

**T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYSERİ BAZALTININ YAPI TAŞI OLARAK KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Ersin KOÇAK

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Ve Malzemesi Programı

Tez Danışmanı: Yard.Doç. Dr. Çiğdem TEKİN

HAZİRAN 2011

**T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYSERİ BAZALTININ YAPI TAŞI OLARAK KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Ersin KOÇAK

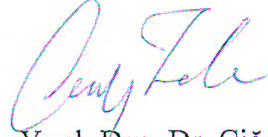
Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Ve Malzemesi Programı

Tez Danışmanı: Yard.Doç. Dr. Çiğdem TEKİN

HAZİRAN 2011

Ersin KOÇAK tarafından hazırlanan KAYSERİ BAZALTININ YAPI TAŞI OLARAK KULLANIM OLANAKLARINI ARAŞTIRILMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Yard. Doç. Dr. Çiğdem TEKİN
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafındanMİMARLIK..... Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Yard. Doç. Dr. Çiğdem TEKİN

Üye : Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökçe TUNA TAYGUN

Üye : _____

Üye : _____

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

ÖNSÖZ

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübeleri ile aşmamda yardımcı olan Yard. Doç. Dr. Çiğdem TEKİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim sırasında değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU, Prof. Dr. Murat ERİÇ, Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY ve Öğr.Gör.Dr. Ünver ANIL'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında yardımlarıyla çalışmama önemli katkılar sağlayan Yrd. Doç. Dr. Sedat KURUGÖL, Arş. Gör. Dilek Dilhan HATİPOĞLU, Arş. Gör. Binnaz BAYHAN, Arş. Gör. Ümit Turgay ARPACIOĞLU ve Öğretim Görevlisi Papatya SEÇKİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması kapsamındaki deneysel çalışmalarda bana yardımlarını sunan İTÜ Atölye sorumlusu Tek. Hürşit BOLAT'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması kapsamındaki deneysel çalışmalarda bana yardımlarını sunan İstanbul Üniversitesi öğretim görevlileri; Yrd. Doç. Dr. Namık AYSAL, Arş Gör. Murat YILMAZ ve Öğretim Görevlisi Selman ER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında benden desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mayıs 2011

Ersin KOÇAK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Çalışmanın Kapsamı	3
1.3. Çalışmanın Yöntemi	3
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
2.1. Bazalt İle İlgili Yapılmış Olan Çalışmalar	4
2.2. Kayaçlar	6
2.2.1 Magmatik Kayaçlar	8
2.2.1.1 Magmatik Kayaçların Doku Tipleri	9
2.2.1.2. Magmatik Kayaçların Başlıca Türleri	11
2.3.Doğal Taşların Yapı Taşı Olarak Kullanımı	12
2.3.1. Türkiye'de Doğal Taşlar ve Kullanımı	13
2.3.2. Türkiye'de Bazalt	15
2.4. Doğal Taş Olarak Bazalt Hakkında Genel Bilgi	16
2.4.1. Bazaltın Kullanım Alanları	19
2.4.2. Bazalt Madenciliği	21
2.4.3. Bazaltlarda Genel Olarak Kullanılan Yüzey İşlemleri	23
2.5. Kayseri Bazaltı	25
2.5.1. Kayseri Bazaltının Kullanımı	28
2.5.1.1. Geçmişte Kayseri'de Bazalt Taşının Kullanımı	28
2.5.1.2. Günümüzde Kayseri Bazalt Taşının Kullanımı	34
2.5.2. Kayseri Bazalt Ocakları ve Üretim Durumu	36
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	37
3.1. Deneyler	37
3.1.1. Petrografik Analiz	37
3.1.2. Kimyasal Analiz	38
3.1.3. Mekanik Özellikler	39
3.1.4. Fiziksel Özellikler	42
3.2.Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	43
3.2.1. Petrografik Tanımlama	45
3.2.2. Kimyasal Analiz Sonuçları	46

3.2.3. Mekanik Özellik Sonuçları	50
3.2.4. Fiziksel Özellik Sonuçları	53
3.3 Deney Sonuçlarının İlgili Çalışmalar ile Karşılaştırılması	55
4. SONUÇ	58
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	64

KAYSERİ BAZALTININ YAPITAŞI OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışma, ülkemizde bol miktarlarda bulunan doğal taşlardan Kayseri bazaltının, yapı taşı olarak kullanılmasını incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde literatür araştırması yapılmıştır. Bu bölüm, farklı araştırmacıların bazalt ile ilgili yaptığı çalışmalar, kayaçlar, Türkiye’de doğal taşlar, bazaltın genel özellikleri ve Türkiye’de bazalt ile ilgili elde edilen bilgilerin derlenmesinden oluşmaktadır. Araştırmacıların çalışmalarından oluşan kısımda, materyal olarak kullandığımız ve Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan bazalt taşı ham madde kaynaklarının incelenmesini ve ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesini konu alan çalışmalarla ilgili bilgi verilmiştir.

Kayaçlar ile ilgili genel bilgilerin verildiği bölümde, kayaç sınıflarından metamorfik ve tortul kayaçlar hakkında özet bilgiler verilirken, bazaltın da içinde bulunduğu magmatik kayaçlara ayrıntılı olarak değinilmiştir.

Türkiye’de doğal taşların yapı taşı olarak kullanımının değerlendirilmesinin yapıldığı bölümde, bazaltın Türkiye’de hangi bölgelerde bulunduğu ve bazalt madenciliği hakkında bilgiler verilmiştir.

Doğal taş olarak bazalt hakkında genel bilgilerin verildiği bölümde ise bazalt taşının genel olarak fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerine değinilmiş, kullanım alanlarıyla ilgili bilgiler verilmiştir. Bazaltlarda genel olarak kullanılan yüzey işlemleri açıklanmıştır.

Litaratür araştırması bölümünün son kısmını Kayseri ili ve kullandığımız bazalt taşı ile ilgili genel bilgiler; hammaddenin eldesi, üretimi, bölgeye bağlı özellikleri, geçmişte ve günümüzde yapılarda kullanımına değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Kayseri bazaltı olarak üç ayrı bölgeden elde edilen bazaltın mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti için yapılan deneysel çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın hangi standartlara göre nasıl yapıldığı ve elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

Deney sonuçları standartlar ile karşılaştırıldığında birçok parametrede Kayseri bazaltının istenilen değerleri karşıladığı görülmüştür. Sonuç olarak Kayseri bazaltının yapı taşı olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

TO EXAMINE THE USE OF KAYSERİ CITY AREA BASALT PRODUCTS AS CONSTRUCTION MATERIAL

SUMMARY

The aim of this thesis to examine the use of Kayseri city area Basalt products as construction material, which is one of the large quantities of natural stone reserves of Turkey.

Literature research has been primarily of the first part of thesis. First part content is; related studies from different researchers, rocks, natural stones of Turkey, general properties of Basalt and the information about studies which has done in Turkey. In the part of other researchs; the information given about the different Basalt reserves of Turkey and evaluation of the outcomes.

At the first part of this thesis the informations given about rocks, classification of rock types, information about metamorphic rocks, sedimentary rocks and detailed information about igneous rocks and Basalt.

On the other part of this thesis informations given about to use natural stones as construction material in Turkey, areas which has got Basalt reserves and the mining of Basalt.

At the part of Basalt as natural stone informations given about physical, chemical and mechanical properties of Basalt and the usage areas and the surface processes.

On the last part of literature the informations given about, city of Kayseri, Basalt of Kayseri, product of raw Basalt materials, usage of the historical and the present building constructions.

Three different Basalt reserve samples are used of Kayseri city area and tested physical, chemical and mechanical properties. At the second part of this thesis informations given about the tests, test standards and the results.

When the tests results compared to the standards, most of parameters are determined that Kayseri city area basalts are suitable to use as construction material.

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Türkiye'de bilinen bazı doğal taş üretim merkezleri	14
Çizelge 2.2. 2004-2008 Türkiye'de yılları arasında doğal taş üretimleri	15
Çizelge 3.1. X-ışını floresans analizi sonuçları oksit	48
Çizelge 3.2. X-ışını floresans analizi sonuçları	48
Çizelge 3.3. XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri sonucu	48
Çizelge 3.4. Kayseri bazaltının mekanik deney sonuçları	50
Çizelge 3.5. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması	51
Çizelge 3.6. Schmidt çekicine göre kaya sertliğinin sınıflandırılması	53
Çizelge 3.7. Kayseri bazaltının fiziksel deney sonuçları	53
Çizelge 3.8. Kayaçların birim hacim kütlelerinin tanımlaması	54
Çizelge 3.9. Kayaçların gözeneklilik değerine göre tanımlaması	54
Çizelge 3.10. Kayseri bazaltının mekanik deney sonuçları	55
Çizelge 3.11. Kayseri bazaltının fiziksel deney sonuçları	55
Çizelge 3.12. Kayaçların basınç dayanımına göre sınıflandırılması	55
Çizelge 3.13. Yapı malzemesi sınıflandırılması	56
Çizelge 3.14. Sertlik deney sonuçları	56
Çizelge 3.14. TSE 2513 göre yapı taşı sınıflaması yorumu	56
Çizelge 3.15. Mimari kullanım tablosu	57

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Yer küre kesiti	7
Şekil 2.2. Bazalt oluşumları; (a) Sütunlu bazalt ve (b) pillow bazalt	15
Şekil 2.3. Türkiye'de bazalt oluşumları	16
Şekil 2.4. Bazalt örnekleri; (a) Bazalt ve (b) Bazalt curufu	17
Şekil 2.5. Bowen reaksiyon serisi	18
Şekil 2.6. Kuzey Amerika'da Columbia River bazalt platosu	19
Şekil 2.7. Bazalt taş ocağı	22
Şekil 2.8. Bazaltın fabrikada vinçler yardımıyla taşınma işlemi	22
Şekil 2.9. Bazaltın fabrikada su kullanılarak elmas uçlu makinelerle kesim işlemi	23
Şekil 2.10. Bazaltın fabrikada kullanıma uygun boyutlarda kesim işlemi	23
Şekil 2.11. Fabrikada istenilen boyutta kesilen bazalt	23
Şekil 2.12. Kayseri ili maden haritası	26
Şekil 2.13. Erciyes volkanında lâv ve tüflerin yayıldığı bölgeler	28
Şekil 2.14. Kızılköşk genel görünüş	29
Şekil 2.15. Şeyh Cami, dış görünüş	30
Şekil 2.16. Çukurlu Cami Çeşmesi genel görünüm	30
Şekil 2.17. Akçakaya Köyü Aşağı Cami Çeşmesi, genel görünüş	31
Şekil 2.18. Çifteönü Çeşmesi, genel görünüş	31
Şekil 2.19. Yanıkoğlu Camisi, genel görünüş	32
Şekil 2.20. Vezir Hanı genel ve üçüncü avludan görünüşü	32

Şekil 2.21. Mıhlım II Çeşmesi, genel görünüş	33
Şekil 2.22. Karakaya Köyü ve Akçakaya Köyü Çeşmesi genel görünüşü	33
Şekil 2.23. Bazaltın kaldırım taşı olarak kullanımı	34
Şekil 2.24. Bazaltın döşeme kaplaması olarak kullanımı	35
Şekil 2.25. Bazaltın cephe kaplama malzemesi olarak kullanımı	35
Şekil 2.26. Çevre düzenlemelerinde bazaltın kullanılması	36
Şekil 3.1. Leitz Ortoplan marka mikroskop ve Kameram 21 dijital görüntü analiz sistemi	37
Şekil 3.2. XRF x-ışını floresans spektrometresi	38
Şekil 3.3. XRD x-ışınları kırınım cihazı	38
Şekil 3.4. Basınç dayanımı deney cihazı ve numuneleri	39
Şekil 3.5. Eğilme dayanımı deney cihazı	40
Şekil 3.6. Eğilme dayanımı deney numuneleri	40
Şekil 3.7. Sürtünme ile aşınma kaybı deney cihazı	40
Şekil 3.8. Darbe dayanımı deney numuneleri	41
Şekil 3.9. Schmidt çekici ve sertlik deney numuneleri	41
Şekil 3.10. C.N.S Electronics marka P dalga hızı deney cihazı	42
Şekil 3.11. MSGSÜ laboratuvarındaki Precisa 4000C marka Terazî	43
Şekil 3.12. Erkilet numunesine ait ince kesit görünümleri	44
Şekil 3.13. Develi numunesine ait ince kesit görünümleri	45
Şekil 3.14. İncesu numunesine ait ince kesit görünümleri	46
Şekil 3.15. Volkanik kayaların toplam alkali-SiO ₂ içerikleri temelinde kimyasal sınıflaması	47
Şekil 3.16. Toplam Alkali Silis diyagramı	47
Şekil 3.17. İncesu XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri	49
Şekil 3.18. Erkilet XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri	49
Şekil 3.19. Develi XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri	50
Şekil 3.20. Basınç mukavemeti deney cihazı ve numuneleri	51

KISALTMA LİSTESİ

cm	: Santimetre
m	: Metre
km	: Kilometre
sn	: Saniye
İYTE	: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
TAS	: Toplam Alkali-Silis
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
MSGSÜ	: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
MAM	: Malzeme Araştırma Merkezi
MTA	: Maden Teknik Arama
XRD	: X-Ray Diffraction
XRF	: X-ışını Floresans Analizi

1. GİRİŞ

Doğal taşlar, doğadan çıktıktan sonra ticari olarak işletilebilen en eski inşaat malzemesidir. Tarih boyunca, insanoğlu tarafından yapılarda ve anıtlarda farklı şekillerde kullanılmıştır. Yapı elemanı olarak kullanılan doğal taşlar, geçmişten günümüze tasarım ve kullanım yönünden parlak ve sönük dönemler yaşamışlardır. Günümüzde doğal taşların taşıyıcı olarak kullanım alanı, alternatif olarak çelik, cam, seramik ve karbon gibi kaplama malzemelerinin gelişmesi ile oldukça azalmıştır. Ancak, son yıllarda çeşitli nedenlerle ekolojik malzemelere olan ilginin artması ile doğal taşların kullanımını da artmıştır.

Doğal taşlar, günümüz mimarisinde, yapıların dış cephe ve teras döşeme kaplamalarında, iç mekanlarda (antre, hol, salon, mutfak, banyo, merdiven gibi yerlerde), çevre düzenlemelerinde, parke taşı olarak yol yapımında, kırma taş şeklinde agrega olarak ve çeşitli yapı elemanlarında farklı şekillerde kullanılmaktadır.

Dünyanın en zengin doğal taş oluşumlarının bulunduğu Alp kuşağında yer alan Türkiye, çok çeşitli ve büyük miktarda doğal taş kaynaklarına sahiptir. Türkiye'nin toplam doğal taş rezervinin 5,2 milyar m³ olduğu tahmin edilmektedir.

Doğal taşlardan biri olan bazalt Türkiye'de çeşitli bölgelerde bulunmaktadır. Bu çalışmada Kayseri ilinde bol miktarda bulunan bazalt taşı incelenmiştir. MTA'nın Kayseri ili ile ilgili verilerine bakılarak, ilin üç ayrı bölgesinden bazalt örnekleri alınarak, bunlar üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Türkiye'de bazaltın bol hammadde kaynaklarına oranla, tüketici ve üretici tarafından bilinçli olarak kullanımı, yeterli düzeyde yaygınlaşmamıştır. Özellikle üretici tarafından bazaltın kullanımına ve teknik özelliklerine ilişkin bilgiler pek bilinmemektedir.

Kayseri ilinde bazaltın kullanımı geçmişten, günümüze çok geniş bir zaman aralığına yayılmıştır. Kayseri'de yapılarda bazalt taşının kullanılmasına ait ilk örnekler 13. yüzyıl başlarına kadar uzanmaktadır. 1246 yılından önce yapıldığı bilinen Kızılköşk bazalt taşının kullanıldığı ilk yapı örneklerindedir. Bazalt, Kayseri'de köşk, han, cami ve çeşmelerin yapımında genellikle 16. yüzyıl ile 19. yüzyıl arasında kullanılmıştır. Günümüzde ise Kayseri'de bazalt taşının kullanımı ve bilinirliği on yıl öncesine kadar az olsada son yıllarda gelişen üretim teknolojileri sayesinde, istenilen seviyelere ulaşmasa da artış göstermektedir.

Bu çalışmada, Kayseri ili bazaltının geçmişten, günümüze kullanımı ve teknik özellikleri ile ilgili bilgiler araştırılmıştır.

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Diğer üretim sektörlerinde olduğu gibi yapı sektöründe de hammadde kaynaklarına ulaşılabilirlik, elde edilebilirlik ve istenilen uygun şartların karşılanması önemli kriterlerdir. Zengin doğal taş kaynakları bulunan Türkiye'nin bu kaynaklara oranla, yapı sektöründe gerekli yeri alamadığı görülmektedir.

Türkiye'de, hammadde kaynağı olarak çeşitli bölgelerde bulunan bazaltın, üretimi ve uygulaması önemli kullanım alanları olmasına rağmen yaygınlaşmamıştır. Bazalt yapıtaşı olarak kullanılmakla beraber çok fazla kullanım örneği yoktur. Bazalt isim olarak bilinen bir doğal taş olmasına rağmen, nerelerde ve nasıl kullanıldığı da tüketici tarafından tam anlamıyla bilinmemektedir.

Doğal taşlar, oluşumları sonucu meydana gelen farklı içyapıları nedeniyle farklı özellikler gösterir. Bu nedenle, bazaltın yapı taşı olarak kullanılabilmesi için taşın sahip olması gereken minerolojik-petrografik özellikleri (mineral içeriği, dokusu), kimyasal, fiziksel ve mekanik parametreleri yapıdaki kullanma yeri ve amacına göre kontrol edilmesi, en az ilgili standartta verilen sınır değerlerin içinde olması gerekir. Bilinçli bir talebin oluşması ve bu talebin uygun şekilde karşılanabilmesi için, malzemenin standartlara ve yönetmeliklere uygun deneysel yöntemler kullanılarak, özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bazı üreticilerin aşınma, eğilme, darbe ve don sonrası basınç dayanımı gibi verilere sahip olmadığı görülmektedir. Bu tip

veriler, taşın yapıda kullanım amacına yönelik ve kullanıldıktan sonra oluşabilecek sorunlarla ilgili bilgi vermektedir. Bu nedenle, bütün firmaların yeterli teknik verilere sahip olarak üretimlerini belli standartlara göre sürdürmeleri gerekmektedir.

Erciyes volkan topluluğuna ev sahipliği yapan Kayseri ilinin bu çalışmada seçilmesinin nedeni; bol miktarda bazalt hammaddesine sahip olmasıdır. Bazalt kaynaklarının üretici ve tüketici tarafından daha bilinçli kullanılabilmesi ve yapı taşı olarak kullanım olanaklarının belirlenebilmesi için Kayseri ilinde bulunan farklı bölgelerden elde edilen bazalt taşının kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir.

1.2. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan bazalt taşından, Kayseri bazaltının incelendiği bu çalışmada, MTA'nın Kayseri il maden haritalarında bulunan üç ayrı bölgesinden bazalt örnekleri temin edilmiştir. Hammadde kaynakları ve üretim tesislerinin etrafında bulunduğu bu bölgeler; Erkilet, Develi ve İncesu'dur. Bu bölgeler Kayseri ilinin kuzeyi, güneyi ve doğusunda bulunmaktadır. Günümüzde Kayseri bazaltı olarak yapı sektöründe bu bölgelerin kaynakları kullanılmaktadır.

1.3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada literatür araştırması ve deneysel olarak iki yöntem kullanılmıştır. Literatür araştırmasında farklı kaynaklardan elde edilen genel bilgiler derlenmiştir. Deneysel çalışmada ise Kayseri bazaltının yapı taşı olarak değerlendirilebilme koşulları ilgili standartlara göre deneyler yapılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Kayseri bazaltı olarak; Erkilet, Develi ve İncesu bölgelerinden getirilen örnekler üzerinde mekanik deneylerden; eğilme, basınç, elastisite modülü, sürtünme ile aşınma kaybı, darbe dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, sertlik deneyleri, fiziksel deneylerden; su emme, gözeneklilik, yoğunluk, ultra ses deneyleri ve mineralojik-petrografik özelliklerinin tespiti için gerekli kimyasal deneyler yapılmıştır. Deneyler; İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi laboratuvarlarında yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür araştırması bölümü dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, bazalt ile ilgili farklı araştırmacıların neler yaptıkları araştırılmış ve kısaca bunlar hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde; kayaçlar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bazalt ile ilgili bilgilerin derlendiği üçüncü bölümde; Türkiye'de bazalt ve kullanımına değinilmiş, Türkiye'de doğal taşların yapı taşı olarak kullanımı, bazaltın hangi bölgelerde bulunduğu, bazalt madenciliği ve bazaltlarda kullanılan yüzey işlemleri açıklanmıştır. Literatür araştırmasının son bölümünde; Kayseri ili bazaltı hakkında bilgiler verilmiş, geçmişte ve günümüzde yapılarda kullanımına değinilmiştir.

2.1. BAZALT İLE İLGİLİ YAPILMIŞ OLAN ÇALIŞMALAR

Bazalt taşının çeşitli bölgelerde bulunan ham madde kaynaklarının incelenmesini ve ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

Yıldız, Işık, Keleştemur, (2008), "Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşlarının mekanik özelliklerinin incelenmesi" başlıklı çalışmada; Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesi'nde bulunan Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının mekanik özelliklerini belirlenmesi için, deneysel çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen deneysel veriler sonucunda, bazalt taşlarının hem geleneksel hem de mimari yapılarda birçok malzemenin yerini alarak yaygın bir şekilde kullanım alanı bulabileceği sonucuna varılmıştır [1].

Uz, Esenli, Yavuz, Manav, Bacak, (2001), "Sert mermer grubuna bir örnek; Karacadağ (Diyarbakır) bazaltlarının "mermer" açısından incelenmesi" başlıklı çalışmada; Karacadağ bazaltının mermer özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Yapılan değerlendirmede, bazalt-mermer üretimi için en iyi blok verimi ve en iyi kalitede mermer: Devegeçidi bölgesi bazaltları (1. kalite), Saha (Karabahçe) iyi ve

orta kalitede bazaltlar (2. kalite), Saha (Fabrika köyü) orta kalite bazaltlar (3. kalite) sonucuna varılmıştır [2].

Alemdağ ve Gürocak, (2006), "Atasu (Trabzon) baraj yerindeki bazaltların taşıma gücü" başlıklı çalışmada; Atasu (Trabzon) baraj yerindeki bazaltların taşıma gücünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Baraj yerindeki bazaltlar için taşıma gücü açısından herhangi bir problemin olmadığı sonucuna varılmıştır [3].

Uz, (1999), "Bazaltların kırmataş yönünden değerlendirilmesi Trakya - Tekirdağ bölgesi bazaltları örneği" başlıklı çalışmada; Trakya-Tekirdağ bölgesindeki bazaltların kırmataş olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. İnceleme alanı civarında, yer alan ocaklardan üretilen bazalt kırmataşların, kaliteli ve betonda kullanımının çok uygun olduğu sonucuna varılmıştır [4].

Aral, (2004), "Karatepe bazaltlarının (Çorlu-Tekirdağ) yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği" başlıklı çalışmada; Çorlu'nun Karatepe bölgesinde endüstride kullanılmak üzere yapı taşı olarak üretilen Karatepe bazaltlarının, mühendislik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Karatepe bazaltlarının; beton agregası, dolgu malzemesi, yol yapı malzemesi, köprü ve menfez inşaatlarında, gölet, baraj, dalga kıran gibi yapılarda, balast ve parke taşı olarak kullanımda mühendislik özelliklerinin yeterli nitelik ve niceliğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır [5].

Keskin, Kılıç, (2003), "Doğu Akdeniz yöresi bazaltlarının kırmataş olarak değerlendirilme olanakları" başlıklı çalışmada; Osmaniye-Toprakkale ve Hatay-Erzin ilçe sınırları içerisinde yer alan bazaltların, kırmataş (agrega) olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların analizi, standartlarla karşılaştırılması ve yorumlanması sonucunda, yörede bulunan bazaltların kırmataş (agrega) olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır [6].

Yaşar, Erdoğan, (2001), "Toprakkale bazaltının doğal taş endüstrisindeki yeri" başlıklı çalışmada; Toprakkale bazaltlarının fiziksel, jeolojik, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenerek, kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Toprakkale bazalt numunelerinin, TS standartlarına uygun olduğu, yapı ve kaplama sektöründe hafif beton üretiminde, dekoratif malzeme ve diğer bir çok sektörde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [7].

Taga, Acar, Dinçer, (2004), "Liman dolgusunda kullanılacak pliyokuvaterner bazaltların (Yumurtalık-Adana) fiziko-mekanik özelliklerinin incelenmesi" başlıklı çalışmada; Bakü-Tiflis-Ceyhan petrol boru hattının Yumurtalık (Ceyhan-Adana) liman yapımında dolgu ve rip-rap malzemesi olarak kullanılacak olan pliyokuvaterner yaşlı olivinli-alkali bazaltların, fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalara göre, limanda dolgu malzemesi olarak derinlerde yer alan ayrışmamış masif bazaltların kullanılacakları sonucuna varılmıştır [8].

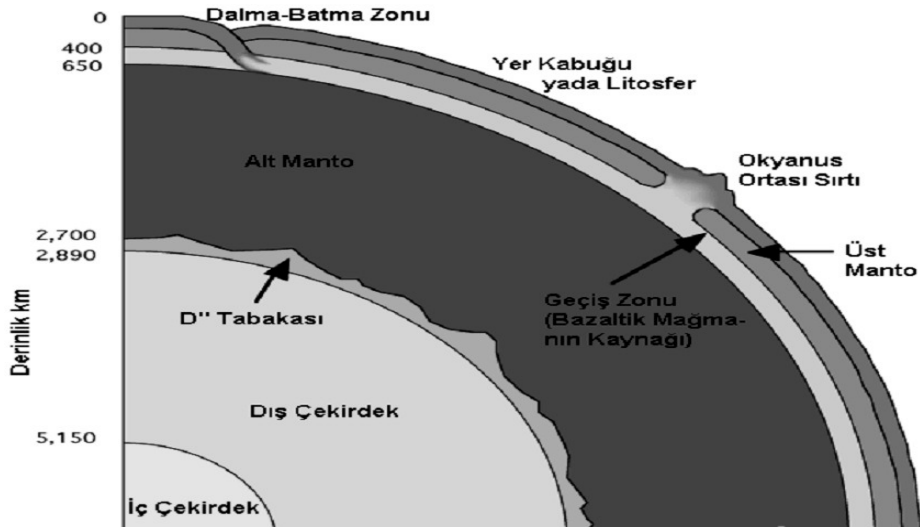
Kahveci, (2008), "Diyarbakır yöresinde bazalt taşının yapı malzemesi olarak kullanımının incelenmesi üzerine bir araştırma" başlıklı çalışmada; modern işleme ve işletme tekniklerinin kullanıldığı Diyarbakır mermer sektörünün, ülkemizin bilinen blok mermer ve plaka mermer üretimindeki payı belirlenmeye çalışılmış, bu amaçla Diyarbakır yöresindeki mermer ocakları ve mermer işleme fabrikalarının bugünkü durumlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu araştırma sonucunda, tarihi yapıların restorasyon çalışmalarında özgün yapı elemanının boyut, teknik ve işçilik kalitesini elde etmek için taş kesme makineleri yerine, işinde uzman ve titiz taş ustalarından yararlanılması, çalışmalardaki duyarlılık düzeyinin artırılması ve bu yapılarda sanat ve estetik değerlere daha fazla saygı gösterilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır [9].

Korkanç, Tuğrul, (2003), "Niğde yöresi bazaltlarının beton agregası olarak kullanılabilirliği" başlıklı çalışmada; Niğde yöresi bazaltlarının alternatif beton agregası olarak kullanılabilirliğinin tartışılması amaçlanmıştır. Niğde yöresi bazaltlarının, petrografik özelliklerinin yanısıra, agrega özelliklerinin standartlarda belirtilen kabul edilebilir limitler içinde bulunması ya da bu limit değerlere çok yakın olması nedeniyle beton agregası olarak kullanılabilirliği uygundur sonucuna varılmıştır [10].

2.2. KAYAÇLAR

Kayaçlar yer kabuğunu meydana getiren kayaların çeşitli etkiler ile oluşturduğu doğal, kristal iç yapılı ve inorganik esaslı yapı malzemeleridir [11]. Yer küre (Şekil 2.1) en dışta 0-40 km kalınlığında ve değişik bileşimli kayaçlardan oluşmuş katı bir

kabuk ile çevrilidir [12]. Kayaçlar, su, gaz ve organik varlıklarla beraber yerkabuğunu meydana getiren unsurlardan birisidir. Kayaçların, fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar, yer şekillerinin de farklı olmasına neden olur. Yer kabuğundaki kayaçları oluşturan ana bileşen minerallerdir. Kayaçlar tek bir mineralin (mermer, kuvarsit) ya da minerallerin bir araya gelmesiyle oluşabilirler (granit, bazalt) [13].



Şekil 2.1. Yer küre kesiti [12].

Kayaçlar kökenlerine göre üç ana grup altında toplanırlar:

1. Magmatik kayaçlar,
2. Tortul kayaçlar,
3. Metamorfik kayaçlar [13].

Magmatik kayaçlar; yapı taşı olarak kullanım olanaklarını incelediğimiz bazalt taşının da içinde bulunduğu grup olan magmatik kayaçlar; yerin derinliklerinde ergimiş durumda bulunan magmanın, yerkabuğunun derinliklerinde ya da yeryüzünde soğuyarak katılaşması sonucunda meydana gelen kayaçlardır [12].

Tortul kayaçlar; yeryüzünde en çok görülen kayaçlardır. Yer yüzeyinin yaklaşık olarak % 75'i, yerkabuğunun ise % 8 kadarını tortul kayaçlar oluşturur [13]. Magmatik ve metamorfik kültelerin, çeşitli atmosferik ve tektonik olaylar sonucu parçalanarak tabakalar halinde tortullaşması ile meydana gelmiş, heterojen, boşluklu

ve fosil yapılı taşlardır. Bazen içlerinde organizma kalıntıları (fosil) bulunabilir. Tabakaların yönü ve bağlayıcının cinsi, mukavemeti ve su geçiriririmiği etkileyen faktörlerdir. Bağlayıcının, silis esaslı olması, mukavemeti artırmaktadır [11]. Tortul kayaçların başlıca türleri; detritik (kırıntılı), organik, kimyasal tortul kayaçlardır.

Yerkabuğunun yaklaşık % 27'sini oluşturan metamorfik kayaçlar ise magmatik ve metamorfik kültelerden, yer kabuğu içinde uzun sürede basınç, ısı çeşitli kimyasal olaylar sonucu meydana gelmiş ve orijinlerine göre magmatik ve metamorfik kültelerin özelliklerini gösteren taşlardır. Başkalaşım yerlerine göre iki gruba ayrılır.

Magmatojen: Başkalaşım derinlerde oluşmuştur. Örnek: gnays, arduvaz.

Sedimantojen: Başkalaşım yüzeye yakın bölgelerde meydana gelmiştir. Örnek: mermer [11].

2.2.1. MAGMATİK KAYAÇLAR

Litosferin derinliklerindeki magma'nın, çeşitli tektonik olaylar sonucu yer yüzüne çıkarak soğuması ile meydana gelen homojen ve izotropik yapılı taşlardır. Ancak, oluşum yerinde soğuma hızındaki kristal yapısındaki değişikliklerle, kendi içinde üç gruba ayrılır [11]. Soğuması, yeryüzünde meydana gelen kayaçlara, ekstrüsif, volkanik ya da yüzey kayaçları denir. Soğuması yerin iç kısmında, belirli bir derinlikte meydana gelen kayaçlara ise, intrüsif kayaçlar denir. Soğuması yeryüzüne yakın kısımlarda meydana gelen kayaçlara, subvolkanik, soğuması yeryüzünün derinliklerinde meydana gelenlere ise, plütonik ya da derinlik kayaçları denir. Soğumanın yeryüzünde ya da yerin derin kısımlarında meydana gelmesi kayaçların dokusu üzerinde önemli rol oynar [14]. Magmatik kayaçların tabakalı yapıları yoktur ve fosil bulundurmazlar. Soğumadan dolayı sütunsal bir yapı kazanırlar [12]. Kimyasal bileşimi, kayacı teşkil eden minerallerin cinsine ve bulunma oranına bağlıdır. Bünyesinde yer alan başlıca mineraller: feldspatlar, piroksen, kuvars, amfiboller, mikadır [14].

Derinlik kayaçlarında, magma derinlerde yavaş yavaş kristalleşir. Bu şekilde oluşan kayacın kristalleri, gözle görülebilir büyüklükte ve mineralleri birbirine iyice kenetlenmiştir. Kayaç, kristalli (faneritik) dokudadır. Kayacı oluşturan tüm mineraller, oluşum sıcaklığında kristalleşmişlerdir [12]. Yavaş soğuma nedeniyle iri

kristalli olarak meydana gelmişlerdir [11]. Kristaller, bir ya da bir kaç çeşit olabilir ve hemen hemen aynı büyüklüktedir. Örnek olarak: granit, siyanit, gabro, diorit verilebilir [11].

Yarı derinlik kayaçlarının soğuma hızı, derinlik kayaçlarının soğuma hızından daha fazla, volkanik kayaçların soğuma hızından daha yavaştır. Mineral tanelerinin boyutları küçüktür, mikroskopta ayırt edilip tanımlanabilir. Tanelerin düzeni ve biçimleri, derinlik kayaçlarındaki gibi ise de, boyutlarının çok küçük olması karakteristiktir. Bazen, kayacın geneline hakim olan ufak taneler içinde yüzen iri kristallere rastlanır. Bu kristallere fenokristal adı verilir ve ince taneler arasında yüzen fenokristallerden oluşan doku, porfirik doku olarak isimlendirilir. Bazı yarı derinlik kayaçları olarak: mikrogranit, mikrogranodiyorit, kuvarsporfir, mikrogabro, doleriti sayılabilir [12].

Yüzey kayaçları, magmanın yüzeyde ve yüzeye yakın yerlerinde, çok hızlı soğuması sonucu oluşurlar. Yüzeye çıkan ergimiş haldeki silikat karışımları, bünyelerinde bulunan uçucu maddeleri ve gazları kaybederek, aniden kristalleşir. Kristalleşme sırasını izleyemeden magma içindeki mineraller, magmanın yüzeye çıkma sıcaklığında kristalleşmek zorunda kalırlar ya da silikat mineralleri kristalleşmeden ani soğuma sonucu cam halinde katılaşırlar. Yüzey kayaçları içinde, hem kristalli minerallere, hem de ani soğuma sonucu kristalleşemeyerek, hamur maddesi halinde oluşmuş minerallere beraberce rastlanır. Yüzey kayaçlarında porfirik doku da bulunabilmektedir. İri kristallerin dışında, hamur camsı dokudadır ve amorfudur, bazılarında mikrolitik doku görülebilir [12].

2.2.1.1. Magmatik Kayaçların Doku Tipleri

Magmatik kayaçlar, kristalleşme derecesi ve tane boyutuna, ayrıca tanelerinin şekline ve birbirleriyle olan ilişkilerine göre farklı dokularda olurlar. Kristalleşme derecesi ve tane boyutuna göre ayrılacak başlıca doku tipleri aşağıda açıklanmıştır.

Granüler (taneli) doku: Bu dokuda kayaç hemen hemen aynı büyüklükteki kristalize minerallerden oluşur. Kayacı meydana getiren taneler gözle görülebilecek boyutta ise faneritik, taneler ancak, mikroskopla görülebilecek boyutta ise afanitik doku denir [15].

Porfirik doku: Bu dokuda kayacı oluşturan taneler, aynı büyüklükte değildir, ince taneli ve ya da camsı bir hamur içinde iri kristaller (fenokristaller) yer alır [15].

Camsı doku: Bu dokuda kayaç, tamamen amorf maddelerden oluşmuştur ve cam görünümünde bulunur.

Tanelerinin şekline ve birbirleriyle olan ilişkilerine göre katılaştıran kayaçlar, çok çeşitli dokuda olurlar. Bunların bazıları:

Panidiomorfik doku: Kayacı teşkil eden minerallerin, büyük bir kısmının kendine özgü kristal şekillerinde bulunduğu doku tipidir. Bu tip kristallere idi-omorf kristal denir [14].

Panksenomorfik doku: Kayacı teşkil eden minerallerin, büyük bir kısmının kendine özgü kristal şekillerinde bulunmadığı (ksenomorf kristal) doku tipidir. Burada mineral, içinde bulunduğu boşluğu doldurmuş ve şeklini almıştır. Granitler içindeki kuvars taneleri, genellikle bu şekildedir.

Ofitik doku: Bu dokuda, çubuk şeklindeki fenokristallerin teşkil ettiği çerçevelerin arası diğer minerallerle doldurulmuştur.

Poikilitik doku: Minerallere ait küçük kristallerin, başka minerale ait büyük kristallerin içine sokulduğu (inklüzyon) yapı tipidir. Örneğin; siyenit, monzonit gibi kayaçlarda, ortoklaz kristalleri içinde plajyoklaz ve mika inklüzyonları bulunur.

Perlitik doku: Camsı dokunun özel bir tipidir. Kayaçta, çabuk soğumaya bağlı olarak meydana gelmiş küçük yuvarlak ya da kavisli çatlaklar bulunur. Bu özellik, kayacın küçük kürecikler şeklinde ufalanmasına neden olur. Bu doku tipi, perlit'te olduğu gibi, asit bileşimli genç lavlarda görülür [14,16].

Vitrofirik doku: Camsı dokunun bir tipidir. Bu dokuda, volkan camından oluşmuş bir hamur içinde düzensiz olarak dağılmış fenokristaller bulunur. Örnek: Andezit. Burada plajyoklaz, homblend ve biotit kristalleri, camsı hamur içinde dağılmış olarak bulunur [14,16].

Bazalt taşı da çeşitli doku tiplerine sahiptir. Silis içeriği düşük olan bazalt bileşimli lav, çok akıcıdır ve soğumadan sonra, çok ufak taneli kaya halinde katılaştır. Bu

nedenle, afanitik ufak (taneli) dokuda olurlar. Bazaltlar, bol fenokristal içerdiklerinde porfirik dokuda bulunurlar. Ani soğuma ile bazalt lavlarının üst yüzeyi az kalın camsı bir kabuk şeklinde katılaşır. Bu nedenle bazaltlarda, camsı dokuda görülür [15].

2.2.1.2. Magmatik Kayaçların Başlıca Türleri

Magmatik kayaçlar, doku karakteri ve mineral içeriğine göre sınıflandırılır. Farklı soğuma evriminden, çeşitli magmatik dokular oluşmaktadır. Magmatik kayaçları esas minerallerden biri olan kuvarsın bulunuş miktarına bağlı olarak başlıca dört gruba ayırabiliriz [17]. Bunlar;

Asit taşlar; silis miktarı % 65'in üstündedir. Bu taşlar açık renklidir. Örnek; granit, siyenit.

Nötr taşlar; içindeki silis miktarı ortalama % 50-60 arasındadır. Örnek; diyorit.

Bazik taşlar : içindeki silis miktarı ortalama % 50'dir. Bu taşlar koyu renkli ve ağırdır. Örnek; gabro, bazalt.

Ultrabazik taşlar: silis miktarı % 40'dan azdır. Serbest kuvars yoktur. Örnek; peridotit.

Magmatik kayaçları, granit, siyenit, diyorit, gabro, perido grupları ve lav, tüf, aglomeralar olarak sınıflandırabiliriz.

Granit grubu; derinlik kültelerinin yeryüzünde en önemli grubu granitlerdir. Bu grup kristalli derinlik kültelerindedir. İçindeki elemenların çoğu gözle görülebilir büyüklüktedir. Sertlikleri mermerlerin iki katı kadardır. Ana mineralleri feldispatın ortoklaz cinsi ile az miktarda plajioklaz ve kuvarstır. Bunlardan başka mika, hornblend, proksen ve ikincil mineraller bulunabilir. Renkleri genellikle açıktır [17]. Grubun yüzey kayacı riyolitir. Bunlar kimyasal ve mineralojik özellikleri bakımından granite benzer. Asit karakterde ve açık renkli kayaçlardır. Çok ince taneli bir dokuya sahiptirler [12].

Siyenit grubu; siyenit görünüş itibariyle granite benzer ancak bünyesinde kuvars bulunmayan kristalli bir derinlik kültesidir. Esas mineralleri; ortoz, siyah mika, hornblend, ve ojit'tir. Granit gibi bol bulunan bir taş türü değildir. Çok küçük masifler halinde bulunurlar. Siyenit'in yüzey oluşumu Trakit'tir. (Lav) Açık renkli, pürüzlü bir yapı içinde ortoz, siyah mika, hornblend ve benzeri bulunur [17].

Diyorit grubu; diyorit, granite benzeyen, oldukça açık renkli, iri taneli derinlik kültesidir. Kuvars ve ortoz bulunmaz. Andezit; diyorit'in yüzey tipidir [17]. Kimyasal bileşimleri dioritlere benzer. Genellikle porfirik ya da vitrofirik dokuda bulunurlar.

Gabro grubu; Gabro koyu renkli, esas mineralleri; plajiolaz, diyalaj, ojit'tir. Siyah element olarak piroksen bazende olivin bulunur. Gabrolar iri kristallidir. Diyabaz; yeşilimsi renkte, porfirik bazik bir taştır. Gabro ile Bazalt arasında bir damar kayacıdır. Feldispatların ojit ile ayrışması ile yeşile boyanmış olduğundan bazen "Yeşiltaş" adı verilir. Bazalt; Gabro'nun yüzey oluşumudur. Koyu siyah renkli, yoğun, camsı veya mikrolitik dokuda yaygın bulunan bir taştır. Yer kabuğu üzerindeki bazalt lavları hacimce diğer volkanik lavların toplamının 5 katıdır. Bazalt lavlarının akarak sertleşmesi esnasında içindeki gazlar uçarak gözenekli bir yapı meydana gelmesine neden olur [17].

Perido grubu; bu gruptaki külteler fazla miktarda koyu renkli minerallerden oluşmuş, silis %45'ten az ultrabazik kültelerdir. Peridotit; olivin, proksen, anfibol, mika ve az miktarda silis bulunan kristalli, koyu yeşil veya siyah renkli bir derinlik kültesidir.

Lav, Tüf, Aglomeralar; volkan kraterlerinden çıkıp kızgın bir sıvı halde akan ve sonra katılaştıran maddelere "Lav" adı verilir. Bundan dolayı belli bir kütleyi tanımlamaz. Volkanlardan çıkan ufak çaplı maddelerin su içinde veya karalarda çökmesi ile "Volkanik Tüf" adı verilen kütleler meydana gelir. Türkiye'de Lav, Tüf, Aglomeralar riyolit, dasit, andezit ve trakit bileşimleridir [17].

2.3. DOĞAL TAŞLARIN YAPI TAŞI OLARAK KULLANIMI

Doğal taşların, yapı ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaya başlaması, dünya doğal taş üretiminin artmasına neden olmuştur. Doğal taşlar günümüz mimarisinde önemli bir malzemedir. Taşların mimari tasarımında, estetik önemli bir konudur. Bununla birlikte tasarlanan taşların fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin

bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Fonksiyon ve estetik değerlere göre, taşın cinsi, boyut ve uygulama şekli belirlenmelidir. Mimari tasarımlarda, uygulanacak taşın türü, uygulama yeri ve uygulama şekliyle birlikte değerlendirilmelidir [18].

Ticari standartlara uygun boyutlarda blok verebilen, kesilip parlatılan ya da yüzeyi işlenebilen ve taş özellikleri (malzeme özellikleri) kaplama taşı normlarına uygun olan her türden taş (tortul, magmatik ve metamorfik) ülkemizde ticari dilde "mermer" olarak bilinmektedir. Bu tanım uyarınca, kalker, traverten, kumtaşı gibi tortul; gnays, mermer, kuvarsit gibi metamorfik; granit, siyenit, serpantin, andezit, bazalt gibi magmatik taşlar da mermer olarak isimlendirilmektedir. Ticari tanımlamada, mermer sözcüğü, taş türünü belirtmediği için, bu eksikliği gidermek amacıyla, taş adının sonuna "mermer" takısı eklenerek litolojik farklılık vurgulanmaya çalışılmaktadır [19].

Yapılarda, genellikle yüzeyleri düzeltilerek parlatılmış doğal taş ürünleri kullanılmaktadır (örneğin mermer, granit gibi). Özel işlemlerle yüzeyi pürüzlü hale getirilmiş ve parlatılmadan kullanılan cephe kaplaması ve döşeme uygulamaları da son zamanlarda yaygınlaşmıştır [19].

2.3.1. TÜRKİYE'DE DOĞAL TAŞLAR VE KULLANIMI

Türkiye, çok çeşitli ve zengin doğal taş rezervlerine sahiptir. Bunun en önemli kanıtı, çevremizdeki tarihi yapılardır [19].

Yapı taşı olarak kullanılan kayaçların en çok bilinen ve kullanılanları; bazalt, granit, andezit, kumtaşı, kireçtaşı, tuf, mermer, arduvaz ve diyabazdır. Bu kayaçlar, Anadolu'nun bir çok yöresinde bol miktarlarda bulunmaktadır. Bu taşlar, genellikle bulunduğu yöreye göre isim alır ve tanınırlar. Ünye taşı, Küfeki taşı, Armutlu taşı, Çan taşı, Nevşehir taşı, Keşan taşı, Saray taşı, Kırşehir taşı, Foça taşı, Urfa taşı, Ayazın taşı gibi. Türkiye'deki bazı doğal taş üretim merkezleri ve miktarları (Çizelge 2.1) gösterilmiştir. Özellikle son yıllarda taş üretim miktarlarındaki artış (Çizelge 2.2) dikkat çekmektedir [19, 20].

Doğal taşlar; iç mekan yer döşemesi, duvar kaplamaları, yol ve kaldırım döşemesi, bordur taşı, duvar ve dayanma yapısı malzemesi, çatı örtüsü, kıyı tahkimatı, dalgakıran ve baraj inşaatı ve agrega üretimi gibi geniş bir alanda kullanılmaktadır.

Taşlar parlatılarak, parlatılmadan ya da özel işlemlerle, yüzeylerinin pürüzlü hale getirilmesiyle, farklı şekillerde kullanılabilir .

Yapı taşları; kullanım alanlarına göre blok, çakıl, kesilmiş-işlenmiş ve doğal yarılmış taşlar olarak dört gruba ayrılabilir. Blok taşlar parke, bordur ve kesme taş olarak yapılarda, çevre düzenlemelerinde kullanılmaktadır. Çakıl taşları agrega ve peyzaj amacıyla, kesilmiş ve işlenmiş taşlar ise yapılarda, yer ve duvar döşemesi olarak kullanılmaktadır. Bazaltlar, kullanım alanlarına göre blok, kesilmiş-işlenmiş taş gruplarında yer almaktadır [19 ,20].

Çizelge 2.1. Türkiye'de bilinen bazı doğal taş üretim merkezleri [19, 20].

Doğaltaş	Türkiye'de bilinen bazı doğal taş üretim merkezleri				
Bazalt	Diyarbakır	Van	Trabzon	Bitlis	İzmir
	Tokat	Ünye	Elazığ	Gaziantep	Kastamonu
	Kahramanmaraş	Kayseri	Sivas	Trakya	Şanlıurfa
	Manisa	Osmaniye	Toprakkale	Hatay	Adana
	Ankara				
İgnimbrit	Muş	Bitlis	İskenderun	Boyabat	Kayseri
	Diyarbakır	Eskişehir	Van		
Andezit	Ankara	Isparta	Afyonkarahisar	Konya	Diyarbakır
	Çankırı	Uşak			
Granit	Gebze	Çanakkale	Kırşehir	Kazdağ	Balıkesir
	Bursa	İstanbul	Gebze	Çanakkale	Kırklareli
	Edirne	Eskişehir	Kırşehir	Gümüşhane	Giresun
	Sivas				
Kumtaşı	Afyon	Bolu	Eskişehir	Ankara	
Oniks	Bayburt	Bursa	Sivas	Ağrı	Afyon
	Eskişehir	Nevşehir	Seydişehir	Denizli	
Serpantin	Tokat	Antakya			
Traverten	Eskişehir	Gümüşhane	Manisa	Afyon	Eskişehir
	Denizli	Kayseri	Bolu		
Tüf Taşı	Nevşehir	Çanakkale	Gümüşhane	Aksaray	Kayseri
Sleyt	Muğla				
Mermer	Afyon	Muğla	Uşak	Elazığ	Eskişehir
	Kütahya	Balıkesir	Kırklareli	Çanakkale	Bilecik
	İzmit	Bursa	Bolu	Burdur	Denizli
	İzmir	Manisa	Antalya	Ankara	Kırşehir
	Nevşehir	Niğde	Tokat	Kayseri	Adana
	Giresun	Samsun	Erzurum	Erzincan	Van
	Diyarbakır				
Diyabaz	Malatya	Yalova	Çankırı	Diyarbakır	Antalya
	Gemlik				
Kireçtaşı	Eskişehir	Isparta	Muğla	Adana	Ağrı
	Ankara	Antakya	Balıkesir	Bursa	

Çizelge 2.2. 2004-2008 Türkiye'de yılları arasında doğal taş üretimleri [21].

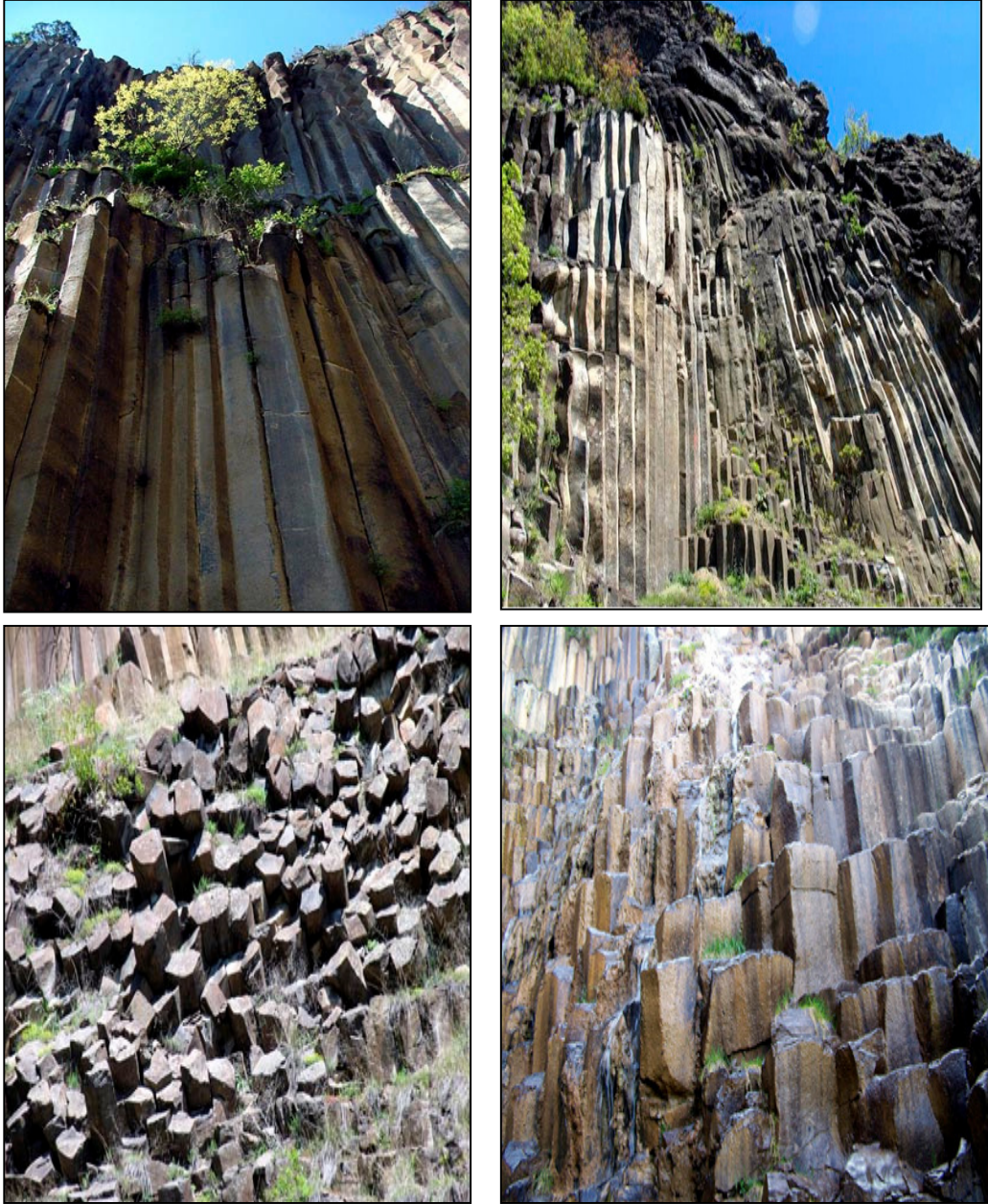
2004-2008 Türkiye'de yılları arasında doğal taş üretimleri					
Doğaltaş üretimi m ³	2004	2005	2006	2007	2008
Diyabaz	790	458	0	2.071	1.276
İgnimbrit	39.820	5.282	20.174	18.486	26.313
Mermer	1.207.584	1.578.730	1.855.740	2.801.757	2.262.537
Oniks	57	451	2.578	5.663	230.616
Traverten	601.068	696.545	1.017.672	995.065	759.118
TOPLAM	1.849.319	2.281.466	2.896.164	3.823.042	3.279.860
Doğaltaş üretimi ton					
Andezit	81.900	517.831	2.485.956	4.115.184	3.307.107
Bazalt	28.555	749.589	2.909.031	4.914.124	8.448.618
Granit	125.030	160.930	320.069	252.354	367.959
Dekoratiftaş Mozaik Kayrak	17.592	31.506	382.377	1.111.024	161.166
Serpantin	0	1.027.345	5.763	305.262	22.671
TOPLAM	253.077	2.487.201	6.103.196	10.697.948	12.307.521

2.3.2. TÜRKİYE'DE BAZALT

Magmatik kayaç sınıfında olan bazaltlar, genellikle yanardağ ve çevresindeki bölgelerde bulunmaktadır. Buna göre (Şekil 2.3) ülkemizde; Orta Anadolu yanardağları: Erciyes ve Hasan dağı, Doğu Anadolu yanardağları: Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı Dağı'nda zengin bazalt kaynakları vardır. Diyarbakır, Van, Trabzon, Bitlis, İzmir, Tokat, Ünye, Siverek, Elazığ, Gaziantep, Kastamonu, Kahramanmaraş, Kayseri, Sivas, Trakya-Tekirdağ bölgesi, Şanlıurfa, Manisa, Osmaniye Toprakkale, Hatay, Adana ve Ankara, Gerede-Kızılcahamam bölgelerinde de bazalt yatakları bulunmaktadır. Türkiye'de bazaltlara spilit, pilow lavı (Şekil2.2), akıntı ya da geniş platolar, örtüler halinde rastlanmaktadır. Bunların büyük bir kısmı Miosen sonrası ve Kuvaterner başındaki püskürmelerle oluşmuştur [22].



Şekil 2.2. Bazalt oluşumları; (a) Sütunlu bazalt ve (b) pillow bazalt [23].



Şekil 2.3. Türkiye'de bazalt oluşumları [24,25].

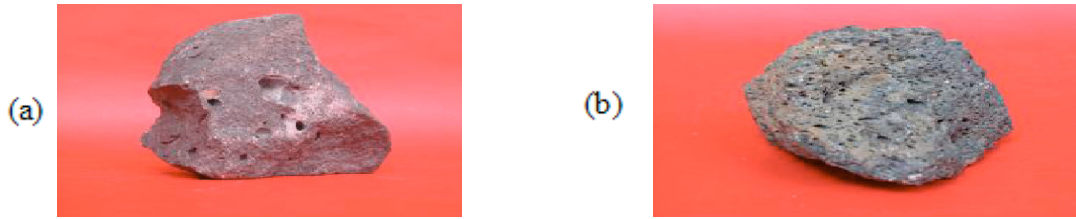
2.4. DOĞAL TAŞ OLARAK BAZALT HAKKINDA GENEL BİLGİ

Bazalt, petrografi bilim dalına göre makroskopik yönden koyu gri-siyah renkli, ince taneli masif yapıda zor kırılğan özelliğindedir. Mikroskop altında ise, iri taneli olivin, piroksen, plajiyoklas kristalleri ile bunları çevreleyen ince kristalli, mikrolitli girift doku altında matriks yapı gözlenir. Kimyasal yönden, %45-52 arasında SiO_2 (Silis), yüksek demir ve magnezyum içeren bazik bileşimli kayaç olarak tanımlanır [4].

Gabronun yüzey kayacıdır. Yerküresinde, bir çok yörede bulunan ağır, koyu renkli bir lavdır [12]. Bazaltın siyah renkli olması, yapısındaki manyetitten ileri gelir. Yapısında, volkan camının daha yoğun bulunduğu bazaltlar, holokristalin bazaltlara göre siyah ve koyu kahverengi renktedir. Taze kırılmış yüzeyleri, mat bir görünüme sahiptir. Krolitleşme ve epidotlaşmaya bağlı olarak, yeşilimsi renkler de ortaya çıkabilir. Demir içeren minerallerin oksidasyonu ile kahverengi, kırmızımsı kahverengi bir renk de gösterebilirler [26,27].

Silis içeriğinin yüksek olduğu “granitik” bileşimli aşırı ağırdalı magmaya göre, silis içeriği düşük olan bazalt bileşimli lav, çok akıcıdır ve soğumadan sonra çok ufak taneli kaya halinde katılaştır. Bazalt, afanitik (ufak taneli) dokuda olur. Ani soğuma ile bazalt lavlarının üst yüzeyi, az kalın camsı bir kabuk şeklinde katılaştır. Bazaltlar bol fenokristal içerdiklerinde, porfirik dokuda bulunurlar [15].

Kurak bölgelerdeki bazalt, mostraları beyaz, kireçli kabuklar oluşturur. Nemli bölgelerde bazaltların içindeki demir, okside olarak bazalta paslı, kirli bir renk verir. Lav akıntıları halinde bulunan bazaltın, üst kısımlarında gaz kabarcıkları bulunur. Böylece delikli, boşluklu, gözenekli ve cürufumsu bir kayaç oluşur. Bu tür kayaca, bazalt curufu adı verilir (Şekil 2.4). Kayaç oldukça gözeneklidir. Kabarcık halindeki delik ve damarcıklar kalsit, agat, ametist ve zeolit gibi minerallerle dolabilir [12].

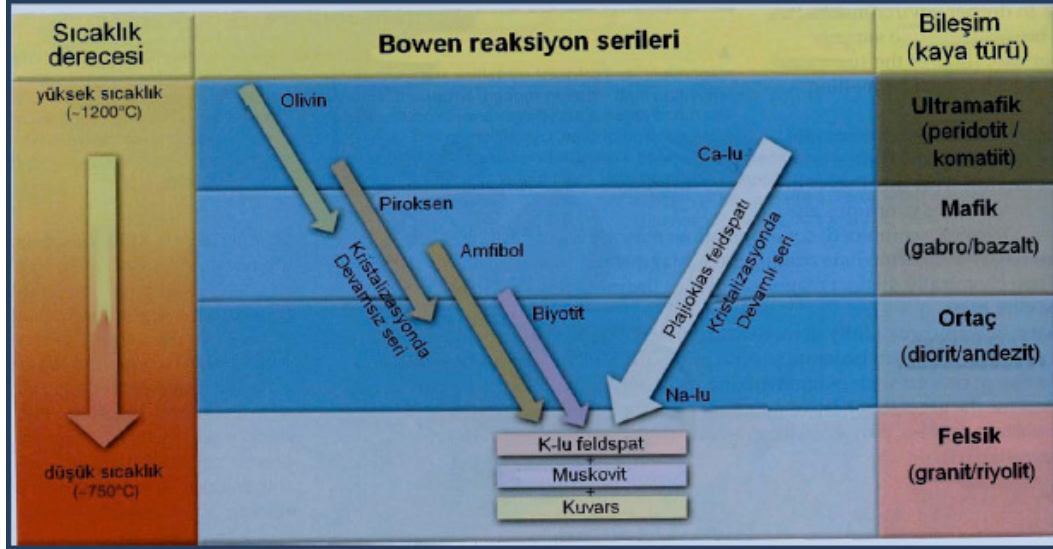


Şekil 2.4. Bazalt örnekleri; (a) Bazalt ve (b) Bazalt curufu [12].

Bazalt, magmasının soğuması esnasında sistematik bir düzende, ergime sıcaklığına uygun olarak, minerallerin kristalleşme eğilimini göstermişlerdir. Bazalt (Şekil 2.5) magmasından ilk kristallenen mineralin, Fe(Demir)-Mg(Magnezyum)'lu olivin olduğu görülmektedir. Devam eden soğuma ile Ca(Kalsiyum)'lu plajyoklas ve piroksen oluşmaktadır.

Kristalizasyon sürecinde, magmanın sıvı kısmının bileşimi sürekli değişmektedir. Örneğin, magmanın üçte bir kısmının katılaştığı anda ergiyikteki, Fe, Mg ve Ca

oranları önemli değer düşmeleri gösterir. Çünkü, erken oluşan mineraller, bu elementleri tüketmişlerdir. Bu elementlerin azalması karşısında, bu kez Na ve K oranları artış durumuna geçmiştir. Bunun ötesinde, başlangıçta bazalt magmasında %50 civarında olan SiO₂ değeri de, erken oluşan minerallerde düşük SiO₂ kullanımı ile (olivinde % 40 SiO₂) artık eriyikte artış eğilimindedir. Böylece, sonuçta magma evriminde her durumda silis bileşeni artışının olağan olduğu gözlenmektedir [15].



Şekil 2.5. Bowen reaksiyon serisi [15].

Bazaltın içindeki silis miktarı attıkça, sertlikleri de artmaktadır [27]. Bileşiminde bulunan demir, ona ağırlık kazandırmaktadır [23]. Basınca karşı direnci bazalt türlerine göre değişir, basınç dayanımı genellikle 1100-3500 kg/cm² arasında bulunsa da, bazen 5500 kg/cm² kadar yükselebilmektedir [23]. Karbonat grubu mermerlere oranla iki kat daha sert olan "gabro-diyabaz-bazalt" grubu, aşınmaya karşı yüksek direnci, iyi cila kabul etmesi ve asitlerden etkilenmemesi gibi farklı ve önemli özellikleriyle dikkat çekmektedir [2]. Bu kayaç, altıgen prizmalar ya da sütunlar şeklinde bölünmektedir. Soğuma tarzı buna yol açmaktadır. Çoğu kez denizaltı ya da gölaltı volkanizması yolu ile oluşan "pillow lava" yada "yastık lav" şeklinde bazaltlarda ilginç şekiller oluştururlar [23].

Bazalt eripsiyonları, Kuzey İngiltere, İrlanda ve İtalya Alplerinde, Eosen'den başlayarak, yakın zamana kadar devam etmiştir. Bugün, aktif volkanlardan bazıları bazalt lavları çıkarmaktadır. Örneğin, Hindistan Dekkan'da, Eosen'e ait 300.000km² lik örtü oluşturan bazaltlar görülür [23].

Bazalt en yaygın bulunan volkanik kayadır. Hawaii adaları gibi birçok volkanik adalar tamamen bazalt kayalarından oluşur. (Şekil 2.6) Bunun dışında okyanus kabuğunun en dış katmanı da yastık yapılı bazaltlardır. Karalar üzerinde geniş yayımlı bazalt platoları vardır. Bazı bölgelerde bu lav akma dizileri kilometrelerce kalınlığa ulaşmaktadır [15].



Şekil 2.6. Kuzey Amerika’da Columbia River bazalt platosu [15].

2.4.1. BAZALTIN KULLANIM ALANLARI

Yapılarda kullanılan taş malzemelerde, mukavemet, atmosfer etkilerine dayanıklılık ve estetik gibi özellikler aranır. Bazik kayaç grubu içinde yer alan bazalt, diğer karbonat grubu mermerlere oranla daha sert, aşınma ve asite karşı dayanımlı, kesilebilir ve iyi cila kabul edebilen, koyu renkli albenisi gibi özellikleriyle geniş kullanım alanları bulur [28]. Bazalt, mekanik özelliklerinin iyi olması nedeniyle başta yapı mühendisliğinde olmak üzere, çeşitli alanlarda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bazaltın kullanım şekilleri genellikle, blok levha, parke taşı ve kırmataş şeklindedir. Bazalt belirttiğimiz başlıklar dışında da belli alanlarda kullanılabilir. Bunlar: kimyasal etkenlere dayanıklılığı sebebiyle, izolasyon malzemesi sektöründe, cam - seramik ve mineral tabanlı yalıtım ürünlerinde, ayrıca granül çatı malzemesi ve barajlarda rip-rap (kaya dolgu) malzemesi şeklindedir.

Blok Levha Olarak Kullanımı:

Sert mermer grubu içinde yer alan bazalt, diğer tür mermerlere oranla daha sert olduğundan kesme ve işleme zorlukları nedeniyle üretimi azdır. Ancak, son 10 yılda mermer sektöründeki teknolojik gelişmeler, bu tür sert kayaç grubunun üretimini ön plana çıkarmıştır [2].

Sütunsal bazaltlar, yapı sektöründe karo ve fayans olarak iç mekanlarda, yer döşemelerinde ve binaların dış cephelerinin kaplamasında kullanılabilir [7]. İç mekandaki uygulamaları, yer kaplaması olarak genellikle kamusal alanlarda, terminallerde, büro, alışveriş merkezi gibi yaya trafiğinin yüksek olduğu yapılarda tercih edilmektedir [29]. Dış cephelerde ise, duvar kaplaması olarak alışveriş merkezi gibi ticari yapılarda kullanılmaktadır.

Parke Taşı Olarak Kullanımı:

İnsanların yoğun olarak kullandığı yerlerde, aşınmaya dayanıklı sert taşların kullanılması gerekmektedir. Sert taşlar grubunda bulunan bazalt, aşınma dayanımı yüksek bir taştır. Bu nedenle, geçmişte özellikle geleneksel doku içindeki yollara baktığımızda, bazaltın parke taşı olarak kullanıldığı görülür. Ayrıca çekiç, murç ve benzeri aletlerle işlebilmesi üretim ve kullanım miktarını artırmıştır [7].

Sanayileşmiş ülkelerde park, bahçe ve çevre düzenlemelerinde de bazalttan yararlanılmaktadır [7]. Bazalt bordür taşı olarak da kullanılmaktadır. Yapılan çevre düzenlemeleri için hem iyi bir görünüm sağlamakta, hem de dayanıklılığı ile tercih edilmektedir.

Bazaltların Kırmataş Olarak Kullanılması:

İnşaat sektöründeki büyüme ve gelişme, yol yapımının hızlanması ve benzeri nedenler agrega gereksiniminde büyük artışlara neden olmuştur. Günümüzde hammadde kaynaklarına yakınlık ve ulaşım kolaylığı, yapı sektörünün en önemli sorunlarından biridir. Bu gibi nedenlerin yanında, mekanik özellikleri nedeniyle bazaltlar, bina ve yol yapılarında kırmataş olarak kullanılmaktadır. Özellikle dayanım özelliklerinin yüksek olmasından dolayı, demiryolu balastında da kırmataş olarak bazalt kullanılmaktadır.

Bazaltların kırmataş olarak bina ve yol yapılarında kullanımının dayanımı artırdığı; örneğin, basınç dayanımını 2000 - 2500 kg/cm² daha yükselttiği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir [4].

2.4.2. BAZALT MADENCİLİĞİ

Yapıtaşlarının, ocaklardan üretimi ve işlenmesi, üretilen taşın cinsine göre değişmektedir. Bazaltın çıkarılmasında, açık ocak işletme yöntemi kullanılmaktadır. Aşağıda verilen açık ocak (Şekil 2.7) işletme yöntemlerinden arazi şartlarına uygun olanı seçilmektedir [30,31,32].

Açık Ocak Mermer İşletme Yöntemleri:

A) Ova ocakları: Ova ocaklarında belirgin özellik, tüm çalışmanın topoğrafik seviyenin altında olmasıdır. Ova ocaklarının iki çeşiti vardır. Bunlar;

a) Çukur Ocaklar: Ocağın dört yanının dik ve dike yakın ocak aynasınca çevrelendiği ova ocakları "Çukur Ocaklar" olarak adlandırılır.

b) Açık Çukur Ocaklar: Bu ocaklar yatık veya düşük eğimli her tür yatağın işletilmesinde tercih edilir.

B) Tepe ocakları : Yerüstü ocaklarının diğer bir türü dağlık, tepelik morfolojilerde kurulan "Tepe Ocakları" dır. Tepe ocakları üç grupta toplanabilir. Bunlar;

a) Yamaç Ocakları: Bütün kazı yüzeylerinin ocak taban seviyesinin üzerinde olduğu ve tepe yamaçlarının işlendiği ocaklardır.

b) Zirve ocağı: Tepe ve dağ zirvelerinde, yatağın üst tabakalardan başlayarak, dilimler halinde, yukarıdan aşağı işletilmesiyle oluşturulur.

c) Tepe açık çukur ocağı: dağlık alanlardaki yamaç ocaklarının genişlemesiyle oluşurlar [30].



Şekil 2.7. Bazalt taş ocağı [33].

Ocaklarda sürekli üretim için, yönteme bağlı olarak hangi ana elemanlar ve yardımcı malzemeler gerekiyor ise bunların ocakta olması gerekmektedir. Aksi takdirde üretimde kesintiler oluşabilmektedir.

Bazaltlar, genellikle sütunlar halinde bir yapı verdiği için, bunlar basit tekniklerle ana kayacıktan ayrılarak alınabilmektedir. Ana kayacıktan sütun bazalt blokları çoğunlukla bir ekskavatör yardımıyla sökülür. Sökülen irili ufaklı bazalt blokları, damperli kamyonlarla taşınmaktadır [9].

Bazalt blokları, kesim işlemlerinin yapılabilmesi için fabrikalara (Şekil 2.8) getirilir. Fabrikada kesme makinası olan katarak elmas uçlu soketler ile kesim işlemi (Şekil 2.9) yapılır. İstenilen boyutta yatay ve dikey ölçülerde kesilerek (Şekil 2.10) plakalar, parke taşları, bordür taşları (Şekil 2.11) üretilir.



Şekil 2.8. Bazaltın fabrikada vinçler yardımıyla taşınma işlemi [33].



Şekil 2.9. Bazaltın fabrikada su kullanılarak elmas uçlu makinelerle kesim işlemi [33].



Şekil 2.10. Bazaltın fabrikada kullanıma uygun boyutlarda kesim işlemi [33].



Şekil 2.11. Fabrikada istenilen boyutta kesilen bazalt [33].

2.4.3. BAZALTLARDA GENEL OLARAK KULLANILAN YÜZEY İŞLEMLERİ

Bazaltlara çeşitli fiziksel özellikler kazandırabilmek ve malzeme yüzeyine kullanım amacına uygun son halini verebilmek için yüzey işlemleri uygulanır. Bunlar:

Honlama (Honed): Honlama işlemi, özellikle istenildiği gibi cila almayan bazalt gibi mermerlere uygulanır. Mermer ve bazalt yüzeyinde cila istenmediği, yani mat bir görünümün arzu edildiği durumlarda, sıklıkla uygulanan bir yöntemdir. Honlama işlemi sonucunda düz, pürüzsüz nispeten parlak bir yüzey elde edilir. Ancak elde edilen parlaklık mermer yüzeyi gibi ışığı yansıtmaz [34].

Cilalama (Polished): Bazalt yüzeylerinin olabildiğince düzgün ve parlak olması için yapılan bu işlem iyi kristalleşmiş ya da küçük kristalli olan bazalt yüzeyini daha iyi parlatır. Bunun için düzgün yüzey elde edilinceye kadar kesilir. Böylelikle yüzeydeki pürüzlülük ya tamamen giderilir ya da en az seviye indirilir. Bu işlem sonucunda taşın yüzeyindeki boşluklar, izole edildiği için genellikle gözenek yoktur. Bu da atmosferik ve kimyasal etkilere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar [34].

Yakma (Flamed): Taş yüzeyinin 600°C sıcaklığa maruz kaldığı termik işlemdir. Kuartz yüzey bu işlemin sonucunda, ısı şoku ve ani soğuma ile ufak parçacıklara ayrılır. Bu yüzey şekillendirme işlemi, genelde magmatik kökenli sert kayalarda (örneğin bazalt) kullanılır. Alevle yakma; mamulün işlenen yüzeyini atmosfer etkilerine daha dayanıklı hale getirerek sağladığı avantajlara ek olarak, iyi parlatılmamış karoların ya da hataları nedeniyle parlatılmaya uygun olmayan materyalin tekrar kullanımını sağlar [34].

Eskitme (Tumbled): Mermer yüzeylerinin eskitilmesi işlemi, titreşimli (sallantılı) makinelerle ya da tamburlarla yapılmaktadır. Eski görünümlü taş, kullanıldığı mekânlara antik (rustik) bir görünüm kazandırmaktadır.

Sallantılı eskitme işleminde; makinelerde işlem süresince malzemeler bir arada sallanırken, belli bir yönde dönüş hareketi de yaparlar. İşlem sonucunda, mermerler elle seçilerek haznedan alınırken, aşınmış ve etkisini yitirmiş olan seramik parçalarının da ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Çünkü aşınma sonucu oluşan kırıntılar ve seramik parçacıkları, yüzeyler arasına girerek yastık görevi görmekte, yüzeylerin temasını engelleyerek, aşınma etkisini azaltmaktadır. Oldukça hızlı ve etkili bir yöntemdir. Diğer taraftan oldukça pahalı ve işletme maliyetleri yüksektir [34].

Tamburla eskitme işleminde; silindirik ya da çokgen kesitli tamburların içerisine boyutları birbirine yakın mermerler yerleştirilmekte, aşınmayı hızlandırmak ve kolaylaştırmak amacıyla silis kökenli kum, küçük çakıllar da konulmakta ve tamburun kapağı kapatılmaktadır. Tamburun dönüşüyle, su içerisinde mermerler hem birbiriyle hem de diğer aşındırıcı malzemelerle sürtünmekte yüzeyleri, kenar ve köşeleri aşınarak, hafifçe yuvarlanmaktadır. İşlem bitiminde tambur durdurulmakta, kapak üzerindeki vanalar yardımıyla, su boşaltılmakta ve kapak açıldıktan sonra

eskilen malzemeler çıkarılarak, tamburun altındaki iri gözlü elek üzerine boşaltılmakta, ince kum ve çakıllar mermerlerden ayrılmaktadır. Özellikle, sert ve aşındırıcı mermerler de yabancı bir aşındırıcıya gerek olmayıp, taşlar birbirini sürtünerek aşındırılır, buna otojen yöntem denilir. Sistem oldukça basit ve ucuzdur.

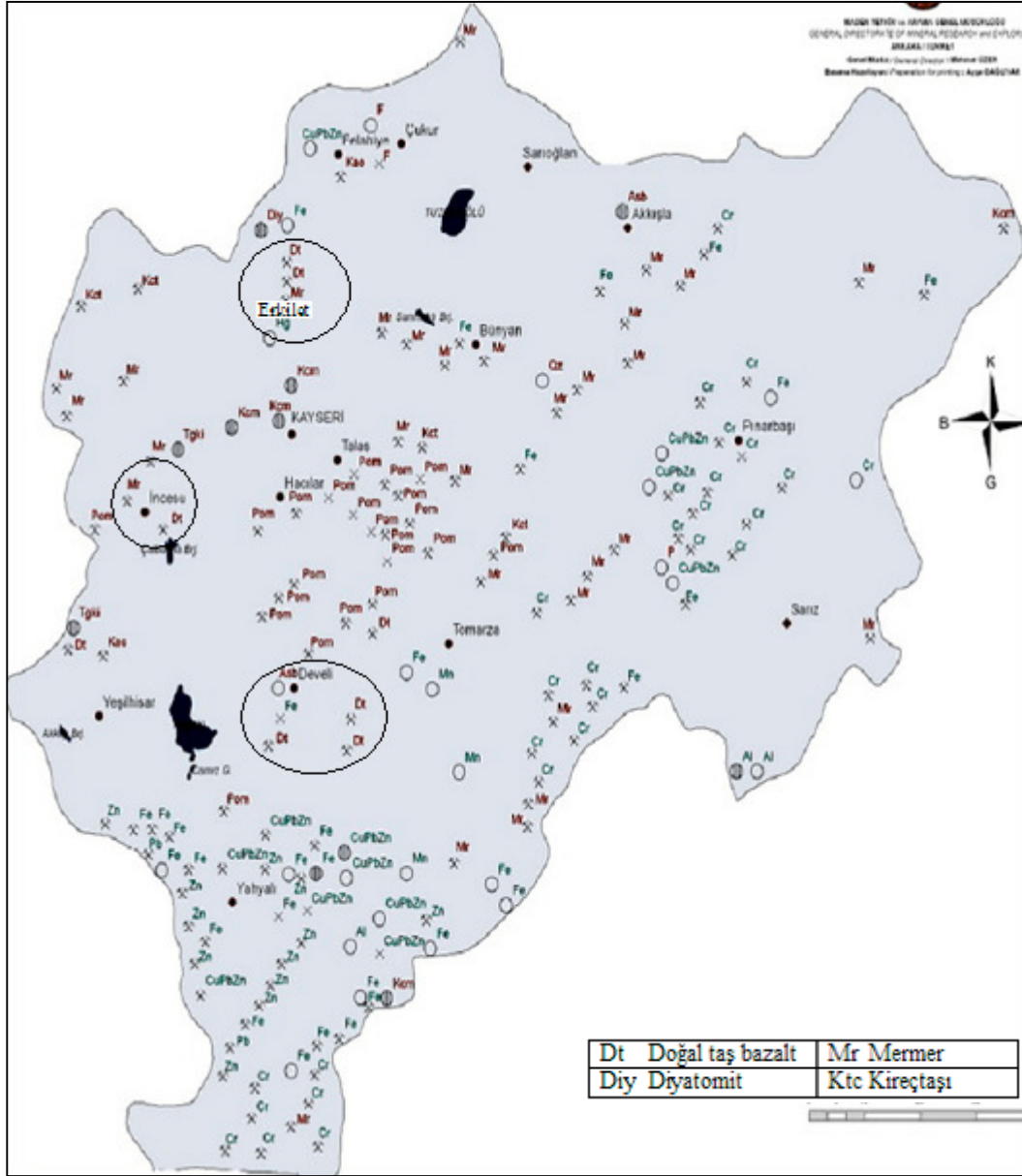
Kumlama (Sand Blasted): İşlenecek yüzeylere, yüksek basınç pompası ile silis kumu püskürtülerek yapılır. Mermer yüzeyine kum tanelerinin ya da kumlama uçlarının çarpması ile küçük noktalar halinde çok küçük çukur ve tümsekler oluşturur. Böylelikle, mermer yüzeyleri pürüzlü ve antik bir görüntü kazanır. Kum, püskürtme işlemi ile birlikte yağmurlama ile yıkanıp nemlendirilerek çevre sağlığına zarar vermeden çökertilip işleme hattının altında toplanır. Oyma yazılar, logolar, tekrarlı şekiller gibi çalışmalar, kum püskürtme işleminden önce, işlenecek yüzeylerin üzerine çelik kalıplar yerleştirilerek yapılır [34].

Bazaltlarda kullanılan diğer yüzey işlemleri yüzey işlemleri; mucarta (mucarta), çekiçleme, doldurmadır. Bu yöntemler, diğerlerine göre daha az kullanılmaktadır.

2.5. KAYSERİ BAZALTI

Erciyes volkan topluluğunun bulunduğu Kayseri ilinin çeşitli bölgelerinde bazalt hammadde kaynaklarının bulunduğu bilinmektedir. Bu çalışmanın konusu olan Kayseri bazaltı, MTA'nın verilerine göre; hammadde miktarı bol olan Develi, İncesu ve Erkilet bölgelerinden seçilmiştir.

Kayseri İli: Orta anadolu bölgesinde bulunan Kayseri (Şekil 2.12), sönmüş bir yanardağ olan, Erciyes dağının kuzey eteklerinde düz bir saha üzerinde bulunur. Ovası kaplayan dere ve sellerin getirdikleri çökeller, kum ve kilden ibarettir. Alt kısımları yerleşmiş daha sıkı durumdadır. Ovanın zeminini oluşturan volkanik kayalar, kentin güney ve güney batı kenarlarında meydana çıkmaktadır. Kentin bağ arazisinde yükselen tepeler; andezit, bazalt, tuf ve aglomeralardan oluşur [35].



Şekil 2.12. Kayseri ili maden haritası [36].

Develi bölgesi, genellikle volkanik kayalar ve bu kayalardan meydana gelen dolgu malzemesi üzerindedir. Bölgenin güneydoğusundaki tepeleri andezitler, doğu tarafında ise, geniş bir sahayı sert ve siyah renkli bazaltlar kaplar. Tepe eteklerinde pembe renkli tüf ve üzerlerinde ise değişik kalınlıkta yamaç molozu yer almaktadır. Bölgenin batı tarafı, genellikle dolgu malzemesinden ibarettir [35].

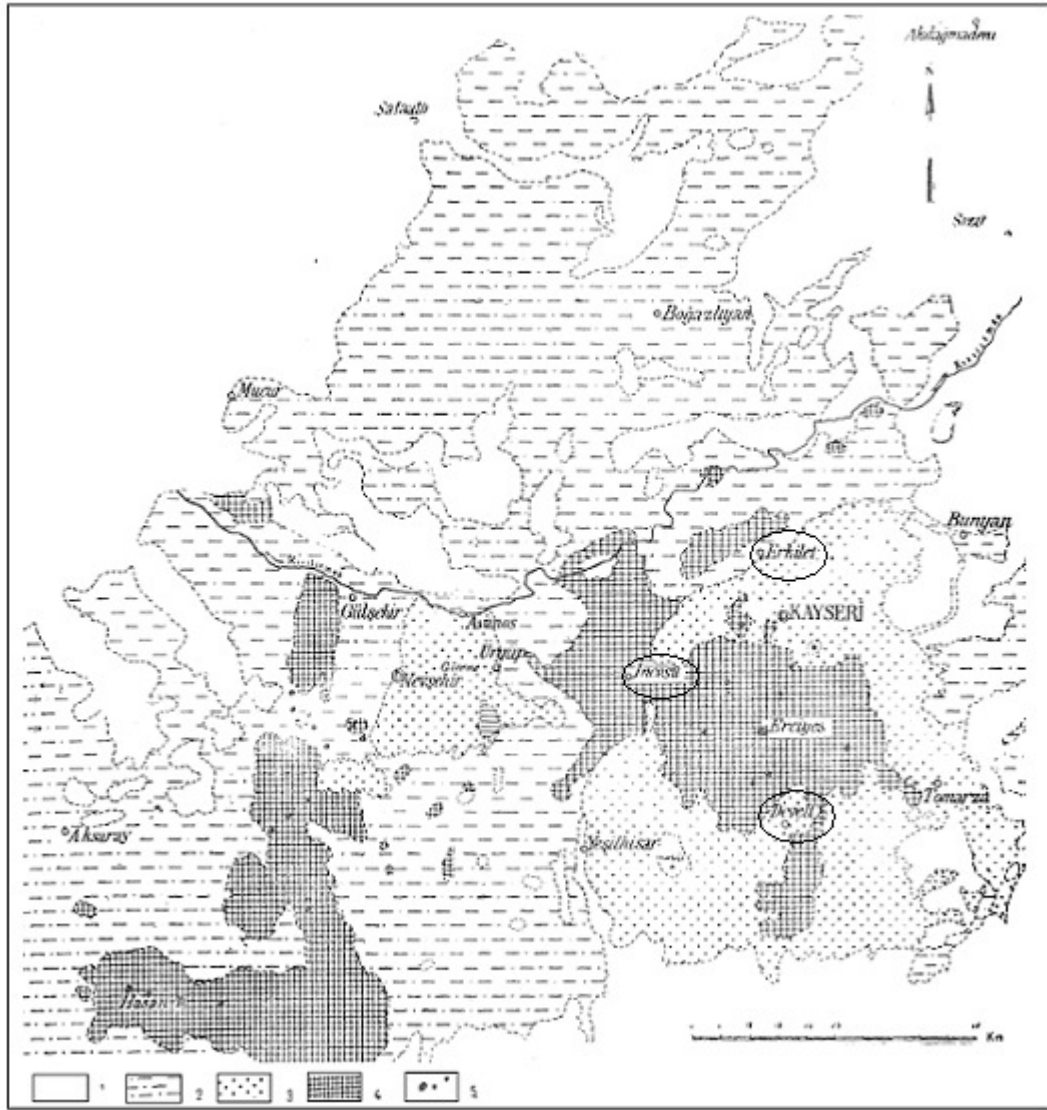
Erkilat bölgesi, Kayserinin 12 km Kuzeybatısında (Şekil 2.12) hıdrellez tepesi ve güneye bakan yamaçlar üzerinde kurulmuştur. Kasabanın zemini, neojen yaşlı andezitik-bazalt ve volkanik tüflerden ibarettir. Bölgede, neojen formasyonu

birimlerinin kalınlıkları, 20 m göl menşeli marn ve kil tabakaları, 50 m yakın marnlı beyaz tüfler, 4-5 m gre ve tüfler, 10 m aglomera ve breşler ve en üstte 20-50 m kalınlıkta bazalt lavları bulunmaktadır [35].

İncesu bölgesi, Kayseri'nin 36 km güneybatısında (Şekil 2.12), kayalıklardan ibaret yamaçların eteğinde ve kuzeybatı-güneydoğu yönünde akan, küçük bir derenin dar vadisi üzerine kurulmuştur. İlçenin kuzey, güney ve batısı 10-20 m arasında değişen kayalık kornişlerle çevrili olup, batı tarafında ovaya açılmaktadır. Çevresi tamamen kırmızı renkli volkanik lavlardan ibarettir. Lavların altında beyaz renkli, çok yumuşak tüfler yer alır. İlçenin 14 km doğusunda bulunan Kızılviran bölgesi etrafı dağlarla çevrili zemini andezitik bazalt ve bunların tüflerinden ibarettir [35].

Erciyes dağı volkan topluluğu: Kayseri-Develi-İncesu arasında yer alan Erciyes dağı volkanik masifi (Şekil 2.13), Erkilet yöresiyle birlikte yaklaşık 1500 km² 'lik bir sahayı kapsar. Masifin, Kayseri ile Develi arasındaki uzunluğu, düz çizgi boyunca 37 km, Tekir yaylası-Koçdağı ile Sultan sazlığı-İncesu arasındaki genişliği ortalama 30 km'dir.

Orta Anadolu'nun sönmüş volkanları arasında büyüklüğü ve yüksekliği ile en başta gelen Erciyes dağının 3916 m rakımlı merkezi konisi etrafında çapları 600-3000 m olan irili-ufaklı, kraterli, kratersiz 68 volkan konisi bulunmaktadır. Erciyes dağı tek bir volkan değil, bir volkanlar topluluğudur.



Şekil 2.13. Erciyes volkanında lâv ve tüflerin yayıldığı bölgeler [37]. (1-Neojen öncesi formasyonlar; 2 - Tüflü Neojen; 3 - Tüfler; 4 - Lâvlar; 5 - Erüpsiyon merkezleri.)

2.5.1. KAYSERİ BAZALTININ KULLANIMI

1900 yıllara kadar masif eleman olarak kullanılan doğal taşlar, endüstri devriminden sonra döşeme ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu bölümde Kayseri bazalt taşının yapılarda kullanımını ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.5.1.1. Geçmişte Kayseri'de Bazalt Taşının Kullanımı

Kayseri'de yapılarda bazalt taşının kullanılmasına ait ilk örnekler, 13. yüzyıl başlarına dayanmaktadır. 1246 yılından önce yapıldığı bilinen Kızılköşk, bazalt taşının kullanıldığı ilk yapı örneklerindedir. Bazalt taşı Kayseri'de köşk, han, cami

ve çeşmelerin yapımında kullanılmıştır. Bu tarihi eserlerde bazalt; tonoz, söve, temel, duvar ve çeşme yalakları gibi farklı amaçlarla kullanılmıştır [38].

Kızılköşk'te bazalt taşı kullanımı: Eravşar'ın konuyla ilgili araştırmasından köşkün adının 1246 tarihli bir vakfiyede geçmesinden dolayı eser, en geç 1246 yılına tarihlenmektedir. Bir tepe üzerine inşa edilen yapı (Şekil 2.14), doğu-batı doğrultusunda uzanan ve arka arkaya konumlanmış tonoz örtülü iki dikdörtgen mekandan oluşmaktadır. Köşkte, kırmızı renkli tüf taş kullanılmıştır. Tonozun inşasında ise bazalt nitelikli yassı taşlar değerlendirilmiştir. Bugün, büyük bölümüyle yıkılmış olan yapı, define arayıcılarının tahribatına uğramış ve kaplama taşlarının çoğu sökülerek çalınmıştır [38].



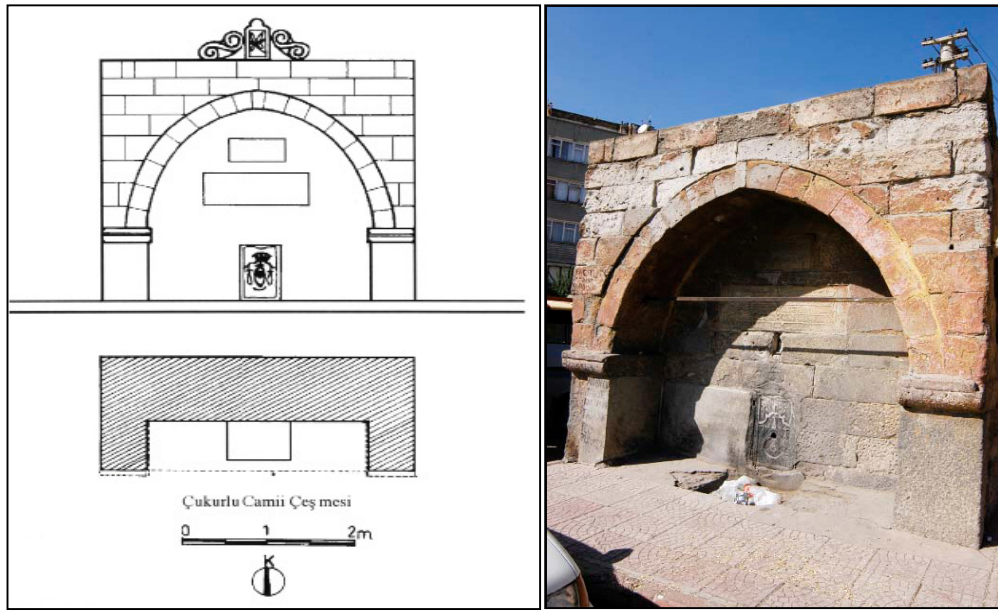
Şekil 2.14. Kızılköşk genel görünüş [38].

1466 yılında inşa edilen Şeyh camisi (Şekil 2.15), sadece kare plânda yapılmıştır. Duvarlar kısmen moloz, kısmen kesme taştır. Batısında türbeye geçişi de sağlayan bir eyvan vardır. Caminin kuzeyinde ise enine genişlemiş bir son cemaat mahalli bulunmaktadır. Son cemaat mahallinin yan duvarları uzatılmış ve arası ortadaki dört sütuna bağlı kemerlerle birleştirilmiştir. Kemer açıklıkları câmekânla kapatılmıştır. Son cemaat mahallinden harime basık kemerli mermer ve bazalt taşla yapılmış kapı ile girilmektedir [38].



Şekil 2.15. Şeyh Cami, dış görünüş [38].

16. yüzyılın sonunda yapılmış olan Çukurlu cami çeşmesi (Şekil 2.16), tek kemerli ve bağımsız olarak inşa edilmiştir. Çeşmenin yüksekliği 3.7 m, genişliği 3.62 m, derinliği ise 1.55 m olup, kareye yakın bir form oluşturmaktadır. 0.68 m derinliğindeki çeşme nişinin üzerini örten sivri kemer, yanlarda yekpare bazalt taşından yapılmış ayaklar üzerindeki profillendirilmiş başlıklara oturmaktadır [38].



Şekil 2.16. Çukurlu Camii Çeşmesi genel görünüm [38].

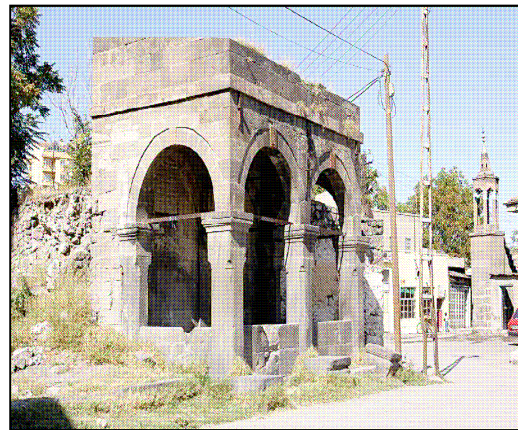
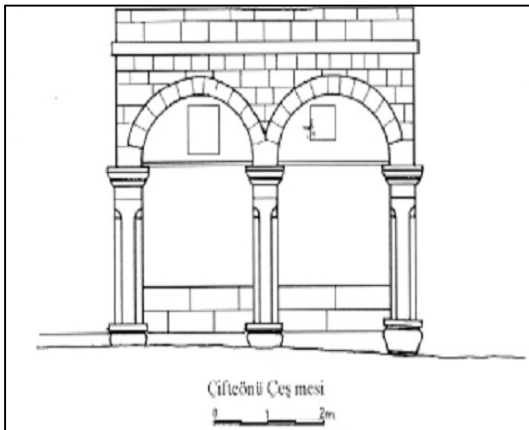
1740-1741 yılları arasında yapılan Akçakaya köyü aşağı cami çeşmesi (Şekil 2.17), tek cepheli ve tek kemerli olarak yapılmıştır. Çeşme nişini örten sivri kemer yanlarda çeşme duvarına oturmaktadır. Sivri kemerin kilit taşında bir rozet kabartması vardır,

ayna taşı yoktur. Niş içindeki taşlardan birinde, üç lüle deliği görülmektedir. Çeşme önünde siyah bazalttan yapılmış yalak yer almaktadır [38].



Şekil 2.17. Akçakaya Köyü Aşağı Cami Çeşmesi, genel görünüş [38].

1753 yılında inşa edilen ve 1876 yılında onarılan Çifteönü Çeşmesi (Şekil 2.18), planı bakımından Kayseri'deki diğer çeşmelerden farklılık göstermektedir. Yanyana iki kemerli olarak yapılan çeşmenin üzeri, beşik tonozla örtülüdür. Kayseri'deki hiçbir çeşmede görülmeyen altı adet orijinal su yalağı, bu çeşmenin batı yönünde görülmektedir. Yekpare bazalt taşların oyulmasıyla yapılan su yalaklarının bazıları, toprağa gömülmüş vaziyettedir [38].



Şekil 2.18. Çifteönü Çeşmesi, genel görünüş [38].

1657 yılında inşa edilen Yanıkoğlu Cami (Şekil 2.19), dikdörtgen planlı olup iç mekan dört adet ahşap sütuna oturan ahşap kirişlerle örtülmüş, mihraba dik üç sahnalıdır. Camii giriş kapısının iki yanında, birer pencere ve bunlarında yanında bir

mihrabiye mevcuttur. Ortadaki giriş kapısının üzeri siyah taş ve mermerden basık kemerli olarak yapılmıştır. Söveleri ise bazalt taş'tır [38].



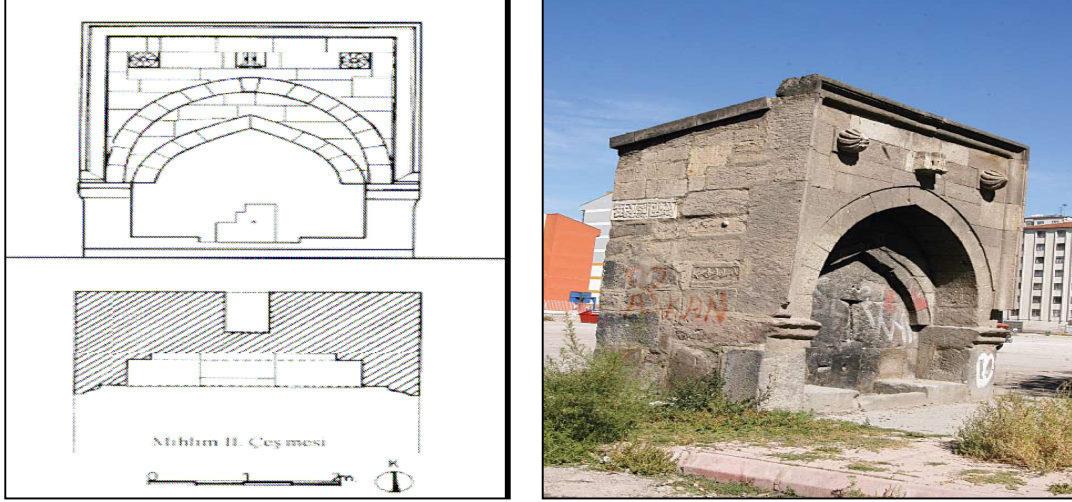
Şekil 2.19. Yanıkoğlu Camisi, genel görünüş [38].

18.yüzyılın ilk çeyreğinde yapılmış olan Vezir Hanı (Şekil 2.20), üç avlulu plân şemasına göre kesme taştan, iki katlı olarak yapılmıştır. Yapının cepheleri tümüyle kesme taş ile inşa edilmiştir. Bu sistem iç kısımda da kendini gösterir. Temelde Erciyes'in sert bazalt taşı kullanılmış, üstte ise daha yumuşak taşlara yer verilmiştir.



Şekil 2.20. Vezir Hanı genel ve üçüncü avludan görünüşü [38].

Mıhlım II Çeşmesi (Şekil 2.21), yapılış tarihi bilinmemekle beraber, XIX. yüzyılın başlarında inşa edildiği düşünülmektedir. Bağımsız olarak iç içe iki kemerli yapılan çeşmenin, yüksekliği 4.41 m, genişliği 3.55 m, derinliği de 2.13 m dir. Çeşmenin dıştaki hafif basık sivri kemeri, yanlarda yekpare bazalt taşından yapılmış ayaklar üzerindeki profilli başlıklara oturmaktadır [38].



Şekil 2.21. Mıhlım II Çeşmesi, genel görünüş [38].

Erkilet Hasan Bey Çeşmesinin, 19. yüzyılın sonlarında yapıldığı düşünülmektedir. Tek cepheli ve tek kemerli olarak düzenlenmiştir. Çeşme kemeri, yekpare taştan biçimlendirilmiş sütunlara oturmaktadır. Çeşmenin yalağı ise, siyah bazalt taşından yapılmıştır [38].

Bazalt taşının çeşme yalıklarında kullanıma 20. yüzyılın başlarına kadar yaygın olarak rastlanmaktadır. Bu çeşmelere örnek olarak; Akçakaya köyü yatak (Şekil 2.22), Karakaya köyü (Şekil 2.22), Zile Kasabası Melede, Akçakaya 1 verilebilir.



Şekil 2.22. Karakaya Köyü ve Akçakaya Köyü Çeşmesi genel görünüşü [38].

2.5.1.2 Günümüzde Kayseri Bazalt Taşının Kullanımı

Bazalt Kayseri'de on yıl öncesine kadar pek kullanılmayan ve bilinirliği az olan bir taşı. Genellikle yataktan çıkarılan bazalt, ham olarak herhangi bir yüzey işleminden geçirilmeden üretilip, belediyelerin kullanımına sunulmakta idi. Son yıllarda ise Kayseri bazaltının gelişen ve değişen üretim teknolojileri sayesinde kullanımı önemli ölçüde artmıştır.



Şekil 2.23. Bazaltın kaldırım taşı olarak kullanımı [39].

Yapı elemanlarında çeşitli yüzey işlemlerinden geçirilen bazalt, iç (Şekil 2.24) ve dış mekanlarda kullanılabilir. Kayseri bazaltı, koyu gri (siyahımtrak), gri ve yer yer bej renktedir. Kayseri'de bazalt, genellikle yapılarda yer döşemesi, dış cephe duvar kaplaması, merdiven basamakları, parke taşı, bordür elemanları olarak kullanılmaktadır [39].

Bazalt, sertlik ve aşınma dayanımı ve yüzeysel işlemleri sonucu elde edilen doku özellikleri ile kaplama malzemesi olarak kullanılabilir. Bazaltlar, iç mekanlarda döşeme olarak, dış cephelerde duvar kaplama malzemesi olarak genellikle ofis, alışveriş merkezi gibi ticari yapılarda kullanılmaktadır.

Kayseri bazaltının, cadde düzenlemesinde (Şekil 2.23) kullanılması örneğinde görüldüğü gibi, yüksek dayanım ve renk özelliği nedeniyle tercih edilmektedir.



Şekil 2.24. Bazaltın döşeme kaplaması olarak kullanımı [39].

Dış cephelerde duvar kaplaması (Şekil 2.25) olarak uygulamada levhalar halinde üretilen plak taşlar seçilen kenet sistemi ile projeye uygun olarak montajı yapılmalıdır.



Şekil 2.25. Bazaltın cephe kaplama malzemesi olarak kullanımı [39].

Özellikle insanların yoğun olarak kullandığı döşeme (Şekil 2.26) ve merdiven basamakları gibi yerlerde aşınmaya dayanıklı sert taşların kullanılması gerekmektedir. Sert taşlar grubunda bulunan bazalt bu tip yerlerde kullanılacak en uygun malzemelerden biridir.



Şekil 2.26. Çevre düzenlemelerinde bazaltın kullanılması [39].

2.5.2 Kayseri Bazalt Ocakları Ve Üretim Durumu

İl maden yatakları haritalarına (Şekil 2.12) göre, Kayseri ilinde bazaltı hammaddesi bol miktarda üç ayrı bölgede bulunmaktadır. Bu bölgeler; Develi, Erkilet ve İncesu'dur. Aktif olarak çalışmalarını sürdüren üreticilerde, bu bölgeler etrafında toplanmıştır. Bölgenin sahip olduğu tahmini rezerv miktarı, ondört milyon m³'tür. Bölgelerdeki bazalt üreticileri, tahmini üçyüzbin ile beşyüzbin m³'lük rezervlere sahiptirler. Yapılan çalışmada, faaliyetlerini sürdüren üreticilere Erkilet (iki adet), Develi (iki adet), İncesu ve Kumarlı bölgelerinde rastlanılmıştır. Bu bölgelerde yer alan üreticiler ocaklarından ham olarak çıkardıkları bazalt kayalarını işlenmek üzere fabrikalara taşımaktadırlar. Faalliyetlerini sürdüren üreticilerin yıllık elli ile ikiyüzbin m²'lik üretim kapasiteleri mevcuttur. Bölgede, ayrıca bazalta olan talebin artmasını umarak, alternatif ocakları da gelecekte kullanabilmek için çalışmalar yapılmaktadırlar.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere Kayserinin üç ayrı bölgesinden bazalt numuneleri getirilmiştir. Bu numuneler üzerinde TS EN doğal taş standartlarına uygun fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin tespiti için çalışmalar yapılmıştır.

3.1. DENEYLER

Deneylede Kayseri ilinin kuzey, güney ve doğusuna yayılmış hammadde kaynaklarının bulunduğu Develi (D), Erkilet (E), İncesu (İ) bölgelerine ait bazalt örnekleri kullanılmıştır.

3.1.1. PETROGRAFİK ANALİZ

Kayseri bazaltının mineralojik yapısının belirlenebilmesi için İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde numunelerin önce ince kesitleri alınmıştır. İnce kesitler Leitz Ortoplan marka mikroskop ve Kameram 21 dijital görüntü analiz sistemi (Şekil 3.1) kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 3.1. Leitz Ortoplan marka mikroskop ve Kameram 21 dijital görüntü analiz sistemi

3.1.2 KİMYASAL ANALİZ

XRF Analizleri: numunelerin mineralojik kompozisyonu 125 mikron altı incelikteki örnekler üzerinde yapılan enerji dağılımlı x-ışını floresans analizi XRF, Spektro IQ II (Şekil 3.2) cihazında (İYTE, MAM Lab.) tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. XRF x-ışını floresans spektrometresi

XRD Analizleri: numunelerin mineralojik kompozisyonu 125 mikron altı incelikteki örnekler üzerinde yapılan XRD (Şekil3.3) analizleriyle Phillips X'Pert Pro X-Ray Diffractometer (XRD) cihazında (İYTE,MAM Lab.) tespit edilmiştir.(Jeneratör 45 Kv, 40 mA, dalga boy 1,5443 Å (CuK α), 2 Theta açıları, 5-70)



Şekil 3.3. XRD x-ışınları kırınım cihazı

3.1.3. MEKANİK ÖZELLİKLER

Bazaltın mekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla eğilme, basınç, sürtünme ile aşınma kaybı, darbe dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, sertlik ve P dalga hızı deneyleri yapılmıştır.

Basınç Dayanımı Deneyi:

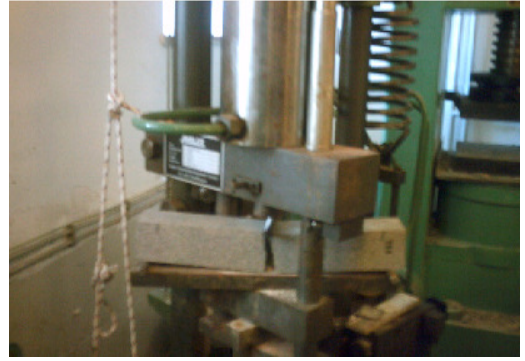
Basınç mukavemeti deneyi TS EN 1926 [40] standartına göre boyutları yaklaşık 70 mm x 70 mm x 70 mm olan küp şeklinde deney numuneleri ile MSGSÜ laboratuvarındaki Alşa marka basınç deney presi cihazı kullanılarak (Şekil 3.4) yapılmıştır.



Şekil 3.4. Basınç dayanımı deney cihazı ve numuneleri

Eğilme Dayanımı Deneyi:

Eğilme mukavemeti deneyi TS EN 12372 [41] standartına göre, boyutları yaklaşık 50 mm x 50 mm x 300 mm olan deney numuneleri (Şekil 3.6) ile MSGSÜ laboratuvarındaki Amsler marka eğilme deney presi cihazı kullanılarak (Şekil 3.5) yapılmıştır.



Şekil 3.5. Eğilme dayanımı deney cihazı



Şekil 3.6. Eğilme dayanımı deney numuneleri

Sürtünme İle Aşınma Kaybı Deneyi (Böhme Metodu):

Sürtünme ile aşınma kaybı deneyi TS EN 14157 [42] göre boyutları yaklaşık 71 mm x 71 mm x 71 mm olan küp şeklinde deney numuneleri ile İstanbul Üniversitesi laboratuvarındaki Yüksel Kaya Makina Böhme yüzey aşındırma cihazı kullanılarak (Şekil 3.7) yapılmıştır.



Şekil 3.7. Sürtünme ile aşınma kaybı deney cihazı

Darbe Dayanımı Deneyi:

Darbe dayanımı deneyi TS 699 [43] göre boyutları 40 mm x 40 mm x 40 mm küp şeklinde deney numuneleri (Şekil 3.8) ile İTÜ laboratuvarındaki Alşa marka darbe dayanımı deney cihazı kullanılarak yapılmıştır .



Şekil 3.8. Darbe dayanımı deney numuneleri

Don Sonrası Basınç Dayanımı:

Don sonrası basınç dayanımı deneyi TS 699 [43] göre boyutları yaklaşık 70 mm x 70 mm x 70 mm olan küp deney numuneleri ile İTÜ laboratuvarındaki 2008 / FORE Marka donma çözülme deney cihazı ve alça marka basınç deney presi cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Sertlik Deneyi:

Sertlik deneyi TS 669 [43] standartına göre boyutları yaklaşık 70 mm x 70 mm x 70 mm olan küp deney numuneleri üzerinde MSGSÜ üniversitesi laboratuvarındaki Schmidt çekici cihazı kullanılarak (Şekil 3.9) yapılmıştır.



Şekil 3.9. Schmidt çekici ve sertlik deney numuneleri

P Dalga Hızı Deneyi:

P dalga hızı deneyi yaklaşık 50 mm x 50 mm x 300 mm olan deney numuneleri ile yapılmıştır. Deney MSGSÜ laboratuvarındaki C.N.S Electronics (Şekil 3.10) marka ses cihazı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.10. C.N.S Electronics marka P dalga hızı deney cihazı

3.1.4. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

Bazaltın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla su emme, birim hacim kütle, porozite, özgül kütle deneyleri yapılmıştır.

Su Emme Deneyi:

Su emme deneyi TS EN 13755 [44] standartına göre boyutları yaklaşık 50 mm x 50 mm x 50 mm olan küp şeklinde deney numuneleri ile yapılmıştır. Deney MSGSÜ laboratuvarındaki Terazi, Etüv ve Desikatör cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Birim Hacim Kütle Deneyi:

Birim hacim kütle deneyi TS 699 [43] standartına göre boyutları yaklaşık 70 mm x 70 mm x 70 mm olan küp şeklinde deney numuneleri ile yapılmıştır. Deney MSGSÜ laboratuvarındaki Terazi, Cetvel ve Etüv cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Özgül Kütle Deneyi:

Özgül kütle deneyi TS 699 [43] standartına göre yapılmıştır. Deney 0,2 mm'lik elekten geçirilen toz numunelerle MSGSÜ laboratuvarındaki Precisa 4000C marka Terazi (Şekil 3.11), Etüv ve Desikatör cihazı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.11. MSGSÜ laboratuvarındaki Precisa 4000C marka Terazı

Porozite Deneyi:

Porozite deneyi TS 699 [43] standartına göre MSGSÜ laboratuvarındaki Precisa marka Terazı, Cetvel ve Etüv cihazları ile yapılmıştır.

3.2. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bazalt numuneleri üzerinde, TS doğal taş standartlarına göre yapılan fiziksel, mekanik ve kimyasal deney ve analizlerin sonuçları aşağıda ilgili bölümlerde verilmiştir.

3.2.1. PETROGRAFİK TANIMLAMA

Erkilet, Develi ve İncesu bazaltları için yapılan petrografik tanımlamada ince kesitler üzerinde makroskopik ve mikroskopik inceleme yapılmıştır.

Erkilet numunesi için petrografik tanımlamaya göre,

Makro özellikler:

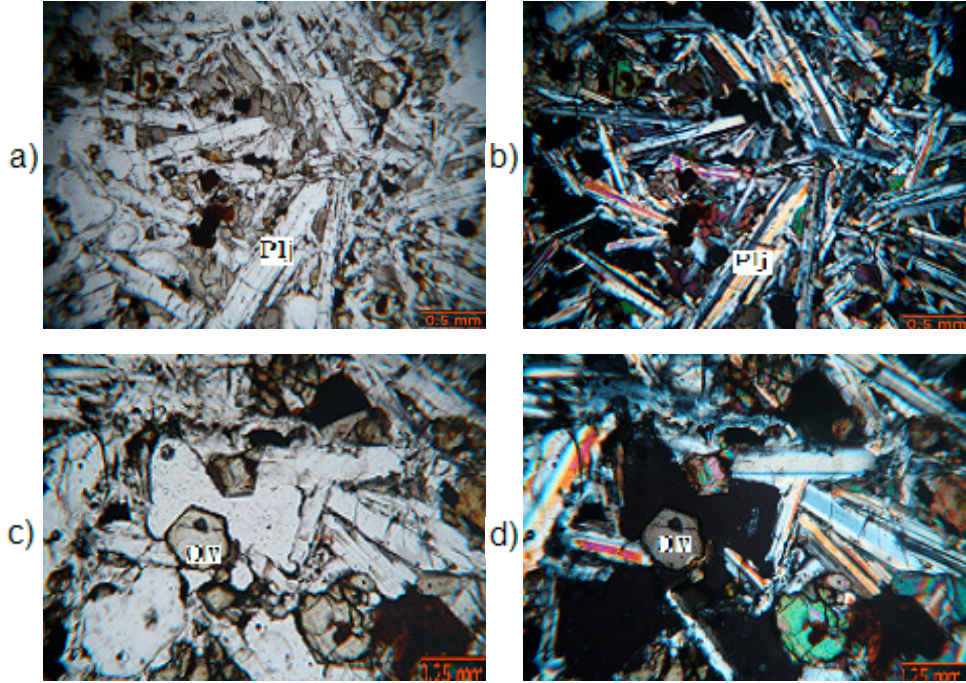
Siyahımsı gri renktedir. İri kristalli yapıya sahiptir. Kristaller gözle görülebilmektedir. Trakitik ve/veya interseltal dokulu olup, küçük gaz boşlukları içermektedir.

Mikroskop altında inceleme:

Kayaç ağırlıklı olarak plajiooklaslardan oluşmaktadır. Camsı bir hamura sahiptir. Plajiooklaslar, genellikle iri fenokristaller ve hamur içerisindeki ufak plajiooklas mikrolitlerinden meydana gelmektedir. Kayaç plajiooklasın yanı sıra bol miktarda olivin içermektedir. Bu iki minerale ek olarak pembemsi renkli Ti-Ojit türü proksen bulunmaktadır. Olivinlere göre daha az oranda bulunan piroksenler olivinlerden,

dilinimleriyle ayrılmaktadırlar. Kayacın petrografik özellikleri (Şekil 3.12) göz önüne alındığında adı olivinli bazalttır.

Erkilet örneğinde; plajiyoklas % 60-65, olivin %25-30, proksen %10-15 arasında bulunmaktadır.



Şekil 3.12. Erkilet numunesine ait ince kesit görünüşleri (a ve c tek nikol, b ve d Çift nikoldür.) Plj: Plajiyoklas, Olv: Olivin, Pr: Proksen

Tek nikolde (Şekil 3.12) (a) renksiz, çift nikolde (b) gri ve gri tonları ağırlıklı olan yer yer kesit kalınlığından dolayı turuncu-kırmızı gibi görünen mineraller plajiyoklas, tek nikolde pembemsi çift nikolde değişik renklerde olan mineraller de olivin ve piroksen mineralleridir. Ancak büyük çoğunluğu olivin, piroksenler çok ufak ve aralarda sıkışmış şekilde izlenmektedir. İri minerallerin tümü olivindir. Tek nikol (Şekil 3.12) (c) ve yüksek röliyefli pembemsi kahverenkli mineraller olivin, kırmızı gibi görünenler hematitdir. Renksiz beyaz olanlar plajiyoklasdır.

Develi numunesi için yapılan petrografik tanımlamaya göre;

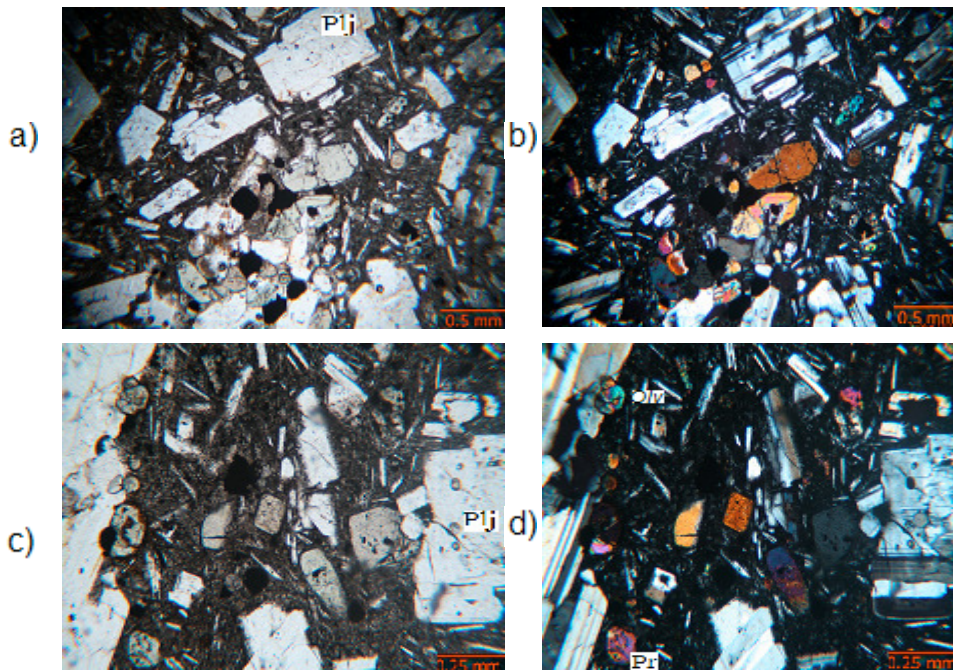
Makro özellikler:

Gri renktedir. Olivinler ve plajiyoklas feno-kristalleri, gözle ayırt edilebilecek büyüklüktedir.

Mikroskop altında inceleme:

İnce kesitte plajioklaslar egemen mineraldir. Mikrolitik porfirik dokuludur. İri, akma yapısı belirgin Plajioklaslar, zonlu ve ikizlidir. Hamur kısmen camsı, kısmen mikrolitik özelliktedir. Hamur içerisinde bol opak mineral bulunmaktadır. İçerisinde bulunan piroksenler sekizgen formda, özşekilli klinoproksenlerdir. Kayaç için petrografik (Şekil 3.13) olarak bazalt adlandırması yapılmıştır.

Develi örneğinde; plajioklas % 45-50, olivin %15, proksen %10, kalanı kısmen camsı, kısmen mikrolitik hamurdur.



Şekil 3.13. Develi numunesine ait incekesit görünüşleri (a ve c tek nikol, b ve d Çift nikoldür.) Plj: Plajioklas, Olv: Olivin, Pr: Proksen

İncekesitlerde (Şekil 3.13) olivin hem de piroksen bulunmaktadır. Pembemsi renkte olanlar piroksen, daha yeşilimsi gibi görünenler olivindir. Tek nikolde renksiz olanların hepsi plajioklasdır.

İncesu numunesi için yapılan petrografik tanımlamaya göre;

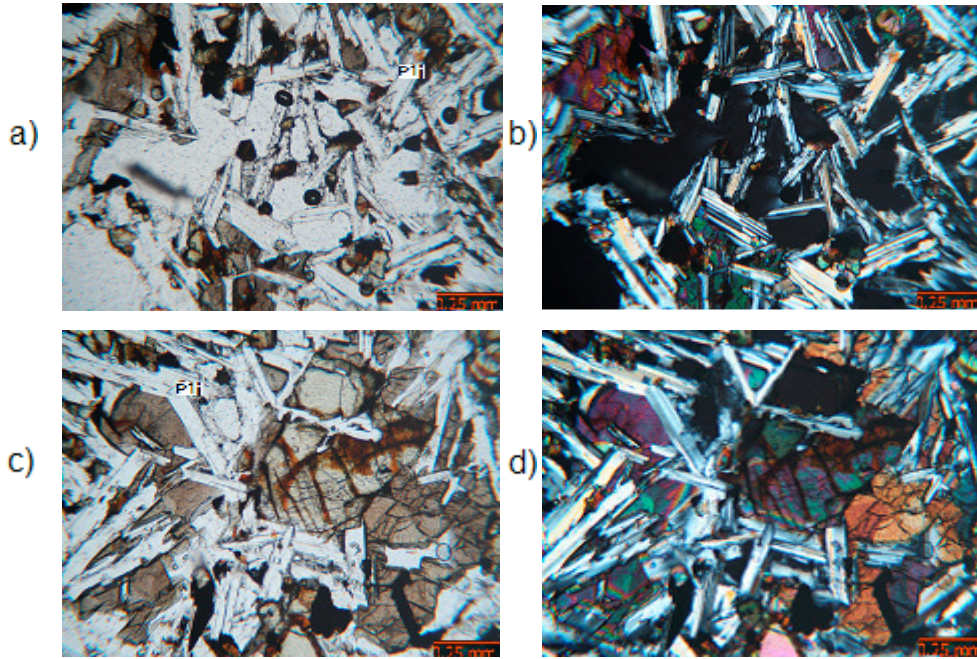
Makro özellikler:

Gri renktedir. Olivin ve plajioklas kristalleri gözle ayırt edilebilmektedir. Gaz boşlukları içermektedir.

Mikroskop altında inceleme:

İnce kesitte, hakim minerali plajyoklaslar oluşturmaktadır. İntergranüler dokuludur. Bol miktarda Plajyoklas ve olivin içermektedir. Örnekte, gaz boşlukları gözlenmektedir. Olivinlere oranla daha az miktarda proksen bulunmaktadır. Kayacın petrografik (Şekil 3.14) adlandırması, olivinli bazalt olarak yapılmıştır.

İncesu örneğinde; plajyoklas % 60, olivin %30-35, proksen %5-10 arasında bulunmaktadır.



Şekil 3.14. İncesu numunesine ait ince kesit görüntüleri (a ve c tek nikol, b ve d Çift nikoldür.) Plj: Plajyoklas, Olv: Olivin, Pr: Proksen

İncekesitlerde (Şekil 3.14) pembemsi kahve renkli olanlar olivin, tam ortada üzerine ve dilinimlerine kahverengilik girmiş olan mineral piroksen, onun üzerinde karemsi şekilde olan da piroksendir. Diğerleri plajyoklasdır.

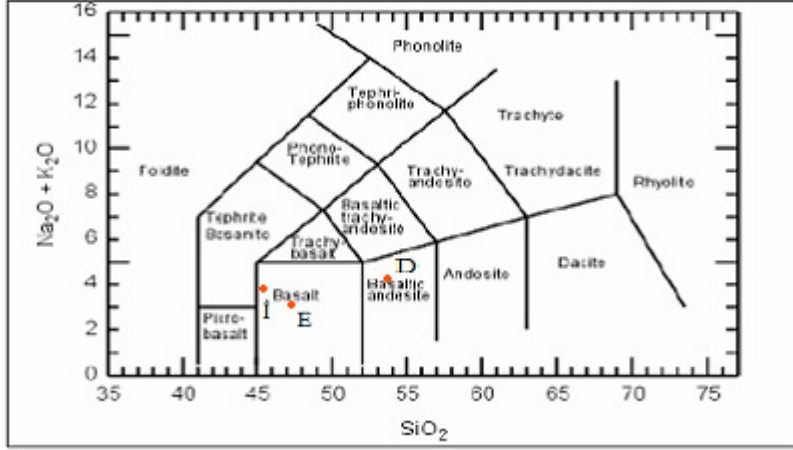
3.2.2. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

XRF Analizi:

Örneklerin analiz ile tespit edilen genel kimyasal kompozisyonları metal oksit (%) olarak (Çizelge 3.1) içerlerinde bulunan eser miktardaki diğer maddelerde iz element (ppm) olarak (Çizelge 3.2) verilmiştir.

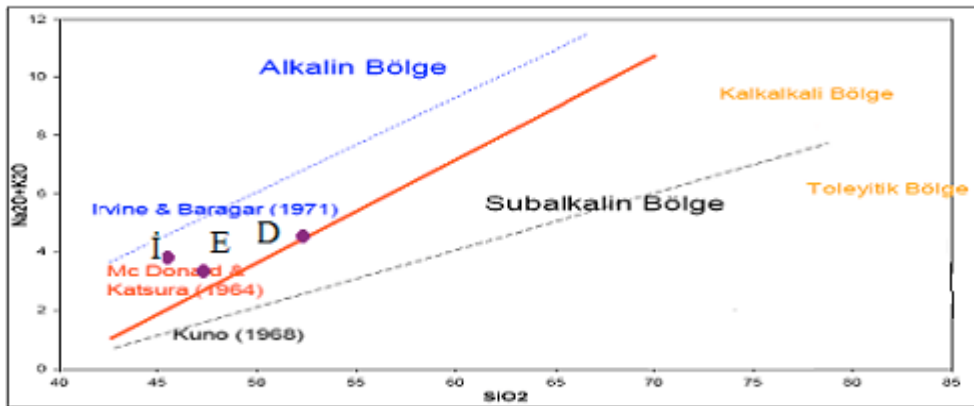
Numuneler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına (Çizelge 3.1) göre İncesu ve Erkilet numuneleri % 45,36, %47,40 (Çizelge 3.1) oranlarında SiO₂

içermekteyken, Develi numunesi %53,57 gibi daha yüksek bir oranda SiO₂ bulundurmaktadır. Bazaltın içindeki silis miktarı attıkça sertlikleri de artmaktadır [18]. Kayaçlar, MgO oranı arttıkça kırılınlaşır, Fe₂O₃ oranı arttıkça rengi koyulaşır [45]. MgO oranları (İ) %8,26, (E) %9,41, (D) %5,96 olarak belirlenmiştir. Fe₂O₃ miktarları ise (İ) %11,64, (E) %10,09, (D) %7,88 oranları arasındadır. Na₂O oranı (İ) %3,53 (E) %3,06, (D) %3,35 numunelerinde yakın değerlerde bulunmaktayken ve K₂O miktarları %0,46, %0,26, %0,92 arasında değişen değerlere sahiptir.



Şekil 3.15. Volkanik kayaçların toplam alkali-SiO₂ içerikleri temelinde kimyasal sınıflaması [46].

Çalışma alanından elde edilen numuneler toplam alkali-SiO₂ diyagramında (Şekil 3.15) değerlendirildiğinde, İncesu (İ) numunesi; Na₂O ve K₂O miktarı toplamı %3,99 ve %45,36 SiO₂ miktarıyla bazalt, Erkilet (E) numunesi; Na₂O ve K₂O miktarı toplamı %3,32 ve %47,40 SiO₂ miktarıyla bazalt, Develi (D) numunesi; Na₂O ve K₂O miktarı toplamı %4,27 ve %53,57 SiO₂ miktarıyla bazaltik andezit karakter göstermektedir.



Şekil 3.16. Toplam Alkali Silis diyagramı [47].

Örneklerin tümü TAS diyagramına yerleştirildiğinde (Şekil 3.16) alkali özellikte oldukları görülmektedir.

Çizelge 3.1. X-ışını floresans analizi sonuçları oksit

Örnekler	Na ₂ O (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SO ₃ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CoO (%)	NiO (%)	CuO (%)	ZnO (%)	SrO (%)	ZrO ₂ (%)
Erkilet	3,06	9,41	17,53	47,4	0,15	0,03	0,26	10,33	1,20	0,03	0,09	10,09	0,003	0,02	0,28	0,02	0,04	0,02
Develi	3,35	5,96	18,74	53,57	0,19	0,05	0,92	7,70	1,03	0,02	0,10	7,88	0,003	0,01	0,25	0,03	0,05	0,02
İncesu	3,53	8,26	18,11	45,36	0,36	0,04	0,46	8,65	1,70	0,004	0,12	11,64	0,003	0,01	0,28	0,02	0,06	0,03

Çizelge 3.2. X-ışını floresans analizi sonuçları

Örnekler	Br (ppm)	Mo (ppm)	Ag (ppm)	Cd (ppm)	Ba (ppm)	La (ppm)	Pt (ppm)	Au (ppm)	Tl (ppm)	Bi (ppm)
Erkilet	10,0849	0,5753	0,0567	18,405	10,7438	0,5145	1,952	0,1701	1,4301	1,0168
Develi	7,4948	1,178	0,5258	17,729	16,2641	1,1495	0,925	0,2527	3,1672	1,6998
İncesu	8,1643	0,5141	0,9875	15,7889	1,6159	0,963	0,7508	0,0816	0,6692	0,0367

XRD Analizi:

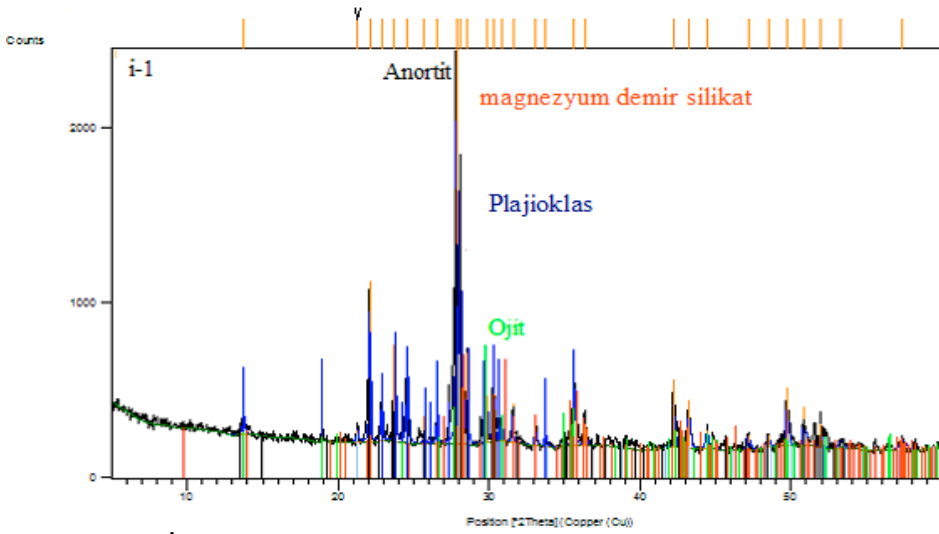
Örnekler üzerinde yapılan XRD analiz sonuçları (Çizelge 3.4) verilmiştir.

Çizelge 3.3. XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri sonucu

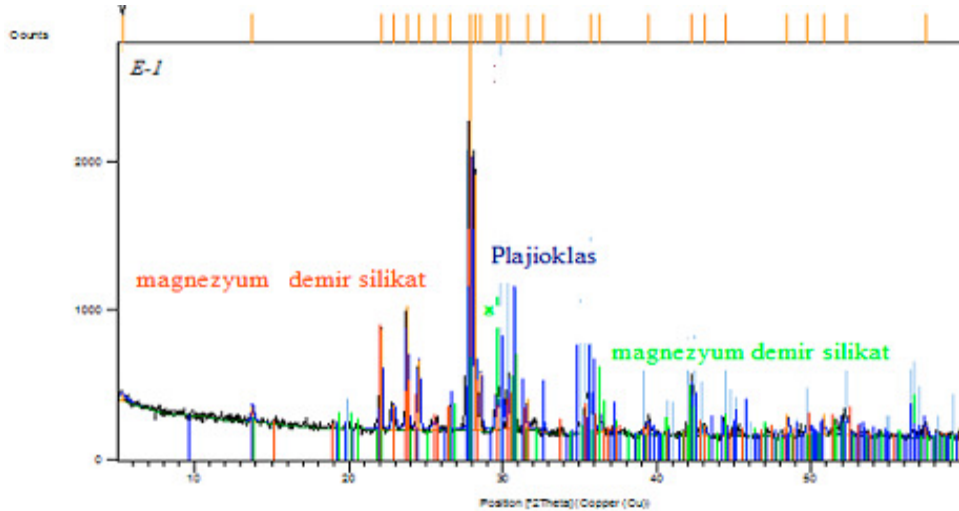
Mineraller	Plajiolklas(Albit) (Na,Ca)(Si,Al) ₄ O ₈	Piroksen(Ojit) CaMgFeSi ₂ O ₆	Magnezyum Demir Silikat MgFeSi ₂ O ₆	Plajiolklas(Anortit) CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Örnekler				
İncesu	+++	++	+	++++
Erkilet	+++	-	+++	-
Develi	++++	+++	-	-

Not: Değerlendirme çok fazla: +++++, fazla: +++, var: ++, az var: +, yok: -

Kayaç örneklerinin XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri sonucunda (Çizelge 3.3) İnesu (İ-1) örneğinde (Şekil 3.17) yüksek oranda feldspat grubundan olan plajiyoklas (anortit düzenli) görülmektedir. İnesu (İ-1) örneğinde ayrıca feldspat grubundan plajiyoklas (albit calcian düzensiz), piroksen grubunun en yaygın minerali ojit ve magnezyum-demir silikat bulunmaktadır. Erkilet (E-1) örneğinde (Şekil 3.18) feldspat grubundan plajiyoklas (albit calcian düzensiz) ve demir-magnezyum silikat görülmektedir. Develi (D-1) örneğinde (Şekil 3.19) ise feldspat grubundan plajiyoklas (albit düzensiz) ve piroksen grubundan ojit bulunmaktadır.



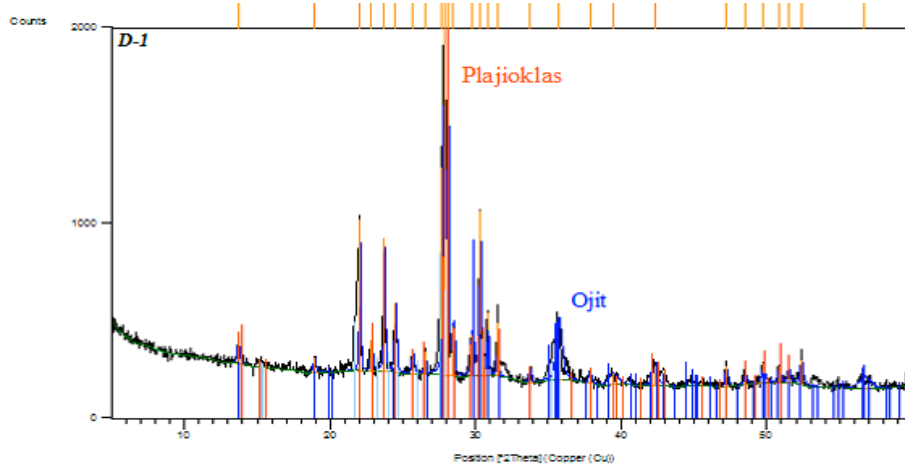
Şekil 3.17. İnesu XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri



Şekil 3.18. Erkilet XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri

İnesu, Erkilet ve Develi numuneleri incelendiğinde ağırlıklı olarak hepsinde plajiyoklas bulunduğu tespit edilmiştir. İnesu ve Develi numunelerinde plajiyoklas göre daha az ojit bulunmaktadır. Ayrıca İnesu ve Erkilet numunelerinde

magnezyum demir silikata rastlanılmıştır. Bazalt, magmasının soğuması esnasında sistematik bir düzende, ergime sıcaklığına uygun olarak, minerallerin kristalleşme eğilimini göstermişlerdir. Bazalt (Şekil 2.5) magmasından ilk kristallenen mineralin, Fe(Demir)-Mg(Magnezyum)'lu olivin, devam eden soğuma ile plajiolklas ve piroksen oluşmaktadır [15].



Şekil 3.19. Develi XRD yöntemi ile yapılan mineral tayinleri

3.2.3. MEKANİK ÖZELLİK SONUÇLARI

Bazaltın mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan eğilme, basınç, sürtünme ile aşınma kaybı, darbe dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, sertlik ve P dalga hızı deneylerinin sonuçları (Çizelge 3.4) verilmiştir.

Çizelge 3.4. Kayseri bazaltının mekanik deney sonuçları

Örnekler	Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Eğilme Dayanımı (kgf/cm ²)	Darbe Dayanımı (kgf/cm ²)	Aşınma Dayanımı (cm ³ /50cm ²)	DonSonrası Basınç Day. (kgf/cm ²)	Schmidt Çekici Sertliği	Sonik Hız (km/sn)
İncesu	1274	165	16	12,6	1223	51,5	4,67
Erkilet	887	171	12	20,4	805	51,1	5,2
Develi	1662	195	25	11,1	1162	53,79	4,75
TS Değerleri	>500 TS 2513	>60 TS 1910	>12 TS 2513	<15 TS 1910	>500 TS 2513	Oldukça Sert	-

Basınç Dayanımı Deneyi:



Şekil 3.20. Basınç dayanımı deney cihazı ve numuneleri

Kayseri bazaltının basınç dayanımları (Şekil 3.20) deney sonuçları (Çizelge 3.4) verilmiştir. Buna göre; Develi bazaltının 1662 kgf/cm^2 ile en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu görülürken, İncesu bazaltının 1274 kgf/cm^2 ve Erkilet bazaltının 887 kgf/cm^2 değerler aldığı tespit edilmiştir. Bu değerlerin TS 2513'e göre [48] taşlar için verilmiş olan basınç dayanımlarının 500 kgf/cm^2 'den yüksek olması gerekmektedir. Deney sonuçlarına göre, Develi, Erkilet ve İncesu bazaltlarının ortalama basınç dayanımları TS 2513'te istenen değerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.5. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması [49].

Tanım	Tek eksenli basınç day. (kgf/cm^2)	Numune
Çok fazla mukavemetli	>2000	-
Çok mukavemetli	2000-1000	Develi, İncesu
Orta mukavemetli	1000-500	Erkilet
Az mukavemetli	500-250	-
Çok az mukavemetli	<250	-

Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre (Çizelge 3.5) sınıflandırılmasında 49'e göre, Erkilet bazaltı orta dayanımlı, İncesu ve Develi bazaltı ise çok dayanımlı kayaç grubuna girmektedir.

Eğilme Dayanımı Deneyi:

Numunelerin ortalama eğilme dayanımı deney sonuçları (Çizelge 3.4) incelendiğinde Develi bazaltı 195 kgf/cm^2 ile en yüksek eğilme dayanımına sahip, İncesu 165 kgf/cm^2 ve Erkilet bazaltı 171 kgf/cm^2 ile birbirine yakın değerlere sahiptir. TS 1910'da [50] eğilme dayanımı için, sınır değer 60 kgf/cm^2 verilmiştir. Doğal taşların

kullanımı genellikle belirli boyut ve kalınlıklarda plaka şeklinde olduğundan eğilme direnci önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır [45]. Kayseri ili bazaltlarının ortalama eğilme dayanımlarının standartta istenilen sınır değerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sürtünme İle Aşınma Kaybı Deneyi (Böhme Metodu):

Aşınma dayanımı, doğal taşların taban ve basamak döşemelerinde kullanımlarına uygunluğunun belirlenebilmesinde önemli bir özelliktir. Kayseri ili bazaltlarının ortalama aşınma dayanımı (Çizelge 3.4) deney sonuçları; İncesu için $12,6 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$, Develi için $11,1 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ ve Erkilet için $20,4 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. TS 1910'a [50] göre, sürtünmeden dolayı aşınma deneyi uygulandığında bulunacak sonuçların $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ 'den daha az olması istenmektedir. Buna göre; aşınma dayanımlarının aritmetik ortalaması, Erkilet bölgesinde sınır değerden üstündedir. İncesu ve Develi bölgelerinde ise $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ 'lik sınır değerinin altındadır.

Darbe Dayanımı Deneyi:

Kayseri ili bazaltlarının ortalama darbe dayanımı (Çizelge 3.4) deney sonuçları; İncesu için 16 kgf/cm^2 Develi için 25 kgf/cm^2 ve Erkilet için 12 kgf/cm^2 olarak belirlenmiştir. TS 2513'e [48] göre darbe dayanımının 12 kg/cm^2 büyük olması gerekmektedir. Döşemelerde ve kaplamalarda kullanılacak olan taş için önemli olan darbe dayanımı, Kayseri ili bazaltlarında bu sınır değeri taşıdığı görülmektedir.

Don Sonrası Basınç Dayanımı:

Kayseri ili bazaltlarının ortalama don sonrası basınç dayanımı (Çizelge 3.4) deney sonuçları; İncesu için 1223 kgf/cm^2 , Develi için 1162 kgf/cm^2 , ve Erkilet için 805 kgf/cm^2 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin TS 2513'de [48] taşlar için verilmiş olan 500 kgf/cm^2 'den yüksek olması gerekmektedir. Kayseri ili bazaltlarının ortalama don sonrası basınç dayanımlarının standartta istenilen değerden yüksek olduğu görülmüştür.

Sertlik Deneyi:

Kayseri ili bazaltlarının ortalama sertlik sınıflamasının belirlenmesi amacı ile yapılan deneyde Schmidt çekici sertlik değerlerine (Çizelge 3.6) göre taşlar sınıflandırılmıştır. Schmidt sertlik deneyinden elde edilen (Çizelge 3.4) sonuçlar;

İncesu için 51,5, Develi için 53,79 ve Erkilet için 51,1 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde sertlik sınıflandırmasında Kayseri ili bazaltlarının oldukça sert sınıfına girdiği görülmektedir.

Çizelge 3.6. Schmidt çekicine göre kaya sertliğinin sınıflandırılması [51].

Schmidt çekici değeri	Sınıflandırma	Numune
0-10	Yumuşak	-
10-20	Az Yumuşak	-
20-40	Az Sert	-
40-50	Sert	-
50-60	Oldukça Sert	Develi, Erkilet, İncesu
>60	Çok Sert	-

3.2.4. FİZİKSEL ÖZELLİK SONUÇLARI

Kayseri ili bazaltlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan su emme, birim hacim kütle, porozite, özgül kütle deneylerinin sonuçları (Çizelge 3.7) verilmiştir.

Çizelge 3.7. Kayseri bazaltının fiziksel deney sonuçları

Örnekler	BirimHacim Kütle (gr/cm ³)	ÖzgülAğırlık (gr/ cm ³)	Porozite (%)	Su Emme (%)
İncesu	2,61	2,70	1,67	1,043
Erkilet	2,59	2,69	2,09	1,343
Develi	2,63	2,72	1,65	0,98
TS Değerleri	Yüksek	>2.55 TS 2513	<% 2 TS 1910	<% 1.8 TS 2513

Su Emme Deneyi:

Kayseri ili bazaltlarının ortalama su emme (Çizelge 3.7) değerleri; İncesu için % 1,043, Develi için % 0,98 ve Erkilet için % % 1,343 olarak belirlenmiştir. Doğal yapı taşlarında, TS 2513 [48] ve TS 1910 [50] göre ağırlıkça su emme oranının % 1.8'den az olmaması istenmektedir. Kayseri bazaltının su emme oranlarının standartta belirtilen değerden düşük olduğu görülmektedir.

Birim Hacim Kütle Deneyi:

Kayseri ili bazaltlarının ortalama birim hacim kütle (Çizelge 3.7) değerleri; İncesu için 2,61 gr/cm³, Develi için 2,63 gr/cm³ ve Erkilet için 2,59 g/cm³ olarak belirlenmiştir. TS 1910'da [50] kaplama taşları için herhangi bir sınır verilmemiştir.

Ancak kayaçların birim hacim kütleleri ile ilgili tanımlamalara (Çizelge 3.8) göre Kayseri bazaltı yüksek birim hacim kütleli olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 3.8. Kayaçların birim hacim kütlelerinin tanımlaması [52].

Sınıf Tanımlama Terimi	Birim Hacim Kütle (g/cm ³)	Terimi	Numune
1	< 1.80	Çok düşük	-
2	1.80 – 2.20	Düşük	-
3	2.20 – 2.55	Orta	-
4	2.55 – 2.75	Yüksek	Develi, Erkilet, İncesu
5	> 2.75	Çok yüksek	-

Özgül Kütle Deneyi:

Kayseri bazaltının ortalama özgül kütle (Çizelge 3.7) değerleri; İncesu için 2,70 gr/cm³, Develi için 2,72 gr/cm³ ve Erkilet için 2,70 gr/cm³ olarak belirlenmiştir. TS 1910'da [50] özgül kütle için herhangi bir sınır verilmemiştir. Ancak, TS 2513'de [48] doğal yapı taşlarında özgül kütlenin 2.55 gr/cm³'ten az olmaması gerektiği belirtilmiştir. Kayseri bazaltının ortalama özgül kütlelerinin standartta belirtilen değerden yüksek olduğu görülmüştür.

Porozite Deneyi:

Kayseri bazaltının ortalama porozite (Çizelge 3.7) değerleri; İncesu için % 1,67, Develi için % 1,65 ve Erkilet için % 2,09 olarak belirlenmiştir. Porozitenin TS 1910'a göre en fazla % 2 olması istenmektedir. İncesu, Develi değerleri standartta belirtilen sınırın altında kalmaktadır. Ancak Erkilet bölgesinin değeri ise standartta belirtilen sınıra çok yakın bir değerde gerçekleşmiştir. Kayaçların gözeneklilik değerine göre tanımlamasında (Çizelge 3.9) Kayseri bazaltı düşük gözenekli olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 3.9. Kayaçların gözeneklilik değerine göre tanımlaması [52].

Sınıf	Gözeneklilik Oranı	Tanımlama Terimi	Numune
1	>30	Çok Yüksek	-
2	30-15	Yüksek	-
3	15-5	Orta	-
4	5-1	Düşük	Develi, Erkilet, İncesu
5	<1	Çok düşük	-

3.3. DENEY SONUÇLARININ İLGİLİ ÇALIŞMALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Kayaçların fiziksel, kimyasal, mekanik özelliklerinin bilinmesi kalite özelliklerinin kontrol altında tutulabilmesini kolaylaştırmakta ayrıca sürecin iyileştirilmesi ve verimlilik artışı sağlamaktadır. Kayseri ili bazaltının (Çizelge 3.10) yapılan deneyler ile tespit edilen (Çizelge 3.11) sonuçlarının ilgili çalışma ve standartlarla karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.10. Kayseri bazaltının mekanik deney sonuçları

Örnekler	Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Eğilme Dayanımı (kgf/cm ²)	Darbe Dayanımı (kgf/cm ²)	Aşınma Dayanımı (cm ³ /50cm ²)	DonSonrası Basınç Day. (kgf/cm ²)	Schmidt Çekici Sertliği	Sonik Hız (km/sn)
İncesu	1274	165	16	12,6	1223	51,5	4,67
Erkilet	887	171	12	20,4	805	51,1	5,2
Develi	1662	195	25	11,1	1162	53,79	4,75
TS Değerleri	>500 TS 2513	>60 TS 1910	>12 TS 2513	<15 TS 1910	>500 TS 2513	Oldukça Sert	-

Çizelge 3.11. Kayseri bazaltının fiziksel deney sonuçları

Örnekler	BirimHacim Kütle (gr/cm ³)	ÖzgülAğırlık (gr/ cm ³)	Porozite (%)	Su Emme (%)
İncesu	2,61	2,70	1,67	1,043
Erkilet	2,59	2,69	2,09	1,343
Develi	2,63	2,72	1,65	0,98
TS Değerleri	Yüksek	>2.55 TS 2513	<% 2 TS 1910	<% 1.8 TS 2513

Deney sonuçları incelendiğinde, Kayaçların basınç dayanımı ile ilgili yapılan çeşitli (Çizelge 3.12) sınıflandırmada 53'e göre Kayseri ili bazaltı yüksek basınç dayanımlı olarak tanımlanabilir.

Çizelge 3.12. Kayaçların basınç dayanımına göre sınıflandırılması [53].

Basınç dayanımı (kgf/ cm ²)	Tanımlama	Numune
<60	Çok düşük	-
60-200	Düşük	-
200-600	Orta	-
600-2000	Yüksek	Develi, Erkilet, İncesu
>2000	Çok Yüksek	-

Çizelge 3.13. Yapı malzemesi sınıflandırılması [54].

gr/cm ³	Malzeme Sınıfı	Ağır yapı malzemeleri	*Kayseri ili bazaltı
3,0-	3,0-	Yarı ağır yapı malzemeleri	
2,5-	2,5-	Normal yapı malzemeleri	
2,0-	2,3-	Geçiş malzemeleri	
1,5-	1,8-	Hafif yapı malzemeleri	
1,0-			
0,5-	0,5-	Çok hafif yapı malzemeleri	

Birim hacim ağırlığı baz alınarak yapılan kullanılabilirlik sınıflandırılmasında (Çizelge 3.13), Kayseri ili bazaltı yarı ağır yapı taşı malzemeleri sınırında yer almaktadır.

Kayseri ili bazaltı en düşük tek eksenli basınç dayanımı ve birim hacim ağırlığı değerlerine göre sınıflandırıldığında 55'a göre, ağır yapı taşı grubuna girmektedir. Bu sonuçlar örneklerin iç ve dış cephe kaplamalarında kullanılabileceğini (Çizelge 3.14) göstermektedir.

Çizelge 3.14. TSE 2513 göre yapı taşı sınıflaması yorumu [55].

Yapı Taşı Sınıfı Yorumu	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	En düşük Tek Eksenli Basınç Day.(kgf/cm ²)	Standarta Eklenmesi Gereken Yeni İlke	Numune
Çok Hafif	<1.50	50	Sıva tutma yeteneği araştırılmalı.	-
Hafif	1.50-2.00	250	Taban döşemesinde kullanılmaz	-
Normal	2.00-2.50	400	Taban döşemesinde kullanılmaz. İç cephe kaplamasına uygun.	-
Ağır Yapı Taşı	>2.50	>400	Taban döşemesinde ve dış cephe kaplamasında kullanılabilir.	Develi, Erkilet, İncesu

Kayseri ili bazaltının tespit edilen fiziksel ve mekanik özellikleri, ilgili standartlarla ve yapılan çalışmalarla incelendiğinde Erkilet örneğinin sürtünme ile aşınma kaybı dayanım deneyi dışında bir çok parametrede istenilen sınır değer üstünde özellik gösterdiği görülmektedir. Kayseri ili bazaltının yer döşemesi, dış ve iç cephe kaplaması olarak kullanım imkanları (Çizelge 3.15) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.15. Mimari kullanım tablosu

Örnekler	Dış Cephe Kaplaması	İç Cephe Kaplaması	Yer Döşemesi
İncesu	+	+	+
Erkilet	+	+	+ -
Develi	+	+	+

Deney çalışmalarındaki başlıklara uygun düşen Diyarbakır ve Toprakkale Bazaltını konu alan çalışmalardaki sonuçlar aşağıda verilmiştir. Diyarbakır bölgesi gözeneksiz bazaltının basınç dayanımı 89,1 MPa (908,5 kgf/cm²), darbe dayanımı 25.4 kgf/cm² yoğunluğu 2852 kg/m³, su emme oranı % 1.72 olarak verilmiştir [9]. Diyarbakır bölgesi ile ilgili diğer bir çalışmaya göre Karacadağ yöresinin üç farklı bölgesinden alınan küp numune bazalt taşları basınç dayanımları 60,21 MPa (613,97 kgf/cm²), 81,56 MPa (831,69 kgf/cm²), ve 53,8 MPa (548,6 kgf/cm²), Schmidt çekici sertlik değerleri 37,46, 40,7 ve 34,36 birim olarak verilmiştir [1].Toprakkale Sütunsal Bazaltı basınç dayanımı 1089,4 kgf/cm², özgül ağırlık 2,81 gr/cm³, porozite %1,31, su emme %1,65, sürtünme ile aşınma kaybı 13,25 cm³/50cm², darbe dayanımı 15,20 kgf/cm² olarak verilmiştir [7].

4. SONUÇ

Günümüzde teknolojik gelişmelerin yanı sıra çevre bilincinin artmasıyla birlikte ekolojik malzemelere olan ilgi artmıştır. Ekolojik malzemelerden biri olan doğal taşlardan bazaltın, iç ve dış mekanlarda çeşitli amaçlarla kullanımı malzemenin sahip olduğu özelliklerin tespit edilmesi ile daha bilinçli bir hale gelecektir.

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan bazalt, Kayseri ilinde geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Bazalt, MTA'nın il maden haritalarına bakıldığında, Kayseri'de, özellikle Develi, Erkilet ve İncesu bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Çalışmada bu üç bölgeden getirilen bazalt örnekleri üzerinde standartlara göre kimyasal, fiziksel ve mekanik deneyler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ilgili standartlara göre değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre;

1. Bazalt örnekleri; Develi, İncesu bazaltlarının gri ve Erkilet bazaltının ise siyahımsı-gri renklerde olduğu görülmektedir. Örneklerin dokuları; Erkilet için trakitik ve/veya interseltal, Develi için mikrolitik porfirik ve İncesu için intergranüler olarak belirlenmiştir. Bazalt örneklerinde hakim mineral plajiooklaslardır. Plajiooklaslara göre daha az oranlarda olivin ve proksen örneklerde tespit edilmiştir.

2. Kimyasal analiz sonuçları toplam alkali-SiO₂ diyagramına göre değerlendirildiğinde, İncesu ve Erkilet örneklerinin bazalt, Develi örnekleri ise bazaltik andezit karakter göstermektedir. Örneklerin tümü, toplam Alkali Silis diyagramına yerleştirildiğinde hepsinin alkali özellikte oldukları görülmektedir. Örneklerin XRD yöntemi ile mineral tayinleri sonucunda kayaçların tamamında ağırlıklı olarak plajiooklas görülmüştür. Ayrıca İncesu ve Develi örneklerinde piroksen (ojit), Erkilet ve İncesu örneklerinde magnezyum demir silikat belirli oranlarda bulunmaktadır.

3. Örneklerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan eğilme, basınç, sürtünme ile aşınma kaybı, darbe dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, sertlik ve P

dalga hızı deney sonuçları incelendiğinde, Erkilet örneğinin sürtünme ile aşınma kaybı dayanım deneyi dışında tüm deneylerde, örneklerin TS 1910 ve TS 2513’de verilen sınır değerler içinde kaldığı görülmektedir. P dalga hızı deney sonuçları ile ilgili standartlarda sınır değer bulunmamaktadır.

4. Örneklerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan su emme, birim hacim kütle, porozite ve özgül kütle deney sonuçları incelendiğinde, Erkilet örneğinin porozitesi sınır değerinin biraz üstünde olmakla birlikte tüm başlıklarda TS 1910 ve TS 2513’de verilen sınır değerler içinde kaldığı görülmektedir.

5. Kayseri ili bazaltları yüksek basınç dayanımlı, oldukça sert, yarı ağır yapı taşı malzeme sınıfında yer alan bir yapı taşı olarak tanımlanmıştır.

Yapılan bu çalışma sonucunda Kayseri ili bazaltlarının birçok parametrede standartlar ile karşılaştırıldığında istenilen değerleri karşıladığı görülmüştür. Sonuç olarak Kayseri bazaltının duvar ve döşemelerde yapı taşı olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] **Yıldız .S, Işık .N, Keleştemur .O.**, 2008. Diyarbakır-Karacadağ Bazalt Taşlarının Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, s.617-626.
- [2] **Uz, B., Esenli F., Yavuz O.**, 2001. Bacak G., Sert Mermer Grubuna Bir Örnek; Karacadağ (Diyarbakır) Bazaltlarının Mermer Açısından İncelenmesi, *Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İTÜ, s.43-55.
- [3] **Alemdağ .S, Gürocak .Z.**, 2006. Atasu (Trabzon) Baraj Yerindeki Bazaltların Taşıma Gücü, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, Elazığ, s.385-395.
- [4] **Uz B.**, 1999. Bazaltların Kırmataş Yönünden Değerlendirilmesi Trakya - Tekirdağ Bölgesi Bazaltları Örneği, 2. *Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, İ.T.Ü., İstanbul, s.1-12.
- [5] **Aral.F.**, 2004. Karatepe Bazaltlarının (Çorlu-Tekirdağ) Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliği, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, Trakya Üniversitesi, Tekirdağ, s.69-74.
- [6] **Keskin Ö., Kılıç A.**, 2003. Doğu Akdeniz Yöresi Bazaltlarının Kırmataş Olarak Değerlendirilme Olanakları, *III Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, Ç.Ü., s.152-157.
- [7] **Yaşar E., Erdoğan Y.**, 2001. Toprakkale Bazaltının Doğal Taş Endüstrisindeki Yeri, 4. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, Ç.Ü., s. 87-96.
- [8] **Acar A., Dinçer İ., Tağa H.**, 2004. Liman dolgusunda kullanılacak Pliyo-Kuvaterner bazaltların (Yumurtalık-Adana) fiziko-mekanik özelliklerinin incelenmesi, *VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu*, Sivas.
- [9] **Kahveci A.**, 2008, Diyarbakır Yöresinde Bazalt Taşının Yapı Malzemesi Olarak Kullanımının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [10] **Korkanç M., Tuğrul A.**, 2001. Niğde Yöresi Bazaltlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği, 2. *Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [11] **Eriç M.**, 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Litaratür Yayınları , İstanbul.
- [12] **Kibici Y.**, 2007, Petrografi, Doğlat Yayınları, Afyonkarahisar.
- [13] **Çoğulu H. E.**, 1976, Petrografi ve petroloji, İstanbul, İTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi yayınları, sayı : 111, 2. bs.
- [14] www.deu.edu.tr . Yerkabuğunun Malzemesi. 18 aralık 2010.

- [15] **Öngen S.**, 2009. Magmatizma, Jeolojiye Giriş I Dersi Magmatik Kayalar Bölümü, İstanbul, s.37.
- [16] **Ersoy Y., Helvacı C.**, 2010. Petrografi Magmatik Petrografi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. s.51.
- [17] **Çorapçıoğlu.K.** 1993, Taş Türleri Ve Özellikleri ,Yayınlanmamış Eser, İstanbul.
- [18] **Karaca Z., Öztank N.**, 2003. Mermerin Mimari Tasarımı, *Türkiye 4. Mermer Sempozyumu* , DEÜ Torbalı M.Y.O. Mermercilik Programı, İzmir.
- [19] **Anon**, 2001. D.P.T VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel ihtisas Komisyonu, *Endüstriyel Hammaddeleri Alt Komisyonu*, Yapı Malzemeleri Cilt II. Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- [20] **Çelik M. Y.**, 2003, Dekoratif Doğal Yapı Taşlarının Kullanım Alanları ve Çeşitleri, *Madencilik*, Cilt 42, Sayı 1, s.3-15.
- [21] www.enerji.gov.tr . Doğal Taş Üretim. 18 aralık 2010.
- [22] **Ünsal, N.**, 1993. İnşaat Mühendisleri İçin Jeoloji, Alp Yayınevi, İstanbul.
- [23] **Sür A., Sür Ö., Yiğitbaşıoğlu H.**, 2001. Mineraller ve kayaçlar, Bilim Yayıncılık, Ankara.
- [24] www.sinop.edu.tr . Bazalt. 20 mart 2010.
- [25] www.boyabatormanim.gov.tr . Bazalt. 20 mart 2010.
- [26] **Ketin, İ.**, 1982. Genel jeoloji yer bilimine giriş. İTÜ Vakfı, Cilt I, İstanbul.
- [27] **Kulaksız S.**, 2007. Doğaltaş (Mermer) Maden İşletmeciliği ve İşleme Teknolojileri, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara.
- [28] **Uz B.**, 1990, Ülkemizde Sert Mermer Grubu Serpantin-Ultrabazikler, *Mermer Dergisi*, Nisan, s. 25-27.
- [29] **Yüzer E.**, 2008. Doğal taş deyince, Taş Kültürü Yayını, İstanbul.
- [30] **ERSOY H. T., Osmanhoğlu A.E.**, 1993. Mermer Ocak Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi, *Türkiye 13. Madencilik Kongresi*, İstanbul, s.65-355.
- [31] **PINZARI, M.**, 1986. Methods, Techniques and Technologies for Quarring Ornamental Stones, Marble in the World, Ed. Giulio Conti, İtaly, pp.139-173.
- [32] **ÖZGÜVEN A.**, 2002. Özbeyli (Sivaslı-Uşak) Mermer Ocağında Kullanılan Makinaların Performans Analizi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.
- [33] www.akdogaltas.com.tr . Taş Ocağı Fabrika . 20 aralık 2010.

- [34] **Çelik M.Y., Kavuşan G.**, 2001. Doğal Taş Ve Mermerlere Uygulanan Yüzey Şekillendirme Teknikleri, *IV. Endüstriyel Hammadde Sempozyumu*. Ekim, s.18-19.
- [35] **Tabban A.**, 1980. Kentlerin Jeolojisi Ve Deprem Durumu, T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [36] www.mta.gov.tr . İl Maden Haritaları. 20 aralık 2010.
- [37] **Ketin İ.**, 1960. Türkiye'de Magmatik Faaliyet, İ.T.Ü., Maden Fakültesi, İstanbul.
- [38] **Özbek Y., Arslan C.**, 2008. Kayseri Taşınmaz Kültür Varlıkları Envanteri, Aydoğdu Ofset Matbaacılık, Ankara.
- [39] www.emretas.com.tr . Bazalt .30.11.2010.
- [40] **TS EN 1926**, 2007. Doğal Taşlar- Deney Metotları- Basınç Dayanımı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [41] **TS EN 12372**, 2007. Doğal Taşlar - Deney Metotları - Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [42] **TS EN 14157**, 2005. Doğal taş - Aşınma Direncinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [43] **TS 669**, 2009. Doğal Yapı Taşları - İnceleme Ve Laboratuvar Deney Yöntemleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [44] **TS EN 13755**, 2003. Doğal taşlar - Deney metotları - Atmosfer basıncında su emme tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [45] **Akçakoca H., Uysal Ö., Topal İ.**, 2003, Mermerlerin Kalite Kontrol Süreci Açısından Tekno-Mekanik Özelliklerinin Önemi, *Türkiye IV Mermer Sempozyumu*, Aralık, s.475-495.
- [46] **Le Maitre, R.W.**, 1989. A Classification Of İgneous Rock And Glossary Of Terms, Blackwell, 193pp.
- [47] **Irvine T. N., Baragar W.R.A.**, 1971. A Guide To The Chemical Classification Of Common Volcanic Rocks, *Canadian Journal Of Earth Sciences*, 8, 523-548.
- [48] **TS 2513**, 1977. Doğal Yapı Taşları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [49] **Deere D.U., Miller R.D.**, 1966. Engineering Classification And Index Properties For Intact Rock Univ. Illinois, Uech.Rept., Tr-65-116.
- [50] **TS 1910**, 1977. Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [51] **Ulusay R.**, 1997. Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalı, Ankara.

[52] **Anon.**, 1979. Classification Of Rocks And Soils For Engineering Geological Mapping, Part 1- Rock And Soil Materials. Bulletin International Association Engineering Geology, No: 19, 364-71.

[53] **ISRM**, 1981, Basic geotechnical description of rock masses; International Society of Rock Mechanics Commission on the Classification of Rock and Rock Mosses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanical Abstract, 18, 84-110.

[54] **Cormon P.**, 1973. Beton de Granulats Legers, Edition Eyrolles, Paris.

[55] **Erdoğan M.**, 1991. Doğal Yapıtaşı Standartlarına İlişkin Görüş ve Öneriler, *Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Jeoloji Mühendisliği Seksiyonu II. Sayı: 6, 153-159.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ersin KOÇAK

Doğum Yeri : İstanbul

Doğum Yılı : 1980

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Akademik durumu:

1999 Mezuniyet: Cumhuriyet Lisesi , İstanbul.

2007 Mezuniyet: Trakya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İnşaat Mühendisliği ünvanı.

(2008-....) Mimarşinan Üniversitesi Mimarlık Anabilimdalı, Yapı Fiziği ve Malzeme Bölümü, Yüksek lisans.