre farklı kimyasal işlemlerden geçirilmesi gerekebilir. Mermer tozlarının bir takım kimyasal işlemlerden geçirilerek; seramik üretimi, kireç üretimi, boya üretimi, çelik üretimi, cam üretimi, derz dolgu malzemesi üretimi, metalürji sanayi, kimya sanayi, zirai kireçtaşı-zirai zemin ayarlayıcı üretimi, şeker sanayi, plastik sanayi, gübre sanayi, hayvan yemi ve kozmetik sanayisinde kullanılabilir. Mermer tozları, kimyasal işlemde geçirmeye gerek kalmaksızın da çeşitli alanlarda kullanılabilir. Bu alanlar; çimento üretimi, beton üretimi, tuğla üretimi, gazbeton üretimi, suni mermer üretimi, parke taşı üretimi, kompozit yapı malzemesi üretimi, ahşap yüzey şekillendiricisi üretimi ve kağıt sanayisidir.

Mermer firmaları tarafından ortaya çıkan atıkların sistemli ve bilinçli değerlendirilebilmesi için de çeşitli tesislere ihtiyaç vardır. Firma yetkilileriyle yapılan görüşmelere göre, mermer firmaları tarafından bilinen bir mermer atığı işletme tesisi bulunmamaktadır. Bu durum, mermer atığının sistemli ve bilinçli bir şekilde değerlendirilmemesine neden olmaktadır. Atıkların değerlendirilmesi amacıyla çeşitli tesisler kurulması veya bu tesisleri kuracak girişimciler için gerekli teşviklerin sağlanması da mermer atıklarının değerlendirilebilmesi için oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Akın, E., 2007.** Mermer Tozlarının Uçucu Kül ile Polimer Esaslı Kompozit Malzeme Üretiminin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı Anabilim Dalı, Ankara.
- Akkoyun, Ö., Ankara, H. 2007.** Kalite Maliyet Modelleri ve Mermer Fabrikaları İçin Bir Uygulama. http://www.madencilik.org.tr/article/167af899d3d9889_ek.pdf (Erişim Tarihi: 22.06.2019)
- Alyamaç, K. E., Ghafari, E., İnce, R. 2017.** Development of eco-efficient self-compacting concrete with waste marble powder using the response surface method. *Journal of Cleaner Production*, 144 (2017):192-202.
- Anonim, 2015.** MİGEM, 2015 “Doğal Taş-Mermer”, <http://www.migem.gov.tr/.../MIGEM-DOGALTAŞ-MERMER-Mart.2015.pdf>. (Erişim Tarihi: 10.01.2018).
- Anonim 2015a.** http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/mermer.jpg (Erişim Tarihi:08.02.2019)
- Anonim 2019.** Maden Dış Ticareti. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-dis-ticaretTaslar> (Erişim tarihi: 01.01.2019)
- Anonim 2019a.** 2017 Yılı Maden Sektörü Görünümü Raporu. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Taslar> (Erişim tarihi: 18.03.2019)
- Anonim 2019b.** Doğal Taşlar. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Taslar> (Erişim tarihi: 20.03.2019)
- Anonim 2019c.** Doğal Taş Üretimleri. http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx (Erişim tarihi: 22.03.2019)
- Anonim 2019d.** Mermer Ocağı İşletmesi Kapasite Artışı (Alan ve Üretim) Proje Tanıtım Dosyası. <https://docplayer.biz.tr/18842100-Mermer-ocagi-isletmesi-kapasite-artisi-alan-ve-uretim-proje-tanitim-dosyasi.html> (23.06.2019)
- Arel, H.Ş., 2016.** Recyclability of Waste Marble in Concrete Production. *Journal of Cleaner Production*, 131 (2016):179-188.
- Aydoğan, E. 2006.** Çekiçler Mermer Fabrikası’nda Kusurlu Fayans Üretiminin Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Bilensoy, M. 2010.** Mermer Fabrikaları Toz Atıklarının Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Bilgin, M., Çakır, E. 1998.** *Mermer araştırması*, İstanbul: İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 4 s.
- Bilgin, Ö., Koç, E. 2013.** Mermer Madencilğinde Çevresel Etkiler.15 Ocak 2013. www.madencilik-turkiye.com (Erişim Tarihi: 07.07.2017)
- Bilgin, N., 2010.** Mermer Tozu Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Anabilim Dalı Anabilim Dalı, İstanbul
- Bilgin, N., Yeprem, H.A., Arslan, S., Bilgin, A., Günay, E., Marşoğlu, M., 2012.** Use of Waste Marble Powder in Brick Industry, *Construction and Building Materials*, 29(2012):449–457.

- Boztaş, S.C., 2009.** Burdur İli Yeşilova İlçesi Kağılcık Mevkii Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı, Adana.
- Ceylan, H. 2000.** Mermer Fabrikalarındaki Toz Atıklarının Ekonomik Olarak Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Çapık, M. 2008.** Harşit (Giresun) Granitlerinin Mermer Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Çelik, M.Y. , Kavuşan,G. 2001.** Doğal Taş ve Mermerlere Uygulanan Yüzey Şekillendirme Teknikleri. 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 8-19 Ekim 2001, İzmir, Türkiye.
- Dağlı, Ç., 2014.** Mermer Toz Atıklarının Derz Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Duran, G. 2015.** Bucak İlçesi Mermer Sektörü Kümelenme Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Isparta.
- Ercikdi, B. , Külekci, G., Yılmaz , T. 2015.** Utilization of Granulated Marble Wastes and Waste Bricks as Mineral Admixture in Cemented Paste Backfill of Sulphide-Rich Tailings. *Construction and Building Materials*, 93 (2015):573–583.
- Filiz, M. , Özel, C., Soykan, O., Ekiz, Y. 2010.** Atık Mermer Tozunun Parke Taşlarında Kullanılması.Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi , 6(2): 57-72.
- Geçgil, Ş., (1988)** İlaç Gıda ve Kozmetik Konuları ile İlgili Yasa Yönetmelik Kararnamesi ve Bildirgeler, Eczacılık, İstanbul.
- Görgülü, K. 1994.** Bazı Mermer Ocaklarında (Isparta-Burdur-Sivas) İşletme Sistemlerinin İncelenmesi ve Öncelikli Kaya Madde/Kütle Özellikleri İle İlişkilendirilmesi Araştırmaları. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas.
- Günaydın, O., Güçlüer, K., Ünal,O., 2016.** Adıyaman Atık Mermer Tozlarının Gazbeton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 12(1): 21-29.
- Kavas, T., Kibıcı, Y., 2001.** Afyon Bölgesi Mermer Atıklarının Portland Kompoze Çimentosu Üretiminde Katkı Maddesi Olarak Kullanım Olanakları, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (MERSEM'2001) Bildiriler Kitabı, Afyon, 328-333, 2001.
- Kavas, T., 2003.** Atık Mermer ve Alüminyum Hidroksit Kullanarak Refrakter Çimento Üretimi. *Doktora Tezi*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Keleştemur, O., Arıcı,E., Yıldız,S., Gökçer, B.,2014.** Performance Evaluation of Cement Mortars Containing Marble Dust and Glass Fiber Exposed to High Temperature by Using Taguchi Method. *Construction and Building Materials*, 60(2014):17-24.
- Khyaliya, K.R. , Kabeer, S. A. 2017.** Evaluation of Strength and Durability of Lean Mortar Mixes Containing Marble Waste. *Construction and Building Materials*, 147 (2017): 598.
- Kocabağ, D.,2018.** Sürdürülebilir Madencilik Bağlamında Mermer Sanayi ve Mermer Atıklarının Değerlendirilmesi: Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar, Editörler: Güler, T. Polat.E., Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları, Muğla, sf:51-92.

- Kourkoulis, S.K., Ganniari-Papageorgiou, E. 2009.** Experimental study of the size- and shape-effects of natural building stones. *Construction and Building Materials*, Athens, Greece, 803 pp.
- Kulaksız, S. 2012.** Madencilikte Çevre Yönetimi. Mermer İşleme Yöntemleri Sempozyumu. Afyon, 2012.
- Lappa, Ş., Yıldız, A., Demirbilek, Ö., 1997.** Mermercilikte Atık Sorunu, Atıkların Değerlendirilmesi ve Çevre İlişkileri, Mermercilik Semineri Raporu, 1997.Afyonkarahisar.
- MAPEG, 2018.** “Doğal Taş-Mermer”, <http://www.mapeg.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.01.2018).
- Oğul,K., 2005.** Mermer İnce Atıklarının Koaülasyonu ve Floküasyonu.*Yüksek Lisans Tezi*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Onargan, T., Köse,H. 1997.** Mermer, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 220, İzmir.
- Onargan, T., 2007.** Mermer Madencilğinde Çevre Yönetimi, II. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Ankara.
- Onur, S. 2012.** Mermer ve Doğal Taş Sektörü. *Standard*, 606: 22-26.
- Onur, S., 2012.** Mermer ve Doğal Taş İşletmelerinden Türeyen Artıkların Değerlendirilmesi. *Standard*, 606: 73-74.
- Ozuloğul, A., Erdoğan, M., 1995.** Mermerlerde yüzey parlaklığının görüntü analizi yöntemi ile ölçülmesi. 1. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı ,Afyon, 37-44s.
- Sarıtaş, A. 2006.** Burdur İli Mermer Sektörünün Kurumsal ve Ekonomik Yapısı. *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Antalya.13-15 s.
- Singh, M., Srivastava, A., Bhunia, D., 2016.** An Investigation on Effect of Partial Replacement of Cement by Waste Marble Slurry. *Construction and Building Materials*,134 (2017):471–488.
- Sofuoğlu, S.D., Ordu, M., Aykaç ,E., Çelikbaş, S., 2013.** Mermer ve Traverten Tozunun Ahşap Üst Yüzey İşlemlerinde Kullanın Parlaklık ve Pürüzlülüğüne Etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2013):81-93.
- Sütçü, M., Alptekin, H., Erdoğan, E., Er, Y., Gencel, O., 2015.** Characteristics of Fired Clay Bricks with Waste Marble Powder Addition as Building Materials. *Construction and Building Materials*,82 (2015):7.
- Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y., Saruşık, A., 1996.** Mermer Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği, Isparta.
- Taner, A.H. 2012.** Mermer Atıklarının Karşılaştırılmalı Değirmende Mikronize Öğütülebilirliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak.
- Taşlıgil, N., Şahin, G. 2016.** Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Doğal Taşların İktisadi Coğrafya Odağında Analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*,33: 611-614
- Taşgın, Y. 2014.** Mermer, Ferrokrom Cürufu ve Cam Atıklarının Asfalt Beton Kaplamalarında Filler Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Tunceli.

- Tennich, M., Kallel, A., Ouezdou, M.B., 2015.** Incorporation of Fillers From Marble and Tile Wastes in the Composition of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 91 (2015):65–70.
- T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 1995.** Mermer ve Granit Sanayi Sektör Araştırması, Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, ANKARA.
- Top, F. 2014.** Dış Ticarete Ödeme ve Teslim Yöntemleri: Bucak Mermer Sektörü Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Isparta.
- Topçu, İ.B., Bilir, T., Uygunoğlu, T. 2009.** Effect of Waste Marble Dust Content as Filler on Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 23 (2009):1947–1953.
- Tur, Ş. 2007.** Afyonkarahisar’da Mermer Atıklarının Depolanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
- Ulubeyli, G. C., Artır, C., 2015.** Properties of Hardened Concrete Produced by Waste Marble Powder. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195 (2015) :2181 – 2190.
- Yıldırım, M.H. 2012.** *Standard*, İstanbul, 606:20.
- Yıldız, A.H. 2008.** Mermer Toz Atıklarının Yol İnşaatlarında Değerlendirilmesi. *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Zhang L.,2013.** Production of bricks from waste materials – a review. *Constr BuildMater*, 47 (2013) :643–55.

EKLER

- EK1** Görüşme Formu Metni
- EK2** Görüşme Formu Uygulama İzni
- EK3** Uludağ Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve
Yayın Etik Kurulu Toplantı Tutanağı
- EK4** Görüşülen firma yetkililerine ilişkin yaş, meslek, firmadaki görev
ve iş tecrübesi verileri



EK.1: Görüşme Formu Metni

MERMER ATIKLARININ YAPI MALZEMESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Değerli Katılımcı,

Bu anket Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı bünyesinde Seza ŞİMŞEK tarafından hazırlanmakta olan "Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma" konulu yüksek lisans tezi kapsamında yapılmaktadır. Araştırma ilgili bilim alanına katkıda bulunulması amacıyla planlanmıştır. Sizin yanıtlarınızdan elde edilecek sonuçlar bilimsel açıdan değerlidir. Bu nedenle soruların tümüne ve içtenlikle yanıt vermeniz büyük önem taşımaktadır.

Araştırmaya katılmanız gönüllülük esasına dayalıdır. Kişisel bilgiler gizli kalacak, ankete verilen yanıtlar sadece bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır. Anketi yanıtladığınız için teşekkür ederiz.

Yaş _____ :

Meslek _____ :

Firmadaki Görev _____ :

İş Tecrubesi (Yıl) _____ :

1. Firmanız ne zaman kurulmuştur ve hangi ilde bulunmaktadır?

.....

2. Kendinizi hangi büyüklükte bir firma olarak tanımlarsınız?

Küçük Orta Büyük

3. Mermer üretimi yapıyor musunuz?

Evet Hayır

4. Önceki soruya yanıtınız "evet" ise firmanızda yaklaşık yıllık kaç ton mermer **üretimi** yapılmaktadır?

1.000-2.000 2.000-5.000 5.000-10.000 10.000 ve üstü

5. Firmanızda yaklaşık yıllık kaç ton mermer **satışı** yapılmaktadır?

1.000-2.000 2.000-5.000 5.000-10.000 10.000 ve üstü

6. Firmanızda hangi tip mermer **üretimi** yapılmaktadır?

Blok (Ham) mermer İşlenmiş mermer plakaları

7. Firmanızda hangi tip mermer **satışı** yapılmaktadır?

Blok (Ham) mermer İşlenmiş mermer plakaları

8. Firmanızda mermerlerin işlenmesi hangi yöntemle/yöntemlerle yapılmaktadır?

Testere ile kesme Honlama Cilalama Alevle yakma Eskitme Kumlama

Çekiçleme Doldurma Doğal boyutlandırma Asitle yıkama

9. Ürettiğiniz ve işlediğiniz mermerlerin % kaçını atık olarak ortaya çıkmaktadır?

%20'den az %20 %30 %40 %50 %60 %70 %70'den fazla

10. İşletmenizde mermer atıklarını en çok çıktığı yerden en az çıktığı yere doğru sıralayınız. (En çok çıkan=1, en az çıkan= 4 olacak şekilde).

Mermer ocağı Mermer fabrikası Mermerin işleme aşaması Mermerin doğal yapısı

11. Mermerin doğal özelliklerini en çok atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliğinden en az atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliğine doğru bir sıralama yapınız. (En çok atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliği=1, en az atık çıkmasına neden olan doğal yapı özelliği=6 olacak şekilde).

- Kırık ve Çatlaklar Damarlar Boşluklar
 Kristal Dokusu Foliasyon Fosiller

12. İşletmenizde ortaya çıkan atık türlerini miktar olarak en çok çıkandan en az çıkana doğru sıralayınız. (En çok çıkan=1, en az çıkan= 4 olacak şekilde).

- Moloz Kapak Paledyen Mermer Tozu

13. Oluşan atıkları herhangi bir alanda değerlendiriyor musunuz? Nasıl?

- Evet Hayır

14. Mermer atıklarının geri dönüştürülmesi hakkında bir bilgiye sahip misiniz?

- Evet Hayır

15. Sizce, mermer atıklarının yapı malzemesi üretiminde doğrudan kullanıldığı alanlar hangileridir?

- Beton üretiminde Seramik üretiminde Gazbeton üretiminde Tuğla üretiminde
 Kireç üretiminde Suni mermer üretiminde Boya üretiminde Çelik üretiminde
 Cam üretiminde Derz dolgu malzemesi üretiminde Parke taşı üretiminde
 Kompozit yapı malzemesi üretiminde

16. Sizce, mermer atıklarının yapı malzemesi dışında yapım faaliyetinde kullanıldığı alanlar hangileridir?

- Zemin stabilizasyonunda Plastik üretiminde Ahşap yüzey şekillendirilmesinde

17. Sizce, mermer atıklarının yapı sektörü dışında kullanılabildiği alanlar hangileridir?

- Metalürji sanayii Kimya sanayii Kağıt sanayii Şeker sanayi Kozmetik sanayii
 Zirai kireçtaşı- zirai toprak ve zemin ayarlayıcı Hayvan yemi Gübre sanayii

18. Mermer atıklarını değerlendirdiğinizde bir gelir elde ediyor musunuz?

- Evet Hayır

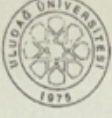

19. İşletmeniz tarafından bilinen bir mermer atığı değerlendirme tesisi var mıdır?

- Evet Hayır

20. Bir önceki soruya yanıtımız "evet" ise bu tesis hakkında bilgi verir misiniz?

.....
.....
.....

EK.2: Görüşme formu uygulama izni

 **T.C.**
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik 

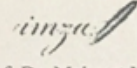
Sayı: 26468960-044/20687 05/06/2018
Konu: Seza ŞİMŞEK'in Uygulama İzni

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 17.05.2018 tarihli ve 31037515-302/3229 sayılı yazınız.

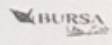
İlgi yazınızda bahsi geçen Enstitünüz Mimarlık Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Seza ŞİMŞEK'in "Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma" konulu tez çalışması Üniversitemiz Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'nca görüşülmüş olup, alınan karar ekte gönderilmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.


Prof. Dr. Mehmet YÜCE
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Ek :
Karar Örneği (1 sayfa)

Bu Belge, 5070 sayılı Kanun hükümlerine uygun olarak elektronik imza ile imzalanmıştır.
U.Ü. Rektörlüğü Görükle Kampusu 16059 Nilüfer/BURSA Bilgi İçin: Çiğdem ŞENOL
Tel : 0224 294 00 86 Faks: 0224 294 00 37 Şef
e-posta : uugs@uludag.edu.tr Elektronik Ağ: www.uludag.edu.tr Tel : 0224 294 00 38
Bu belge UDOS ile hazırlanmıştır. Teyit için: <https://udos.uludag.edu.tr/teyit/?ubWIZObGX0GBEXt1AN2wtg>



EK.3: Uludağ Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu Toplantı Tutanağı

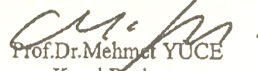
**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULLARI
(Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)
TOPLANTI TUTANAĞI**

OTURUM TARİHİ
25 Mayıs 2018

OTURUM SAYISI
2018-04

KARAR NO 2: Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan Mimarlık Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Seza ŞİMŞEK'in "Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma" konulu tez çalışması kapsamında yapılacak olan anket sorularının değerlendirilmesine geçildi.

Yapılan görüşmeler sonunda; Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Seza ŞİMŞEK'in "Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma" konulu tez çalışması kapsamında katılımcılara uygulanacak anket sorularında yer alan "Ad-Soyad" kısımlarının çıkarılması koşuluyla, fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğu başvurusuza ait olmak üzere uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.


Prof. Dr. Mehmet YUCE
Kurul Başkanı

EK.4: Görüşülen firma yetkililerine ilişkin yaş, meslek, firmadaki görev ve iş tecrübesi verileri

Form NO	YAŞ	MESLEK	FIRMADAKİ GÖREV	İŞ TECRÜBESİ (YIL)	Form NO	YAŞ	MESLEK	FIRMADAKİ GÖREV	İŞ TECRÜBESİ (YIL)
X1	28	satış-pazarlama	satış-pazarlama	3	X40	45	mermerci	satış-pazarlama	25
X2	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	7	X41	42	mermerci	ortak	15
X3	43	mermerci	ortak	17	X42	40	mermerci	ortak	15
X4	33	satış-pazarlama	satış-pazarlama	6	X43	52	mermerci	satış-pazarlama	30
X5	49	mermerci	ortak	25	X44	36	mermerci	ortak	14
X6	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	4	X45	41	maden mühendisi	maden mühendisi	17
X7	48	maden mühendisi	ortak	20	X46	32	mermerci	satış-pazarlama	10
X8	37	jeoloji mühendisi	ortak	12	X47	42	maden mühendisi	yönetici	20
X9	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	10	X48	40	mermerci	satış-pazarlama	20
X10	29	satış-pazarlama	satış-pazarlama	7	X49	32	mermerci	maden mühendisi	10
X11	38	maden mühendisi	yönetici	15	X50	40	mermerci	ortak	20
X12	42	mermerci	ortak	20	X51	28	satış-pazarlama	satış-pazarlama	5
X13	35	satış-pazarlama	satış-pazarlama	15	X52	40	satış-pazarlama	satış-pazarlama	15
X14	37	mermerci	mermerci	17	X53	38	jeoloji mühendisi	yönetici	15
X15	43	mermerci	ortak	23	X54	47	mermerci	satış-pazarlama	23
X16	39	mermerci	ortak	9	X55	44	satış-pazarlama	satış-pazarlama	20
X17	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	10	X56	40	satış-pazarlama	satış-pazarlama	20
X18	41	mermerci	ortak	20	X57	33	satış-pazarlama	satış-pazarlama	10
X19	33	mermerci	satış-pazarlama	10	X58	31	satış-pazarlama	satış-pazarlama	10
X20	29	maden mühendisi	yönetici	5	X59	35	jeoloji mühendisi	yönetici	10
X21	32	mermerci	ortak	8	X60	34	jeoloji mühendisi	yönetici	7
X22	49	satış-pazarlama	satış-pazarlama	20	X61	30	satış-pazarlama	satış-pazarlama	5
X23	40	mermerci	satış-pazarlama	20	X62	37	satış-pazarlama	satış-pazarlama	5
X24	44	jeoloji mühendisi	yönetici	20	X63	38	satış-pazarlama	satış-pazarlama	20
X25	33	mermerci	satış-pazarlama	10	X64	48	mermerci	ortak	23
X26	30	jeoloji mühendisi	şantiye şefi	10	X65	42	mermerci	ortak	15

X27	34	mermerci	sahip	15	X66	45	mermerci	ortak	20
X28	33	mermerci	sahip	15	X67	33	satış-pazarlama	satış-pazarlama	10
X29	49	ihracat sorumlusu	ihracat sorumlusu	20	X68	42	mermerci	ortak	7
X30	32	mermerci	satış-pazarlama	5	X69	48	mermerci	ortak	21
X31	41	mermerci	satış-pazarlama	7	X70	49	mermerci	ortak	33
X32	49	satış-pazarlama	satış-pazarlama	15	X71	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	5
X33	24	ticaret	sahip	3	X72	41	satış-pazarlama	satış-pazarlama	15
X34	27	inşaat mühendisi	ortak	9	X73	45	mermerci	ortak	20
X35	28	maden mühendisi	satış-pazarlama	2	X74	42	mermerci	ortak	20
X36	59	mermerci	sahip	30	X75	31	satış-pazarlama	satış-pazarlama	5
X37	37	satış-pazarlama	satış-pazarlama	2	X76	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	2
X38	32	satış-pazarlama	satış-pazarlama	5	X77	37	satış-pazarlama	satış-pazarlama	4
X39	37	mermerci	satış-pazarlama	10					

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Seza Şimşek
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul/10.02.1993
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Merzifon Anadolu Lisesi/2011
Lisans : Uludağ Üniversitesi/2016
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi/2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Şüheda Mimarlık
SK Mimarlık
MTG Mimarlık
İletişim (e-posta) : simsekseza@gmail.com
Yayınları :

Şimşek, S. ,Perker, Z.S. 2019. Bursa Hanlar Bölgesi'nde Bulunan Tarihi Han Örneklerinde Doğal Taş Malzeme Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(62): 655-665.

Şimşek, S. ,Perker, Z.S. 2019. Yaya Köprülerini Oluşturan Elemanlarda Yapı Malzemesi Kullanımı VE Sorunları Üzerine Bir Araştırma: Bursa Örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(63): 550-567.