

MİMARİDE DOĞALTAŞ

EDITOR

MURAT DAL



LIVRE DE LYON

2023

Mimarlık Bilimleri

MİMARİDE DOĞAL TAŞ

Editor
Murat Dal



LIVRE DE LYON

Lyon 2023

MİMARİDE DOĞAL TAŞ

Editor
Murat Dal



LIVRE DE LYON

Lyon 2023

Mimaride Doğal Taş

Editor • Assoc. Prof. Dr. Murat Dal • Orcid: 0000-0001-5330-1868

Cover Design • Motion Graphics

Book Layout • Motion Graphics

First Published • June 2023, Lyon

ISBN: 978-2-38236-559-5

copyright © 2023 by Livre de Lyon

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission from the Publisher.

Publisher • Livre de Lyon

Address • 37 rue marietton, 69009, Lyon France

website • <http://www.livredelyon.com>

e-mail • livredelyon@gmail.com



LIVRE DE LYON

ÖNSÖZ

İnsanlık tarihinin en eski yapı malzemesi doğal taştır. Doğal taş; tarihten günümüze mimarinin vazgeçilmez yapı malzemesi olmuştur. Doğal taşlar çıkarıldıkları yörelerdeki mimari yapılarda yaygın olarak kullanıldıkları için o bölgenin karakterini ve ruhunu taşırlar. Ülkemiz doğal taş türleri açısından oldukça zengindir. Ülkemizde özellikle geleneksel mimaride doğal taş kullanımı yaygın olarak görülmektedir.

“**MİMARİDE DOĞAL TAŞ**” adlı eserimiz sekiz bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler sırası ile: “Disiplinlerarası Bir Ders Modeli: Mimarlıkta Doğal Taş”; “Mimari Tasarım Sürecinde Doğal Taş Seçimi İçin Bir Yöntem Önerisi”; “Doğu Karadeniz Kırsal Yerleşiminde Doğal Taş Kullanımı: Arsin İlçesi Örneği”; “Konya-Sille (Andezit-Andezitik Tüf) Taşının Sürdürülebilir Cephe Kaplama Malzemesi Olarak Yapılarda Kullanımı”; “Gümüşhane Kurum Vadisi Madenci Köyü Yerleşmelerinde Doğal Taş Kullanımı”; “Van Gölü Havzası Mimarisinde Yapım Malzemesi Olarak Taşın Kullanılması”; “Güney Amerika’daki Tiwanaku Uygarlığı Yapı Kalıntıları ve Taş Kullanım Tekniği”; “Geleneksel Konutların Restorasyonunda Doğal Taş Kullanımı: Ayazini Bölgesi Sivil Mimarlık Örnekleri” adlı başlıklar detaylı olarak irdelenmiştir. Kitabımızın tamamlanma sürecinde tüm emeği geçenlere, bölüm yazarlarına, bölümlere hakemlik yaparak değerli katkılarını sunan hocalarıma ve Livre de Lyon Yayınevi çalışanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

“**MİMARİDE DOĞAL TAŞ**” adlı kitabımızın tüm okuyuculara hayırlı olmasını dilerim.

06.06.2023

Doç. Dr. Murat DAL

Munzur Üniversitesi / Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi /

Mimarlık Bölümü

Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

muratdal1122@gmail.com

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
BÖLÜM I. DİSİPLİNLERARASI BİR DERS MODELİ: MİMARLIKTA DOĞAL TAŞ	1
<i>Onurcan ÇAKIR</i>	
BÖLÜM II. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE DOĞAL TAŞ SEÇİMİ İÇİN BİR YÖNTEM ÖNERİSİ	17
<i>Zeynep Sena KARKAŞ & Seden ACUN ÖZGÜNLER</i>	
BÖLÜM III. DOĞU KARADENİZ KIRSAL YERLEŞİMİNDE DOĞAL TAŞ KULLANIMI: ARSİN İLÇESİ ÖRNEĞİ	53
<i>Güler ERÜZ</i>	
BÖLÜM IV. KONYA-SİLLE (ANDEZİT-ANDEZİTİK TÜF) TAŞININ SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK YAPILARDA KULLANIMI	71
<i>Bedra Çeşminaz KAR & Mustafa DERELİ</i>	
BÖLÜM V. GÜMÜŞHANE KURUM VADİSİ MADENCİ KÖYÜ YERLEŞMELERİNDE DOĞAL TAŞ KULLANIMI	85
<i>Güler ERÜZ</i>	
BÖLÜM VI. VAN GÖLÜ HAVZASI MİMARİSİNDE YAPIM MALZEMESİ OLARAK TAŞIN KULLANILMASI	105
<i>Şahabettin ÖZTÜRK</i>	
BÖLÜM VII. GÜNEY AMERİKA'DAKİ TİWANAKU UYGARLIĞI YAPI KALINTILARI VE TAŞ KULLANIM TEKNİĞİ	131
<i>Sezgi GİRAY KÜÇÜK & Sedat KURUGÖL</i>	
BÖLÜM VIII. GELENEKSEL KONUTLARIN RESTORASYONUNDA DOĞAL TAŞ KULLANIMI: AYAZİNİ BÖLGESİ SİVİL MİMARLIK ÖRNEKLERİ	155
<i>Seda MAZLUM & Fatih MAZLUM & Şerife Ebru OKUYUCU</i>	

BÖLÜM I

DİSİPLİNLERARASI BİR DERS MODELİ: MİMARLIKTA DOĞAL TAŞ

An Interdisciplinary Course Model: Natural Stone in Architecture

Onurcan ÇAKIR

(Dr.) İzmir Ekonomi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İzmir
onurcancakir@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8191-3658

1. Giriş

Mimarlık lisans müfredatında doğal taş ve mimarlık ilişkisine ağırlıklı olarak Yapı Malzemesi, Yapı Bilgisi, Yapım Yöntemleri ve Restorasyon derslerinde değinilmektedir. Yapı Malzemesi derslerinde taşın fiziksel özelliklerine dair detaylar konu edilirken, Yapı Bilgisi ve Yapım Yöntemleri dersleri kapsamında doğal taşın yığma yapılarda taşıyıcılık ve doku özellikleri ile giydirme cephe sistemlerinde kullanılması durumunda mekanik cephe sistem detayları, Restorasyon derslerinde ise taşta bozunmalara (Öcal & Dal, 2012) ve taşın korunmasına yönelik uygulamalar öne çıkmaktadır. Doğal taş ve taşın işlenmesi ile elde edilen çeşitli ürünler inşaat sektöründe sıklıkla kullanılmasına rağmen, mimarlık lisans eğitim müfredatında doğal taş ve mimarlık ilişkisini derinlemesine öğrencilere aktaracak bir dersin eksikliği hissedilmiş ve bu konuda mimar adaylarının hem teorik hem de uygulamaya yönelik bilgilerinin artmasını sağlayacak bir ders modeli önerilmiştir. Kayaçların özellikleri ile ilgili jeoloji konularının mimari tasarım ve taşıyıcı sistem ilkeleri ile birleştirilip, uygulamaya yönelik işçilik detaylarıyla harmanlanarak anlatıldığı bu disiplinlerarası ders modeli ve dersin işleyişine dair yöntem aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

2. Lisans Seçmeli Ders Modeli ve Çıktıları

İzmir Ekonomi Üniversitesi - Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi - Mimarlık Bölümü lisans programı kapsamında açılan bu seçmeli ders ARCH325 kodu ve Natural Stone in Architecture / Mimarlıkta Doğal Taş adı ile İngilizce olarak verilmektedir. On dört hafta süren dönem boyunca mimarlık öğrencilerine doğal taşın mimarlıktaki yeri ile ilgili konular “Teorik bilgi aktarımı”, “Uygulama örnekleri”, “Davetli konuşmacılar”, “Araştırma ödevleri” ve dönemin son dört haftası boyunca geliştirilen “Mimari tasarım projesi” başlıkları üzerinden aktarılmaktadır. Dönem içinde kitap ve notlar açık olacak şekilde gerçekleştirilen iki küçük sınav ile öğrenme süreci desteklenmektedir.

2.1. Teorik Bilgi Aktarımı

Dersin içeriği; kayaçların sınıflandırılması, doğal taş kaynakları, taş boyutlandırma kullanılan makineler, taş işçiliğinde kullanılan aletler, yüzey işleme teknikleri, taşın mimari olarak kullanımı, yığma taş duvar yapım teknikleri, taşın geleneksel ve çağdaş yapılar da kullanımı ana başlıkları üzerinden kurgulanmıştır.

Kayaçların sınıflandırılması başlığı altında taşlar jeolojik açıdan detaylı olarak anlatılmıştır. Jeolojik zaman cetveli ve jeokronolojik birimler açıklanmış, katmanbilim (stratigrafi), taşbilim (petroloji) ve mineraloji terimlerinden bahsedilmiştir. Elementlerin mineralleri oluşturduğu ve minerallerin bir araya gelmesiyle de kayaçların ortaya çıktığı örnekler üzerinden anlatılmıştır. Temel olarak silikon ve oksijen barındıran silikat minerallerin, kayaçların oluşumunda önemli rol oynadığından bahsedilmiştir. Taşların sertlikleri değerlendirilirken Mohs sertlik cetvelinden yararlanıldığı açıklanmıştır. Taşların basınca karşı yüksek, çekmeye karşı düşük dayanımlarının olduğuna değinilmiştir.

Kayaçlar, jeolojik olarak püskürük (magmatik), tortul (sedimanter) ve başkalaşım (metamorfik) kayaçlar olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir (Tarbuck & Lutgens, 2019). Kayaç döngüsü üzerinden, magmanın yeryüzüne doğru ilerleyip soğuyarak katılaşması ile oluşan magmatik kayaçların aşınma ve ayrışma sonrası sıkışarak çimentolaşmaları ile tortul kayaçlara dönüşmesi ve yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle başkalaşım kayaçları oluşturmaları açıklanmıştır.

Magmatik kayaçların iç püskürük (plütonik – derinlik kayaçları) ve dış püskürük (volkanik – yüzey kayaçları) olmak üzere iki alt başlık altında incelendiğinden; granit, gabro, diyorit gibi iç püskürük kayaçların toprak

altında daha yavaş soğumalarından dolayı dokularının faneritik (iri taneli) olarak adlandırıldığından bahsedilmiştir. Bu tür taşların mineralleri gözle ayırt edilebilecek kadar belirgin olabilmektedir. Örnek olarak granite bakıldığında gözle ayırt edilebilen kuvars, hornblent ve feldispat mineralleri gösterilmiştir. Bazalt, andezit, riolit gibi dış püskürük kayalar ise yüzeyde hızla soğumalarından dolayı afanitik (ince taneli) dokudur. Koyu renkli kayaların mineral içeriklerinden dolayı mafik, açık renklerinin ise felsik olarak adlandırıldığından bahsedilmiştir.

Tortul kayalar; kırıntılı, kimyasal ve organik olmak üzere üç gruba ayrılır. Kimyasal tortul kayalardan kireç taşı ve onun bir çeşidi olan traverten, mimari tasarımlarda sıklıkla kendine yer bulan taşlardır. Yine tortul bir kayaç olan alçı taşı (jips), farklı amaçlarla mimaride sıklıkla kullanılmaktadır.

Başkalaşım kayalar, yapraklanmalı ve yapraklanmasız olmak üzere iki başlık altında incelenir. Yapraklanmasız başkalaşım kayalardan mermer, bir tortul kayaç olan kireç taşının sıcaklık ve basınç ile dönüşmesi sayesinde oluşmuştur. Mermer çeşitleri, mimari tasarımlarda özellikle iç mekanlarda sıkça kullanılan malzemelerin başında gelmektedir. Yapraklanmalı başkalaşım kayalardan gnays, granit gibi magmatik kayaların dönüşümü ile ortaya çıkmıştır. Yine bir tortul kayaç olan şeylin başkalaşması ile kayrak taşı oluşur. Bu kayaç, mimaride özellikle dış mekanlarda zeminde ve geleneksel bazı yapılarda çatılarda kendine yer bulmaktadır.

Kayalar, çıktıkları bölgeye ve renge göre ticari olarak isimlendirilebilmektedir. Örneğin beyaz Urla taşı olarak adlandırılan taş kireç taşıdır. Alaçatı taşı ise beyaz tuf taşıdır. Elâzığ vişnesi, Anadolu beji, Milas leylak gibi birçok mermer çeşidi de bu şekilde isimlendirilmektedir.

Doğal taşlar ocaklardan çıkarılabileceği gibi, yüzeyde gözüken taşlar toplanarak da kullanılabilir. Bu tür volkanik yüzey taşlarının tarlalardan toplanarak kullanımı, kırsal yerleşimlerde ve geleneksel mimaride sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Ocaklarda ve sonrasında taşların boyutlandırılmasında kullanılan elmas telli kesim, dairesel testereli kesim, este (ST), katraç (cut-rock) ile lamalı kesim, kollu kesici, su jeti gibi yöntem ve cihazlar videolar üzerinden tanıtılmıştır. Taşlara uygulanan cilalama, honlama, kumlama, tamburlama, alevle yakma, çekiçleme, eskitme, asitle yıkama gibi yüzey işlemleri açıklanmıştır. Aynı zamanda, geleneksel taş işçiliğinde kullanılan keski (kalem), çekiç, mucarta, balyoz, yarma kaması, tokmak gibi aletler de gösterilmiştir.

Taşın mimari olarak kullanımı birçok farklı şekilde mümkündür. Yığma duvar şeklinde bir taşıyıcı sistem olarak kullanılması durumunda moloz taş veya

kesme taş duvarların çeşitleri ve teknikleri örnek çizimler üzerinden anlatılmıştır. Cephede doğal taş kullanımı, aynı zamanda mekanik cephe sistemleri ile de mümkündür. Bu sistemlerde taşı taşıyan ankraj elemanları ve profiller, detayları ile gösterilmiştir. Mimari tasarımda kayrak gibi doğal taşlar, çatılarda kiremit olarak kullanılabilir. İç mekânda özellikle mutfak tezgahlarında çeşitli taşların kullanımları yaygındır. Bu gibi özelleşmiş kullanımlarda, hangi taşı tercih etmenin nasıl sonuçları olabileceğinden bahsedilmiştir. Örneğin mermer ile granit gibi sık kullanılan tezgahlar karşılaştırılırken, mermerin granite kıyasla daha yumuşak bir taş olmasından dolayı daha kolay çizilebileceğinden, aynı zamanda tezgâh üzerinde kullanılacak asitli maddelerden daha çok zarar göreceğinden bahsedilmiştir. Taşın zeminde ve duvarda bir kaplama malzemesi olarak kullanılması farklı örnekler üzerinden anlatılmış; damar kesim, çapraz kesim ve book match kavramları açıklanmıştır. Açık alan düzenlemelerinde ve peyzajla birlikte sert zemin tasarımlarında yaya kullanımı öngörülen alanlar için en az beş santimetre, araç geçişi için ise en az on santimetre olacak şekilde taş kalınlığı sağlamanın gerekliliği belirtilmiş, ihtiyaç duyulabilecek hesaplamaların yapılmasından önce kesitler için bir minimum ön kabul olarak önerilmiştir.

Doğal taşın geleneksel ve çağdaş yapılarda kullanımı örnekler üzerinden anlatılmıştır. Kırsal dokuda taştan yapılmış yığma yapılar sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Kırsalda mimari uygulamaları olan bir mimar perspektifinden verilmekte olan bu derste hem geleneksel yöntemlerden hem de çağdaş yapılarda taşın diğer malzemelerle beraber kullanımından söz edilmiştir. İzmir'in Urla ilçesinin bir dağ köyü olan Barbaros örneği üzerinden ilerlenerek, köydeki mevcut geleneksel taş dokunun özelliklerinden bahsedilmiştir. Bu köyde yaygın olarak kullanılan taşlar, tarlalardan toplanan andezit, bazalt, riyolit gibi magmatik yüzey taşlarıdır. Bu taşlar, bir veya iki katlı konutlarda yığma sistemle taşıyıcı olarak kullanılmış olmakla birlikte, köyde konut cephelerinde taşın kendisi nadir olarak görünür haldedir. Genellikle cephe uygulamaları, taşın üzerine sıva ve kireç / beyaz boya (Şekil 1) şeklindedir, çünkü bu volkanik taşların su çekmelerine karşı bir önlem olarak üstlerinin kapatılması amaçlanmıştır. Bahçe duvarlarında ise suya karşı bir önlem gerekmediğinden, taşın kendisi doğrudan görülebilmektedir. Geleneksel ve tarihi yapılarda taşın kullanımına örnek olarak ayrıca Mardin'in sarı kireç taşından yapılmış evleri, İtalya Alberobello'da bulunan kireç taşı ve tuf taşından yapılmış Trulli evleri, Gökçeada geleneksel konut mimarisi (Karayel, 2019), İngiltere'de kumtaşından yapılmış Stonehenge anıtı, kireç taşının kullanıldığı Mısır piramitleri gibi yapı ve bölgelere yer verilmiştir.



Şekil 1: Barbaros'ta bir köy evinin yığma taş duvarına bitişik bir kaya

Çağdaş yapılarda doğal taş kullanımı ve uygulanan farklı yöntemlerden bahsedilmiştir. Cephede taş kaplamadan ve mekanik cephe sistemlerinden (Krüger, 2022) söz edilmiş, özellikle yüksek yapılarda ağırlık oluşturmamak ama cephede yine de doğal bir malzeme görmek için faydalanılabilecek çözümler ele alınmıştır. Yurtdışında bulunan yapılardan söz edilirken, Mies van der Rohe'nin Barselona Pavyonu'nda yer alan traverten, mermer çeşitleri ve oniks taşlarının kullanım şekillerine bakılmıştır. Frank Lloyd Wright'ın Şelale Evi'nde kullanılan kumtaşı ile oluşturulmuş duvar dokusu üzerinde konuşulmuştur. Peter Zumthor'un Therme Vals projesinde kullandığı kuvarsit modüler kaplamanın detayları incelenmiştir. Richard Meier'in Ara Pacis müzesinde kullandığı travertenin honlama yönteminden bahsedilmiştir. Viyana'da bulunan, Ortner&Ortner mimarlık ofisinin tasarladığı ve bazalt cephe kaplaması olan Mumok modern sanatlar müzesi (Şekil 2) de ders kapsamında incelenen yapılardan biridir.



Şekil 2: Viyana’da bulunan Mumok modern sanat müzesinin bazalt taş cephe kaplaması

Eleştirel Bölgeselcilik (Frampton, 1983) kavramından bahsedilmiş ve Konstantinidis’in doğal taş ve betonun bir arada kullanıldığı yapıları (Şekil 3) örnek olarak incelenmiştir. Yerin ve bağlamın mimari tasarım için yadsınamaz olduğundan bahsedilmiş, farklı malzemelerin bir araya gelişinde taşın yerle kurduğu ilişki üzerinde durulmuştur (Aran, 2000), (Bektaş, 1996). Türkiye’de bulunan yapılardan söz edilirken, Han Tümertekin’in B2 Evi ve SM Evi tasarımlarında kullandığı doğal taş, beton, çelik, cam gibi malzemelerin bir araya geliş detayları incelenmiştir. Turgut Cansever’in 1992’de Ağa Han Mimarlık Ödülü alan Demir Tatil Köyü, doğal taşın kullanıldığı ülkemizdeki önemli örneklerden biri olarak gösterilmiştir. Nevzat Sayın’ın Yahşibey Evleri’nden bahsedilmiş, Yalın Mimarlık tarafından tasarlanan Zonguldak Mağaraları Ziyaretçi Merkezi’nde kullanılan gri kireç taşı ve yapı ile ilişkisini gösteren sistem detayları konuşulmuştur. Emre Arolat’ın tasarladığı Sancaklar Camii’nde kayrak ve bazalt kullanıldığı anlatılmıştır (Karakuş, 2014). Teğet Mimarlık’ın tasarımı olarak yenilenen Yapı Kredi Kültür Sanat Merkezi’nin cephesinde kullanılan traverten ve oluşturduğu dokudan bahsedilmiştir.



Şekil 3: Hafta sonu evi, Aris Konstantinidis, Yunanistan, 1961-1962
(Giamarelos, 2014)

2.2. Uygulama Örnekleri

Kırsalda farklı malzemelerin bir arada kullanılmasına dair yapım yöntemleri, Urla'da gerçekleştirilmiş birkaç konut örneği üzerinden anlatılmıştır. İnşaat süreci fotoğrafları üzerinden sunulan bu örneklerde, doğal taşın betonarme bir taşıyıcı sistemli yapıda kaplama ve dolgu duvar olarak uygulanmasından bahsedilmiştir. Barbaros Evi (Mimar: Onurcan Çakır) Urla'nın Barbaros Köyü'nde bulunmaktadır (Şekil 4). Bu yapının taş bir dikdörtgenler prizmasından dışarı taşan brüt beton kübik bir oda hacmini dışarıdan algılayacak şekilde tasarımı ve tasarım süreci anlatılmıştır. Köyün kendi doğal taşı ile cephesi oluşturulan bu yapıdaki uygulama süreçleri detaylandırılmıştır.



Şekil 4: Barbaros Evi (Çakır, 2016)

Andezit, riyolit, bazalt gibi dış püskürük magmatik yüzey taşları çevreden toplanarak, betonarme kolon – kiriş sisteminin önüne ve içine bir kaplama ve

dolgu duvar oluşturacak şekilde uygulanmış ve doğal taş cephe oluşturulmuştur (Şekil 5). Taştan sonra içeriye doğru ısı yalıtım katmanı, tuğla, sıva ve boya olacak şekilde duvar katmanlaşması tamamlanmıştır. Tek katlı olması, geometrisi ve doğal taş cephe malzemesi ile köyde kendine yer bulan bu yapının iç duvarlarının tamamen beyaz olması amaçlanmıştır.



Şekil 5: Barbaros Evi'nde betonarme taşıyıcı sistem ile doğal taşın bir arada kullanımı

Aynı köyde bulunan ŞH Evi (Mimar: Onurcan Çakır) ders kapsamında detayları ile anlatılmıştır (Şekil 6). Teras çatılı iki taş kütlede yatak odaları bulunmakta, bu prizmatik kütlelerin arasındaki beyaz duvarlı ve beşik çatılı hacimde ise salon ve açık mutfak yer almaktadır. Cephede farklı malzemelerin bir arada kullanımı ve iç mekândaki farklı işlevlerin cepheden algılanması açısından sunulan bu örnek, öğrencilerin dönem sonunda tasarlayacakları konut projeleri için fikir vermesi açısından da paylaşılmıştır.



Şekil 6: ŞH Evi'nde taş kütlelerin beyaz kütle ile bir araya gelişi

Bu tek katlı konut yapısında yine köyün volkanik yüzey taşları kullanılmıştır. ŞH Evi’nde bu karışık volkanik taşların (Şekil 7) bazalt ağırlıklı olması sebebiyle daha koyu renkli bir cephesi vardır. Pencere üstlerinde gizli lento uygulaması sayesinde cephede taş dışında bir malzeme gözükmemektedir. Betonarme bir çerçeve taşıyıcı sistem ile cephe malzemesi olarak taşın bir arada kullanılması sayesinde, istenilen büyüklükte pencere açıklıkları rahatlıkla oluşturulabilmektedir. Tasarımda salondaki büyük cam kayar kapıların açılması ile iç mekân ve dış mekânın bir arada çalışarak özellikle bahar ve yaz aylarında daha geniş bir kullanım alanı sağlaması amaçlanmıştır.



Şekil 7: ŞH Evi’nde kullanılan volkanik taşlar

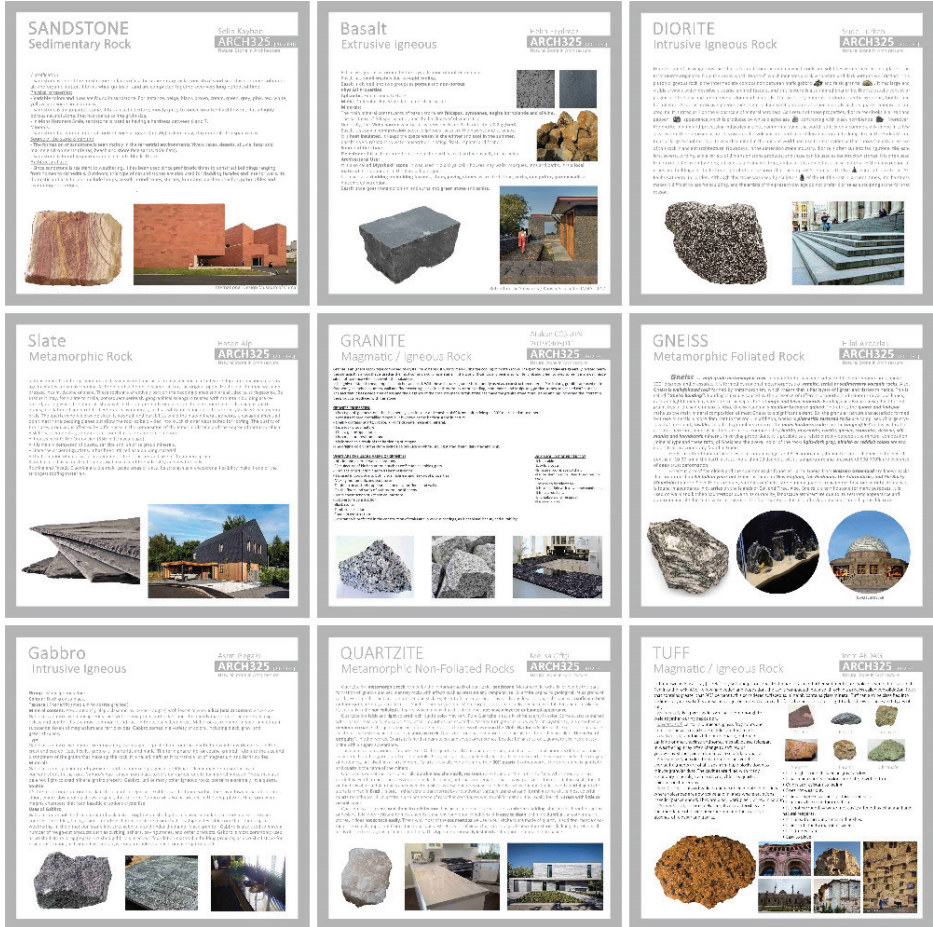
2.3. Davetli Konuşmacılar

Mimarlıkta Doğal Taş dersi kapsamında, belirli haftalarda konusunda uzman konuşmacılar davet edilmiştir. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi’nden Prof. Dr. Murat Yurdakul, doğal taş ve tasarım konulu bir konuşma gerçekleştirmiş, kayaç türleri, yüzey işlemleri ve özellikle taşın tasarım değeri katılarak hangi alanlarda kullanılabileceği hakkında öğrencilere önemli bilgiler aktarmıştır. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü’nde Kırsal Yapılı Çevre adlı dersi de vermekte olan Doç. Dr. Tonguç Akış, bu konudaki bilgi ve tecrübelerini aktarmak üzere davet edilmiştir. Çınar Mercercilik’ten Y. Mimar Muzaffer Çınar ise sunumunda ocaktan çıkarılan blokların nasıl boyutlandırılıp hangi makinalarla kesildiğini

detaylarıyla anlatmıştır. Davetli konuşmacı Mimar Salih Özkan Dursun, sunumunda doğal taşın mimari uygulama detaylarından bahsetmiş ve farklı kullanım amaçları için hangi kriterlere göre değerlendirilmesi gerektiğini açıklamıştır. Hem akademiden hem de piyasadan örneklerle tecrübelerini ve bilgilerini aktaran davetli konuşmacıların sundukları farklı perspektifler, ders açısından önemli bir kazanım olmuştur.

2.4. Araştırma Ödevleri

Dönem içerisinde öğrencilerden bir kayaç türünü seçmeleri ve jeolojik sınıflandırma, fiziksel özellikler (renk, doku, Mohs sertlik derecesi), içerdiği mineraller, taşın kaynağı gibi bilgileri içeren bir poster (Şekil 8) hazırlayıp sunmaları istenmiştir. Bu bilgileri araştırırken, bazıları dersin izlenesinde de öğrencilere verilmiş olan kaynaklardan (Ching, 2020), (Dal & Gültekin, 2008), (Dal, 2011), (Karakuş, 2014), (Minguet, 2017), (Mukherjee, 2012), (Pereira, Catarino, & Dino, 2019), (Schulz & Schulz, 2020), (Siegesmund & Sneath, 2014), (Sousa Camposinhos, 2014), (Vivian, 1976), (Winkler, 1997), (Yardımlı & Dal, 2021), (Yüzer, Güngör, & Aydoğan, 2016) faydalanmaları beklenmiştir. Aynı zamanda taşın doğal veya işlenmiş fotoğraflarından örnekler koymaları ve mimaride kullanımına dair bir görseli de dahil etmeleri beklenmiştir. Poster sunumları tüm öğrencilerin izleyeceği şekilde gerçekleştirilmiş ve her öğrencinin tanıtılan diğer kayaç türlerine dair de bilgi edinmesi amaçlanmıştır. Doğal taşın mimaride kullanımına örnek olarak, cephe malzemesi olarak kullanılmasının haricinde mutfak tezgâhı, merdiven, dış mekân zemin kaplaması, çatı malzemesi gibi kullanımlar sunumlarda öne çıkmıştır.



Şekil 8: Kayaç türleri hakkında öğrenci poster ödevi örnekleri

2.5. Mimari Tasarım Projesi

Dersin son dört haftalık kısmında öğrencilerden 150-250 metrekare arasında bir konut projesi tasarımları istenmiştir. Tek veya iki katlı olabilecek bu yapıda, çağdaş bir mimari tasarım dili oluşturmaları konusunda tavsiyeler verilerek, projenin tasarım ve detayları karşılıklı görüşmeler üzerinden ilerletilmiştir. Çevresi ile ilişki kurarak projelerini bağlama daha güçlü bir şekilde oturtabilmeleri için başlangıç olarak bir parsel seçip bölgeye dair analizler gerçekleştirmeleri istenen öğrenciler, daha sonra projenin plan, kesit ve görünüşlerini hazırlarken doğal taşı hangi ölçekte kullanacaklarına, hangi taşı seçeceklerine, diğer hangi malzemelerle bir araya getireceklerine karar vermiştir. Sonuç ürünlerde öğrencilerin yığma, betonarme veya çelik taşıyıcı

sistemli yapılarda cephede kireç taşı, bazalt, kumtaşı, kuvarsit gibi seçtikleri doğal taşlar ile birlikte brüt beton, ahşap, cam, tuğla ve çelik gibi malzemeleri kullanmayı tercih ettikleri gözlemlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9: Dönem sonu öğrenci projelerinden örnekler

Tasarım projesi sürecinde form arayışı evresinde organik formların yanında, doğada gözlemlenebilen dik açılı formlardan söz edilmiştir. Pirit (Şekil 10) doğada kendiliğinden doksan derecelik açılara sahip olarak görülebilecek kristallere sahip bir mineraldir. İnsan yapımı uygulamalarda kolaylık sağlaması sebebiyle sıklıkla karşılaştığımız dik açılıların doğada da kendiliğinden oluşabildiğini görmek, öğrenciler açısından şu ana kadar sahip olduklarından farklı bir bakış açısı oluşturmuştur.

Doğal taşın dahil olduğu bu tasarım süreci bu ders modelinin en önemli alt başlıklarından biridir, çünkü dönem boyunca edinilen teorik bilginin ne kadarının içselleştirilip benimsendiği ve tasarıma aktarıldığı bu aşamada kontrol edilebilmektedir. Hem geleneksel (Taş, 2016) hem çağdaş yapı ve uygulama örneklerini (Dal, 2020) araştırmaları istenen öğrencilerden kendi projelerinde

geleneksel malzeme ve uygulamaları (Aşanlı, 2016) çağdaş bir dil ve yapım yöntemi ile birleştirmeleri beklenmiştir. Hem konum hem taş cinsi hem de taşıyıcı sistem konusunda dilediklerini seçmekte özgür olan öğrencilerin tasarladıkları projelerden keyif aldıkları ve bu yüzden istekli çalıştıkları gözlemlenmiştir.



Şekil 10: Pirit mineralinin doğal kübik kristal formu

3. Tartışma ve Sınırlılıklar

Bu dersin açıldığı dönemlerde pandemi ve sonrasında depremler sebebiyle online eğitime geçilmiş olmasından dolayı, ancak yüz yüze yapılması mümkün olan bazı teknik gezi ve atölye benzeri etkinlikler gerçekleştirilememiştir. Önümüzdeki dönemlerde yüz yüze eğitime geri dönülmesi ile taş ocaklarına ve taş kesme / yüzey işleme işlemlerinin gerçekleştirildiği tesislere teknik gezilerin yapılabilecek olmasının öğrenciler açısından işlemleri bire bir deneyimleme fırsatı yaratacağı öngörülmektedir. Doğal taş, yapısı gereği yalnızca farklı renkleri olan bir malzeme değil, aynı zamanda dokunulduğunda farklı dokuya sahip yüzeyleri bulunan bir malzemedir. Bu yüzden taş dokunmanın da malzemeyi tanımak açısından önemli bir farkındalık yaratacağı ve dolayısıyla derslerde numunelerin deneyimlenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yüz yüze eğitim ile mümkün olabilecek bir diğer potansiyel ders aktivitesi olarak doğal taş ile gerçekleştirilebilecek atölyeler planlanması, öğrencilerin uygulama konusunda tecrübe edinmesi açısından olumlu olabilir. Örneğin doğal taş malzemenin cephede kullanıldığı bir şantiyeye teknik gezi düzenlenebilir

veya üniversitenin uygun bir alanında bire bir ölçekli bir taş duvar örme işlemi profesyonel ustaların önderliğinde öğrencilerin de katılımıyla gerçekleştirilebilir. Bu gibi uygulamalar, yalnızca taşın kendisi değil, aynı zamanda birleştirilirken kullanılan harcın içindeki malzemelerin oranları veya taşların duvara yerleştirilmeden önce işlenerek yüzeylerinin düzeltilmesi sırasında kullanılan aletler hakkında bilgilerin de yalnızca teoride kalmamasını, öğrencilerin bu gibi konuları deneyimleyerek öğrenmelerini sağlayacaktır.

4. Sonuçlar

Mimarlık ve doğal taş konularının bir arada anlatıldığı bu ders; jeoloji, petroloji, mineraloji, mimarlık gibi birçok farklı disiplinden bilgiyi bir araya getirmeyi hedeflemektedir. Ders izlenesinde de belirtildiği şekliyle; dersin amacı, doğal taşın mimaride kullanımı hakkında temel bilgileri öğrencilere aktarmaktır. Malzeme bilgisinin öğrencilerin mimari tasarımları ile bütünleştirilmesi amaçlanmaktadır. Derste magmatik, tortul ve metamorfik kayalar ve özellikleri gibi jeoloji konuları, mimari öğeler olan taş ustalığı teknikleri ile moloz ve kesme taş duvar tipleriyle ilişkilendirilerek tanıtılmıştır.

Bu dersi başarıyla tamamlayabilen öğrenciler;

- Doğal taşların özelliklerini ve mimaride kullanımlarını tanımlayabilecektir.
- Doğal taşı diğer malzemelerle beraber kullanarak uygun duvar kesitleri çizebilecektir.
- Mimari elemanları tasarlarken kullanacakları taş türüne karar verebilecektir.
- Taş ustalığına dair yapım tekniklerini sınıflandırabilecektir.
- Yapı fiziği ilkeleri açısından taşın özelliklerinden yararlanarak mimari projeler tasarlayabilecektir.

Bu ders modeli, öğrencilerin doğal taşı mimari tasarımla nasıl bütünleştirecekleri konusunda yol gösterici olacak biçimde düzenlenmiştir. Taş, coğrafya, taş ustalığı, aletler, taşın geleneksel ve çağdaş kullanımları ile ilgili okumalar verilmiş ve tartışmalar yapılmıştır. Öğrencilerden seçecekleri bir taş türü hakkında bir sunum posterini hazırlamaları istenmiştir. Dönem boyunca konuk mimar ve uzman konuşmacılar, doğal taşın mimaride kullanımı hakkında sunumlar gerçekleştirmiştir. Bu dersin son haftalarında öğrenciler, çağdaş bir mimari dil ve yapı malzemesi olarak taş kullanarak 150-250 metrekare arasında kalan bir konut projesi tasarlamıştır.

Oluşturulan tüm bu program ve içerik sayesinde öğrencilerin doğal taşı sonraki öğrenci projelerinde ve profesyonel meslek hayatlarında tercih ederek kullanabilecekleri ve artık detaylı özelliklerine hâkim oldukları bir malzeme olacağı için tercih etmekten kaçınmayacakları öngörülmektedir. Taşın birçok yapı malzemesine alternatif olarak kullanılabilmesi senaryoları ders içeriğinde gözlemlene şansı bulan öğrenciler, doğal bir malzeme seçerek hem kendiliğinden organik bir doku yakalayabilecek, hem de yer ile ilişki kurmakta bir araca daha sahip olacaktır. Taşın doğası gereği her katmanı birbirinden farklı ve benzersizdir. Mimari projeye özgünlük katacak önemli görsel kriterlerden birini malzeme seçimi ile sağlamak mümkün olacaktır. Örneğin taş kullanılarak inşa edilecek bir yapının cephe tasarımı, bu doğal malzeme sayesinde çok daha çeşitli ve benzersiz varyasyonlar oluşturacak şekilde gerçekleştirilebilir. Disiplinlerarası bu lisans seçmeli ders modeli aracılığıyla mimarlık öğrencileri ile doğal taş arasında üniversite yıllarında bir bağ kurulması ve meslek hayatlarında da bu bağın gelişerek devam etmesi hedeflenmiştir.

Not: Kaynak belirtilmeyen tüm fotoğraflar, yazarın kişisel arşivindedir.

5. Kaynakça

- Aran, K. (2000). *Barınaktan Öte. Anadolu Kır Yapıları*. Ankara: Tepe Mimarlık Kültür Merkezi Yayınları.
- Aşanlı, M. (2016). *Geleneksel Yapı Teknikleri: Doğal ve Ekolojik Yapı Rehberi*. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Bektaş, C. (1996). *Halk Yapı Sanatından Bir Örnek Bodrum Anadolu Evleri Dizisi - I*. İstanbul: Bileşim Yayınevi.
- Çakır, O. (2016). Akustik Konut: Barbaros Evi. *Ege Mimarlık*, 26(93), 42–47.
- Ching, F. D. K. (2020). *Building Construction Illustrated*. New Jersey: Wiley.
- Dal, M. (2011). Mimarının En Soylu Yapı Malzemesi: Doğal Taş. *Mimarlıkta Malzeme*, (19), 90–95.
- Dal, M. (2020). *Geleneksel ve Çağdaş Mimari Yapılar Üzerine Akademik Çalışmalar*. İstanbul: İksad Publishing House.
- Dal, M., & Gültekin, A. H. (2008). Mimaride Doğal Taş Seçim Parametreleri. 4. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, 81–93. İstanbul.
- Frampton, K. (1983). Towards a critical regionalism. *The Anti-Aesthetic*, pp. 16–30.

Giamarelos, S. (2014). The Art of Building Reception: Aris Konstantinidis behind the Global Published Life of his Weekend House in Anavyssos (1962–2014). *Architectural Histories*, 2(1), 1–19.

Karakuş, G. (2014). *Çağdaş Türk Mimarisinde Doğal Taş*. İMİB İstanbul Maden İhracatçıları Birliği.

Karayel, L. (2019). *Gökçeada Geleneksel Konut Mimarisi ve Sürdürülebilirliği*. İstanbul: Mimarlık Vakfı.

Krüger, K. (2022). *Doğal Taş Cepheler: Planlama İlkeleri - Projeler ve Yapılar*. İstanbul: Stoneline.

Minguet, J. D. (2017). *Stone Houses: Best in Ecology*. Barcelona: Monsa Publications.

Mukherjee, S. (2012). Applied Mineralogy: Applications in Industry and Environment. In *Applied Mineralogy in the Mining Industry*. Springer.

Öcal, A. D., & Dal, M. (2012). *Doğal Taşlardaki Bozunmalar*. İstanbul: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi.

Pereira, L., Catarino, L., & Dino, G. A. (2019). Natural Stone and Architectural Heritage. In *Natural Stone and Architectural Heritage*.

Schulz, A., & Schulz, B. (2020). *Manual of Natural Stone: Modern usage of classic building material*. Munich: Detail Business Information GmbH.

Siegesmund, S., & Snethlage, R. (2014). *Stone in Architecture* (S. Siegesmund & R. Snethlage, Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Sousa Camposinhos, R. de. (2014). Stone Cladding Engineering. In *Modern Construction Envelopes*. Dordrecht: Springer Netherlands.

Tarback, E. J., & Lutgens, K. L. (2019). *Earth Science*. Pearson.

Taş, B. (2016). *Türkiye'nin kırsal yerleşmeleri*. İstanbul: Yeditepe Yayınevi.

Vivian, J. (1976). *Building Stone Walls*. Storey Publishing.

Winkler, E. M. (1997). *Stone in Architecture*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Yardımlı, S., & Dal, M. (2021). Mimari Yapılarda Taşıyıcı ve Kaplama-Tamamlama Elemanı olarak Doğal Taş Malzeme. In *Mimarlık Bilimleri ve Teknolojisi* (pp. 27–63). Livre de Lyon Yayınevi.

Yüzer, E., Güngör, Y., & Aydoğan, S. (2016). *Doğal Taşın Öyküsü*. İstanbul: Kare Tasarım.

BÖLÜM II

MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE DOĞAL TAŞ SEÇİMİ İÇİN BİR YÖNTEM ÖNERİSİ

A Method Proposal for the Selection of Natural Stone in the Architectural Design Process

Zeynep Sena KARKAŞ¹ & Seden ACUN ÖZGÜNLER²

¹ (Doktora Öğr.), İstanbul Teknik Üniversitesi,
E-mail: karkas17@itu.edu.tr
ORCID: 0000-0003-1811-5327

² (Prof.Dr.), İstanbul Teknik Üniversitesi,
E-mail: acuned@itu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5975-5115

1. Giriş

Doğal taşlar, insanların yapılarını inşa etmek için kullandıkları en eski yapı malzemelerinden biridir. Tarihi yapıların ve anıtların inşasında genellikle buldukları bölgelerin yerel malzemesi olan doğal taşlar kullanılmıştır. Bu kullanımın en temel nedenleri, doğal taşların çıkarıldıkları bölgenin hava koşullarına ve iklimine uyum sağlamaları, sürdürülebilir ve ekolojik olması ve yapı alanlarına doğal taş kaynaklarından malzeme taşınmasının kolay olmasıdır.

Doğal taşlar, yapı malzemesi olarak tarihi yapılarda temellerde, duvarlarda, yatay (lento vb.) veya düşey (ayak, sütun vb.) taşıyıcı elemanlarda, mezar taşlarında, iç ve dış mekân döşemelerinde, avlularda, denizliklerde, merdivenlerde, silmelerde, şebekelerde, eşiklerde, kubbelerde, kemerlerde, tonozlarda, vb. birçok yerde farklı tür ve işlevlerde kullanılmıştır (Yardımlı & Dal, 2021).

Bununla birlikte, yapıların büyüklüklerine bağlı olarak kullanılan doğal taş miktarının artması, yoğun taş işleme tekniklerinin uygulanmasına ve yüksek

maliyete neden olmuştur. Bu durum, geçmişte doğal taş kullanımını ayrıcalıklı kılmıştır. Tarihi yapılarda masif taşıyıcı yığma taş yapılarda diğer bir sorun ise, binaların yüksekliği arttıkça tabanda gereken kütlenin artmasıdır (ASTM 1528, 2020). Yapılarda tabanda kullanılabilir alanın azalması, duvarların kalınlaşması, pencere ve kapılar için açıklıkların boyutunun ve miktarının azalması zaman içinde sorun haline gelmeye başlamıştır (Chacon, 1999).

Endüstri Devrimi ile 19. yüzyılın ikinci döneminde, daha hafif bir dış kaplama ile birlikte cepheyi destekleyen demir ve çelik yapısal çerçeveler kullanılmaya başlanmıştır. Böylece, çeşitli metaller, tuğla, pişmiş toprak, cam ve duvar sistemleri kullanılarak çok malzemeli giydirme cephe sistemleri geliştirilmiştir. Uluslararası hareketin üretkenliği ile geliştirilen bu yeni cephe sistemlerinin, mimarların tasarımlarında kullanılmasıyla doğal taş malzemelere olan ilgi azalmıştır. Ancak günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte taş endüstrisi önemli ölçüde değişmiştir.

Taş üreticileri, yeni blok çıkarma yöntemleri geliştirmişlerdir ve imalatçılar, taşı hassas ve en önemlisi daha ince boyutlarda işlemek için daha verimli ekipmanlar icat etmişlerdir. Taş üreticileri, daha düşük malzeme ve nakliye maliyetlerinden kaynaklanan ince boyutlu taşın, artan pazar potansiyelini fark etmiş olup geliştirilmiş doğal taş dağıtım sistemleri sayesinde, bir zamanlar lüks olarak kabul edilen doğal taş malzeme, tasarımlarda artık daha rahat kullanılmaya başlanmıştır (Chacon, 1999).

Bu çalışmada, ilk olarak, geçmişten günümüze yapılarda en çok kullanılan doğal taşların mimaride kullanım yerlerinden bahsedilmiş olup bu doğal taşlarda standartlar doğrultusunda bulunması gereken özellikler belirtilmiştir. Daha sonra, mimaride doğal taşların seçim kriterleri, standartların belirttiği şekilde ele alınmış olup dış ve iç mekânda doğal taşların kullanımına yönelik özel hususlara değinilmiştir. Son olarak tüm bu bilgiler doğrultusunda mimari tasarım sürecinde doğal taş seçimi için bir yöntem önerilmiştir.

2. Mimaride Kullanılan Doğal Taşların Kullanım Yerleri

Ülkemizde geçmişten günümüze yapılarda en çok kullanılan doğal taşlar, granit, bazalt, mermer, kireçtaşı, kumtaşı, kuvarsit, traverten, volkanik tüf ve arduvaz olmuştur.

Tablo 1. Ülkemizde Tarihi Yapılarda Farklı Dönemlerde Yoğun Olarak Kullanılan Taş Türleri (Karahan, 2018)

DÖNEM	DOĞAL TAŞ TÜRLERİ
(MÖ 810- 730) Urartular Dönemi	Volkanik Tüf
(MÖ 1650-1200) Hititler Dönemi	Bazalt, Mermer
(MÖ 330-30) Helenistik Dönem	Mermer
(MÖ 27- MS 476) Roma İmparatorluğu (MS 395- 1453) Bizans Dönemi	Bazalt, Mermer, Kireçtaşı, Traverten, Volkanik Tüf
(MÖ 162- MS 72) Kommagene Krallığı Dönemi	Kireçtaşı
(1077- 1308) Anadolu Selçuklu Dönemi	Mermer, Volkanik Tüf, Kireçtaşı, Bazalt
(1299- 1922) Osmanlı Dönemi	Traverten, Mermer, Kireçtaşı, Serpantin, Granit
(1923 sonrası) Cumhuriyet Dönemi	Ankara Andeziti, Traverten, Mermer, Serpantin, Kireçtaşı

Tablo 1’de ülkemizde tarihi yapılarda farklı dönemlerde kullanılan doğal taş türleri belirtilmiş olup bu doğal taşların tercih edilmesine neden olan özellikleri ve yapılarda kullanım yerleri Tablo 2’de açıklanmıştır.

3. Mimaride Doğal Taş Seçimi

Doğal taşları kullanarak bina tasarlamak, ahşap veya betonarme yapı tasarlamaktan daha karmaşıktır. Çünkü, her tasarım için tam olarak aynı özellikleri sergileyen standart bir taş çeşidi yoktur. Her taş türü, tüm uygulamalara uygun değildir. Ticari isimlendirme kriterleri BS EN 12440 standardında belirlenen doğal taşların, belirgin şekilde farklı özellikler sergileyen sonsuz sayıda türü vardır. Tüm bu nedenlerden dolayı tasarım sürecinde, kullanım yerine göre yapı elemanlarında hangi doğal taşın tercih edilmesi gerektiği ve doğal taşların hangi özelliklere sahip olması gerektiği sıklıkla sorgulanmaktadır.

İlk olarak tasarım sürecinde, her bir yapı bileşeninin teknik, estetik, fonksiyonel (işlevsel), dayanım, dayanıklılık, ekonomik ve ekolojik açıdan hangi parametreleri yani gereksinimleri karşılaması gerektiği tanımlanmalıdır. Tanımlanan bu kriterler doğrultusunda mümkün olan en iyi kombinasyonda tüm gereksinimleri karşılayan uygun taş türleri aranmalıdır.

Tablo 2. Doğal Taşların Mimaride Kullanım Yerleri ve Özellikleri (Sayar&Erguvanlı,1955; Chacon,1999; Çorapçoğlu,1992)

Doğal Taş Türü	Doğal Taşların Mimaride Tercih Edilmesine Neden Olan Özellikleri	Doğal Taşların Mimaride Kullanım Yerleri
Granit	İyi cila tutarlar, iç yapıları sağlamdır, basınç ve aşınma dayanımları yüksektir.	İç ve dış mekân duvar kaplamalarında, yer döşemelerinde, kaldırım, bordür ve parke taşı olarak peyzaj düzenlemelerinde, sütunlarda, mutfak ve banyolarda, merdiven basamaklarında ve şöminelerde kullanılmaktadır.
Bazalt	Aşınmaya karşı yüksek dayanıma sahiptirler. Prizmatik kolonlara ayrılarak tekdüze ve tutarlı bir görünüme sahip oldukları için blok boyutları sınırlıdır. Bu nedenle, çoğu bazalt taşınmıncil kullanımı peyzaj ortamındadır.	Özellikle kaldırım, meydan, yol ve merdiven basamaklarında kullanılmakta olup dış cephe ve iç cephede kaplama sistemlerinde de az da olsa tercih edilmektedir.
Mermer	Kalsit minerallerinin tane büyüklüğüne göre mermerlerin, dış etkilere karşı dayanımları ve statik mukavemetleri artar. Homojen bir yapıya sahiptirler, iyi cila tutarlar ve fazla sert olmayıp kolay işlenirler.	Dekoratif amaçlarla, çeşitli zemin ve dış cephe kaplamalarında, heykel ve aynat yapımında, süs eşyası yapımında yaygın şekilde kullanılmaktadır.
Kireçtaşı	Kolayca temin edilebildiği ve işlenmesi kolay olduğu için sıklıkla mimaride kullanılırlar. Bununla birlikte, daha az yoğun ve açık gözenekliliğe sahip kireçtaşları, döşeme ve dış duvarlar için uygun değildir.	Yapı taşı olarak masif kesme taş veya kaplama şeklinde temel ve duvarlarda, peyzaj düzenlemelerinde ve kaldırım taşlarında, kırma taş agrega üretiminde, çimento hammaddesi olarak endüstride kullanılmaktadır.
Kumtaşı	Yapısındaki kuvars mineralleri sayesinde aside karşı oldukça dayanıklıdır.	Zemin ve dış cephe kaplamasında, şömine yapımında kullanılmaktadır. İç ve dış cephe kaplamalarında tercih edildiğinde basınca dayanması için daha kalın kesitli kumtaşı kullanımı tercih edilmektedir.
Kuvarsit	Yapısındaki kuvars ve silika bileşimleri sayesinde asilere karşı dayanıklı olup aşınma dayanımı yüksektir.	Yüksek yoğunluklu trafik bölgelerinde tercih edilir. Balast taşı, inşaat taşı ve kaplama taşı olarak kullanılmaktadır.
Traverten	Birçoğu, yapı sistemlerinde uygulama için dikkate alınacak kadar sert ve yoğundur; ancak her bir traverten türü, özelliklerindeki değişiklik nedeniyle bağımsız olarak gözden geçirilmelidir.	İç ve dış duvar kaplaması, iç ve dış zemin kaplaması, heykel ve bordür taşı olarak kullanılmaktadır.
Vulkanik Tuf	Ocaklardan büyük bloklar şeklinde çıkarılabilirler, hafifler ve işlenebilirlikleri kolaydır. Ancak, porozitesi yüksek ve düşük dayanımlıdır.	Tarihi yapıların duvarlarında, temellerinde kullanılmış olup günümüzde daha çok çimento üretiminde, peyzaj düzenlemelerinde kullanılmaktadır.
Arduvaz	Yapraklanma olarak adlandırılan karakteristik bir dokuya sahiptir. Atmosferik şartlara dayanıklıdır ve aşınma dayanımı yüksektir. Bununla birlikte, birçok arduvaz türü yumuşak olduğu için yüksek trafikli zemin uygulamaları için uygun değildir.	Zemin döşemelerinde, bordür ve parke taşları olarak kaldırım ve yollarda, çatı kaplamasında, eşiklerde, süpürgeliklerde ve ince kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Bu bölümde, mimaride doğal taş seçim kriterleri, doğal taş seçiminde kullanılan standartlar ve dış ve iç mekânda taş seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir. Daha sonra, tüm bu başlıklar doğrultusunda doğal taş seçiminde kullanılabilecek bir yöntem önerisi geliştirilmiştir.

3.1. Mimaride Doğal Taş Seçim Kriterleri

Mimaride doğal taş malzemenin değeri, değişen potansiyel kullanımlarının derecelerine katkıda bulunan bir dizi seçim kriterine bağlıdır (Marmo & Bradley, 1998). Tasarım sürecinde mimaride doğal taş seçimini doğrudan etkileyen bu kriterler; estetik özellikler, teknik özellikler, bulunabilirlik özellikleri, maliyet özellikleridir (Şekil 1).

3.1.1. Estetik Özellikler

Doğal taşlar, geçmişte daha çok yapısal özellikleri nedeniyle tercih edilmiş olsa da günümüzde tasarımda genellikle tercih edilmelerinin en önemli sebeplerinden biri doğal taşların estetik özellikleridir (Schulz & Schulz, 2020). Aslında, taş endüstrisi, tasarımcıların değişen zevklerine bağlı olduğu ölçüde doğal taşın çok çeşitli olmasının getirdiği estetik çeşitliliğinin değerine de bağlıdır. Temelde doğal taşların estetik özellikleri; taşların renk, doku, desen ve tanecik yapısı ile belirlenmektedir.

Renk: Bir malzemenin rengi, tasarım kararlarını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Doğal taşların renklerini bileşimlerindeki minerallerin oranları belirlemektedir. Doğal taşın renginin nedeninin anlaşılması, farklı türdeki doğal taşlar arasında seçim yaparken malzemenin kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek sorunları önceden anlamak ve önlemek için gereklidir (Marmo & Bradley, 1998).

Doğal taşlara rengini veren mineraller çeşitlidir. Örneğin, hemen hemen tüm kayalarda kırmızı, doğada çok yaygın bir demir oksit olan hematitin yüksek konsantrasyondaki mikroskobik kristallerinden kaynaklanır. Düşük konsantrasyonlarda kayaya pembe bir renk verir. Siyah granit rengini piroksen ve mafik minerallerinden, mermerler gri rengini oksijensiz kimyasal dönüşümlerden türetilen bir demir sülfür olan piritin mineralinden alırken tüm taşlarda sarı renk limonit mineralinden gelir (Marmo & Bradley, 1998). Renk her bir taşın kendine özgü bir özelliği olmasına rağmen, birçok durumda, levhaların kesme yönüne göre değişebilir. Bu durum, taşa rengini veren minerallerin, taşın içinde homojen bir şekilde dağılmayıp genellikle taşın kendi dokusunu takip etmesi nedeniyle olmaktadır (Çorapçıoğlu, 1992).

<u>ESTETİK ÖZELLİKLER</u> → Renk, Doku, Tane yapısı
<u>TEKNİK ÖZELLİKLER</u>
• Karakterizasyon Testleri → Kimyasal ve petrografik analizler Fiziksel özellikler Mekanik özellikler
• Kullanım Performansını Belirleyen Deneyler → Ankraj saplama deliğinde kırılma yükünün tayini Kayma dayanımı Kopma enerjisi Lekelenme ve paslanmaya karşı duyarlılık
• Dayanıklılık (Durabilite) Testleri → Aşınmaya karşı dayanım Dona karşı dayanıklılık Kükürtdioksit yıpranmasına karşı dayanıklılık Termal şok etkisiyle yıpranmaya karşı dayanıklılık
<u>BULUNABİLİRLİK</u> → Kalite, Miktar, Blok ölçüleri (hacim,şekil), Tedarik süresi
<u>MALİYET ÖZELLİKLERİ</u>

Şekil 1. Mimaride Doğal Taş Kullanımını Belirleyen Seçim Kriterleri

Doku: Doğal taşların dokusu ve deseni, doğal taşlardaki jeolojik oluşumlarda oluşan mineraller (magmatik kayalarda ve hemen hemen tüm metamorfik kayalarda olduğu gibi) veya litik parçalar gibi (birçok tortul kayaçta olduğu gibi) bileşenlerin uzamsal yönelimi tarafından oluşturulur (Marmo & Bradley, 1998).

Doğal taşlarda kesme yönü, özellikle hassas yataklanma düzlemine sahip taşlar söz konusu olduğunda, taşların estetik görünümünü önemli ölçüde etkiler. Aynı taş bloktan, su yoluna yani yataklanma düzlemine dik kesilirse (vein cut) damarlı desenler, su yoluna yani yataklanma düzlemine paralel kesilirse (fleuri/cross cut) çapraz desenler oluşur (Schulz & Schulz, 2020). Doğal taşın yataklanma düzleminde damarlar ne kadar çeşitliyse desen o kadar düzensiz olur (Marmo & Bradley, 1998).

Tane Yapısı: Doğal taşı oluşturan kristalin veya litik parçaların boyutuna denir. Tane yapısı ve boyutu, kaya bileşenlerinde hem rengin derinliğini hem de desenin güzelliğini etkileyebilir. Örneğin, granitin ince taneli çeşitleri daha koyu bir renge sahip iken; iri taneli mermer çeşitlerinde damarlar ince taneli çeşitlere göre çok daha az belirgindir (Marmo & Bradley, 1998). Ayrıca, bir malzemenin fiziksel, mekanik özellikleri ve olası kullanımları açısından da

tane boyutu önemlidir. Örneğin, ince taneli mermer çeşitleri, genellikle kaba taneli mermerlere göre çok daha fazla basınç dayanımına ve sertliğe sahiptir. Bu nedenle, işlenmeleri daha zordur, ancak daha geniş bir ürün yelpazesine dönüştürülebilirler ve böylece, daha geniş bir kullanım alanına sahip olurlar. Öte yandan bazı iri taneli mermer çeşitleri, döşeme ve keskin kenarlı tasarım elemanları için kullanıldığında kolayca zarar görebilirler (Çorapçioğlu, 1992).

3.1.2. Teknik Özellikler

Doğal taşların, mimari tasarımda kullanım performanslarını değerlendirmek ve hizmet ömrünü yaklaşık olarak belirleyebilmek için doğal taşlar test edilmelidir (Schulz & Schulz, 2020). Bu testler, uluslararası standarda göre karakterizasyon testleri, kullanım performansını belirleyen testler ve dayanıklılık (durabilite) testleri olarak gruplandırılmaktadır (PD CEN/TR 17024, 2017). Bu testlerin genel amacı, taşın özelliklerini, kullanımdaki performansını ve dayanıklılığını ölçen bir değer oluşturmaktır (Schulz & Schulz, 2020). Bu amaçla, doğal taşların ticari, performans, kalite, kullanım gibi değerlerini belirlemek için laboratuvar testleri uluslararası standartlar doğrultusunda yapılmaktadır (The MIA+BSI, 2016). Ayrıca, yapı malzemesi olarak ticareti yapılan doğal taşların teknik özellikleri, standartlarda belirtilen test sonuçlarını içeren sertifikalar ile doğrulanmalıdır. Yalnızca taş özelliklerinin tutarlı kalmasını sağlamak için periyodik olarak yenilenmesi gereken test sonuçlarını içeren bu sertifikalar, taşın teknik performansı hakkında güvenilir bilgi sağlar (Schulz & Schulz, 2020).

Avrupa’da doğal taş malzemelerin üzerinde gerekli olan CE (Conformity of Europe) işareti (CE sertifikası) ile doğal taşın teknik özelliklerine ilişkin bilgiler verilmektedir. Bu sertifikada, Avrupa Standartları (BS EN) ile belirlenen doğal taşların minimum performans kriterlerini karşılaması beklenir ve tasarımda seçilen taşların teknik özelliklerinin amaçlanan kullanım için gerçekten yeterli olup olmadığı hakkında ön fikir verir (SFGB, 2011).

Fair Stone olarak adlandırılan diğer sertifika ise, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerden çıkarılan ve ithalatı yapılan doğal taş malzemelere öncelik vermekte olup sosyal ve çevresel anlamda gereken standardı yakalamaya çalışan uluslararası bir sertifikadır. Bu sertifika, günümüzde Çin, Vietnam ve Türkiye’de aktif olarak kullanılmakta olup Hindistan ve Brezilya’da temsilcileri bulunmaktadır. Bu sertifikanın işaretini taşıyan doğal taş ürünler, Uluslararası Çalışma Örgütü’nün temel çalışma standartlarına uygunluk (çocuk ve zorla

çalıştırma hariç), işçilerin güvenlik ve sağlığının dikkate alınması, ürün tedarik sürecinin fabrikaya kadar izlenebilirliği, çevre koruma önlemlerine gösterilen özen kriterlerini sağlamaktadır (URL 2, 2023).

3.1.2.1. Karakterizasyon Testleri

Doğal taşların bitmiş bir ürüne dönüştürülmesinden ve uygulanacağı ortamdan bağımsız olarak, malzemenin kendine özgü özelliklerini belirlemeyi sağlar (PD CEN/TR 17024, 2017). Teknik açıdan, bir taş malzemenin olası kullanımı, doğal taşın petrografik yapısına, mineral ve kimyasal bileşimine ve fiziksel, mekanik özelliklerine bağlıdır. Bu özellikler, bir malzeme seçerken ve olası kullanımlarını belirlerken incelenmesi gereken ticari doğal taş türünün teknik özelliklerini oluşturur. Bu özellikler arasında bir ilişki olmasına rağmen, her bir teknik özellik, her bir doğal taş malzemenin olası kullanımlarına kendi parametreleri ile katkıda bulunur. Bu özelliklerin bireysel önemleri; çevresel etkiler, montaj yöntemleri, bitmiş ürünün türü, gerekli performans vb. gibi çeşitli tasarım değişkenlerine bağlıdır (Marmo & Bradley, 1998). Bu nedenle, bir tasarımcı, tasarım sürecinde yapıda kullanmayı düşündüğü doğal taşın, teknik özelliklerinin tümünü araştırmalı ve doğal taş seçimini tasarım süreci boyunca sorgulamalıdır (The MIA+BSI, 2016).

Kimyasal-Petrografik Analizler: Taşın davranışı, taşı oluşturan mineral veya minerallerin davranışı ile doğrudan ilişkilidir. Taşta bulunan yaygın minerallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi bilgileri bilmek, taşın davranışını anlamada fayda sağlar (The MIA+BSI,2016). Petrografi, bir kayayı oluşturan minerallerin özelliklerini, kökenlerini ve bunların kayaç yapısındaki oranlarını tanımlar. Uygulamada, belirli koşullarda (güneşten gelen UV ışınları, atmosferik kirleticilere maruz kalma vb.) kullanıldığında ayrışma problemlerini (renk farklılıkları, mekanik direncin azalması vb.) anlamak ve bunlardan kaçınmak için her şeyden önce bir kayanın petrografisini bilmek önemlidir (Marmo & Bradley, 1998; The MIA+BSI, 2016; BS EN 12407, 2019).

Normalde, petrografik analiz, mineral- kimyasal analizlerle birlikte değerlendirilmelidir. Petrografik analiz, doğal taş malzemenin ince kesit analizi ile mikroskobik incelemesini içerir. Bir doğal taş çeşidinin mineral bileşimi, belirli fiziksel-mekanik özelliklerinin yanı sıra işlenebilirliği hakkında önemli bilgiler sağlar. Ayrıca kimyasal analiz ile doğal taşı oluşturan kimyasal elementlerin şekli ve yüzdelerini tanımlanır (Marmo & Bradley, 1998). Kimyasal analizler, XRF (x-ışınları floresans), XRD (x-ışını kırınımı) yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. Ek olarak, doğal taşların geçirgenlik ve gözeneklilik

gibi özelliklerini oluşturan etkenleri mikro ölçekte anlayabilmek için SEM ile birlikte EDS (Enerji Dağılımlı X-ışınları Mikro analiz Spektrometresi) kullanılmaktadır (Dal & Gültekin, 2008). Tablo 3'te doğal taşların teknik petrografik tanımlarının yapılmasına yönelik yöntemleri kapsayan standartların kısa açıklamaları gösterilmiştir.

Tablo 3. Standartlara Göre Doğal Taşların Petrografik Analizi

Standartın Kodu	Test Çeşidi	Standartın Kapsamı ve Yöntemi
BS EN 12407:2019	Kimyasal-Petrografik Analizler	<ul style="list-style-type: none"> • İlk önce numunenin makroskobik bir tanımı yapılır. Makroskobik açıklama, bir el merceği veya bir stereoskopik mikroskop tarafından desteklenen görsel bir incelemeyi içerebilir. Daha sonra numuneden hazırlanan bir veya daha fazla ince kesit veya parlak kesit, numunenin mikroskobik bir tanımını ve modal analizini (mineral fazların hacim oranları) vermek için optik polarize ışık mikroskobu kullanılarak incelenir.
BS EN 12326-2 (sadece çatılar için)		

Fiziksel Özellikler: Doğal taşın kullanılabilmesi için, belirli işlenebilirlik ve dayanıklılık özelliklerinden sorumlu olan bir dizi fiziksel-mekanik özelliğe sahip olması gerekir (Marmo & Bradley, 1998). Fiziksel özelliklere ilişkin uluslararası standartlara göre laboratuvar ortamındaki yapılması gereken testler, görünür yoğunluk, sertlik, açık gözeneklilik, atmosferik basınç altında daldırma yoluyla su emilimi, kılcallık yoluyla su emilimi ve termal genleşme katsayısı özellikleridir (PD CEN/TR 17024, 2017). Tablo 4'te doğal taşların fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar ve özelliklerin açıklamaları gösterilmiştir.

Mekanik Özellikler: Doğal taşların kullanıldıkları yere göre yük altında gösterdikleri dayanım, mekanik özellikleri ile belirlenir. Basınç ve eğilme dayanımı, ultrasonik ses darbe hızı ve dinamik elastisite modülü doğal taşlarda aranan mekanik özelliklerdir (PD CEN/TR 17024, 2017). Tablo 5'te doğal taşların mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar ve özelliklerin açıklamaları gösterilmiştir.

3.1.2.2. Kullanım Performansını Belirleyen Deneyler

Bu deneyler, tasarıma göre doğal taş yapıda uygulandıktan sonraki bitmiş ürünün performansının değerlendirilmesine olanak tanır. Bu nedenle, bu deneyler ile, doğal taş malzemeye uygulanan gerilmeler, gerçek maruz kalma

koşullarında (gerçek boyutlar ve yüzey durumu) yeniden oluşturulmalıdır (PD CEN/TR 17024, 2017). Doğal taşlar, kullanım sırasındaki gösterdikleri performans özellikleriyle hizmet ömürlerini belirlerler. Kullanım performansını belirleyen deneyler, ankraj saplama deliğinde kırılma yükü tayini, kayma dayanımı, kopma enerjisi ve lekelenme ve paslanmaya karşı duyarlılık testleridir. Tablo 6’da doğal taşların kullanım performanslarının belirlenmesinde kullanılan standartlar ve test yöntemleri belirtilmiştir.

Tablo 4. Doğal Taşların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Standartlar ve Test Yöntemleri

Standartın Kodu	Test Çeşidi	Standartın Kapsamı, Prensipleri ve Yöntemi
BS EN 1936:2006	Görünür Yoğunluk	<ul style="list-style-type: none"> Doğal taş malzemenin kompaktlık (yoğunluk) derecesi hakkında bilgi verir ve belirli bir hacim için kütlenin değerlendirilmesini mümkün kılar (BS EN 1936, 2006).
BS EN 1936:2006	Açık Gözeneklilik	<ul style="list-style-type: none"> Neredeyse sıfırdan (örneğin çok kompakt granitler için), %50'ye yakın değerlere (çok yumuşak kireçtaşları için) kadar değişir. Genel olarak, daha yüksek yoğunluklu bir taş muhtemelen daha sert, daha az gözenekli ve daha güçlüdür, ancak bu her zaman böyle değildir (The MIA+BSI, 2016). Açık gözeneklilik, taşıdaki birbirine bağlı ve dolayısıyla suya erişilebilen boşlukların (gözeneklerin) oranı ile belirlenir. Doğal taş malzemenin kompaktlığı ve dolayısıyla dolaylı olarak mekanik direnci hakkında bilgi sağlar. Ayrıca, doğal taşın bünyesinde sıvı tutma kapasitesi (su emme özelliği) hakkında faydalı bilgiler sağlar (Marmo & Bradley, 1998).
TS 6809:1989	Sertlik	<ul style="list-style-type: none"> Doğal taş malzemenin çizilmelere (Mohs sertliği) dayanma kabiliyetine ve malzemenin çeşitli kristal bileşenlerinin konsantrasyonlarına (Knoop mikro sertliği) karşı direncine ilişkin göstergeler sağlar.
ASTM C97/C97M-18	Su Emme	<ul style="list-style-type: none"> Bu test, arduvaz hariç tüm doğal taş türlerinin emilimini belirlemeye yönelik testleri kapsar. Taşlarda su emilimi kılcallık yoluyla veya atmosferik basınç altında daldırma yoluyla olmak üzere iki farklı yolla belirlenir.
BS EN 13755:2008	Atmosferik basınç altında daldırma yoluyla su emilimi	<ul style="list-style-type: none"> Sabit bir kütleye kadar kurutulan her numune tartılır ve belirli bir süre için atmosferik basınçta suya daldırılır. Doymuş numunenin kütlesinin (sabit kütlerde elde edilen) kuru numunenin kütlesine oranı ile yüzde olarak ifade edilen değerdir.
BS EN 1925:1999	Kılcallık yoluyla su emilimi	<ul style="list-style-type: none"> Bu özellik, doğal taşın sadece bir tarafının 3 mm su ile temas halindeyken emebileceği su miktarını yansıtır. Kılcal katsayı C_g ($m^2 \cdot s^{1/2}$) ile ifade edilir. Zamanın bir anında emilen su miktarı grafik çizilerek belirlenir.
BS EN 14581:2004	Termal genleşme katsayısı	<ul style="list-style-type: none"> Doğal taş malzeme yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında genleşmektedir. Numuneler, kurutulup fırında sıcaklıkların 20°C ve 80°C'de stabilize edilir. Bu iki sıcaklık arasındaki boyutsal değişimler, mekanik bir ölçüm cihazı veya gerilim ölçer kullanılarak belirlenir. Termal genleşme katsayısı daha sonra buradan hesaplanır.

Tablo 5. Doğal Taşların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Standartlar ve Test Yöntemleri

Standartın Kodu	Test Çeşidi	Standartın Kapsamı, Prensipleri ve Yöntemi
BS EN 1926:2006 ASTM C170/C170M:17	Basınç Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> Malzemenin yüklerle dayanma kapasitesini belirler. Numunelerin her yüzü tamamen düz olmalı ve birbirine paralel veya dik olmalıdır. Yüzler, honlanmalı veya parlatılmalıdır. Numunelerdeki herhangi bir kusur, daha dışılık bir basınç dayanımına neden olabilir. Numuneler bir test presinin merdanesinin ortasına yerleştirilir. Düzgün dağılmış bir yük uygulanır ve kırılma noktasına kadar sürekli olarak artırılır. Basınç dayanımı, numunenin kopma yükü ile kesit alanı arasındaki orandır.
BS EN 12372:2022 ASTM C880/C880M-18e1	Eğilme Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> Bir yapıdaki bir taşın bükülmesinde kabul edilebilir gerilme seviyesinin belirlenmesidir. Taş numuneler, iki destek silindiri üzerine yerleştirilir ve üstten aşağı kopana kadar merkezlerinde kademelı bir yüke (0,25 MPa/s) tabi tutulur. Doğal taş malzemenin, donma-çözümüne döngülerinden sonraki (-10°C'den + 35°C'ye) eğilme dayanımı önceki durumuna göre %10' dan fazla azalmamalıdır.
BS EN 14579:2004	Ultrasonik ses darbe hızı dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> Doğal bir taşta sesin yayılma hızı, malzemenin yoğunluğuna bağlı olduğu kadar su içeriğine, mineralojisine, çatlama durumuna, belirli tuzların varlığına vb. bağlıdır. Bu nedenle, hassas bir ölçüm meselesidir. Bu anlamda, yalnızca tüm parametreler biliniyorsa ve kontrol ediliyorsa yapılmalıdır (Schulz & Schulz, 2020). Özellikle yük taşıyan dış mekanlardaki doğal taşlarda, ses darbe hızı değerinin $V_p > 5000$ m/s olması önerilir.
BS EN 14146:2004	Statik ve dinamik elastisite modülü	<ul style="list-style-type: none"> Doğal taşta uygulanan yüke bağlı olarak, malzeme içinde oluşan mekanik gerilmeye dayanma kapasitesi olarak tanımlanır. Bir yüklenme testi sırasında deformasyon ölçümleriyle (bu durumda statik modüldür) veya malzemenin titreşimli uyarımlara tepkisi ölçülerek hesaplanabilir. Bu durumda, esneklik modülü 'dinamik' olarak adlandırılır ve tabriatsız bir ölçüm olma avantajına sahip olan rezonans frekansına göre hesaplanır. Bu özellik, malzemenin eğilme kuvvetine dayanma kabiliyeti ile doğrudan ilişkilidir ve özellikle kaplamanın malzeme üzerindeki etkilerini değerlendiren önemlidir (Marmo & Bradley, 1998). Numunelere eğilme veya burulma titreşimleri uygulanır ve ardından ilgili temel rezonans frekansları belirlenir. Ve formül ile dinamik elastisite modülünün hesaplanır.

Ankraj Saplama Deliğinde Kırılma Yükü Tayini: Bu deney, binada dış cephe kaplaması için kullanılan doğal taşların, dübel deliğindeki kırılma yükünü belirlemek için kullanılır. Deneyde, dış cephe kaplaması olan numunenin bir kenarına açılan deliğe önceden yerleştirilmiş ve numunenin kırılma yükünü ölçen bir dübel aracılığıyla numunenin yüzeyine dik yönde bir kuvvet uygulanır ve numunenin kopma yükü ölçülür (BS EN 13364,2002) (Şekil 2).



Şekil 2. Ankraj Saplama Deliğinde Kırılma Yükü Testinin Yapılması ve Mekanik Olarak Sabitlenmiş Cephe Kaplaması (URL 3, 2023)

Uygulanan kuvvet, taşın çatlamasına neden olabilir. Bu kuvvet, doğal taşın kendine özgü yapısına bağlıdır, fakat aynı zamanda doğal taş plakasının kalınlığına ve dübelin plaka içindeki konumuna da bağlıdır. Bu kuvvete bağlı olarak, doğal taş plakaları ve ankraj sistemlerini (plaka başına ankraj sayısı ve konumları) boyutlandırmak mümkündür (URL 3,2023) (Tablo 6).

Kayma Dayanımı: Zemin kaplama malzemelerinin kayma dayanımı, kullanım güvenliği için temel bir özelliktir. Aşırı kaygan zeminlerde, trafikten veya ıslak alanların zemin döşemesinden veya merdivenden kaynaklanan kaymalara bağlı düşmeler önemli kazalara neden olabilmektedir. Kullanımdaki bir zeminin kayganlığı, yalnızca malzemelerin yüzeyinin başlangıçtaki özelliklerine (örneğin pürüzlülük) değil, aynı zamanda malzemenin yıpranma biçimine (aşınma, patina vb.) ve korunmasına da bağlıdır. Tablo 6’da açıklanan BS EN 14231:2003 kodlu standart, binalarda döşeme olarak kullanılması amaçlanan doğal taş malzemelerin açıkta kalan yüzeylerinin kayma dayanımı değerlerini belirlemek için bir deney yöntemi açıklar. Doğal taş plakalar için kayganlık, laboratuvarda SRT sarkaç yöntemi kullanılarak, test edilir (Şekil 3) (Tablo 6). BS EN 14231:2003 standardı, testin yalnızca yüzey pürüzlülüğü (BS EN 13373 standardına göre ölçülen) 1 mm’den az olan doğal taş plakalar üzerinde

yapılması gerektiğini belirtir. Aslında, 1 mm'den büyük bir pürüzlülüğün kaygan olmayan bir yüzeyi karakterize ettiği varsayılır. Ancak, dış döşeme için taş levhalarla ilgili BS EN 1341:2012 standardı, 35'ten büyük değerlerin güvenli kabul edilebileceğini belirtir.



Şekil 3. SRT Sarkaç Yöntemi (URL 3, 2023)

Kopma Enerjisi: Bu deney, doğal taş malzemenin çatlamadan veya kırılmadan önce dayanabileceği darbenin genliğini (ulaşabileceği maksimum enerji seviyesini) belirlemeyi sağlar. Yani, doğal taş malzemenin eğilme kuvvetine dayanma kapasitesini belirler. Kopma enerjisinin belirlenmesi, zemin kaplamaları, cephe kaplamaları (özellikle kuvvetli rüzgârlı alanlarda), parke-bordür taşı, çatılarda, raflarda, lentolarda veya merdiven gibi sert bir cismin etkisiyle enerji oluşup malzemede baskı oluşacak uygulamalar için önemlidir (Marmo & Bradley, 1998).

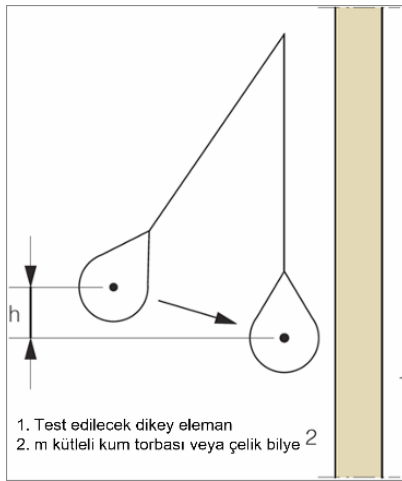
Zemin Kaplamaları: Doğal taş malzemenin sert bir cismin darbesine karşı dayanımı, taşın özelliklerine olduğu kadar montaj sistemine ve desteğine de bağlıdır. Bu nedenle, BS EN 14158:2004 standardında, sistemin tümüyle gerçek kullanım koşulları altında test edilmesi önerilir. Döşemeler söz konusu olduğunda, döşenen doğal taş plakaların (gerçek boyutlarında) dayanımını, gerçek tasarımda kullanılacak olan harç ve destekle test etmek bu nedenle yararlıdır. Bu aşamada, montaj sistemi dikkate alınmış olduğu için standart tarafından teknolojik test olarak adlandırılır (Tablo 6).



Şekil 4. Bir Darbe Testi Sırasında Desteğin Etkisi (Döşeme Harcı, Stabilize Kum Ve Desteksiz) (URL 3, 2023)

Şekil 4’te bir darbe testi sırasında farklı destekler üzerinde (sırasıyla döşeme harcı, stabilize kum ve desteksiz) test edilen aynı taştan levhalar görülmekte olup desteğin etkisi açıkça anlaşılmaktadır.

Cephe Kaplamaları: Bu deneyde, artan enerjiyle (60 ila 1200 Nm arasında değişen) düzeneğe 50 kg cam boncukla doldurulmuş 400 mm çapında bir torbanın atılmasından oluşan yumuşak cisim çarpma yöntemi kullanılmaktadır. Kırılmaya neden olan kopma enerjisi böylece bulunmaktadır (EOTA, 2003) (Şekil 5).



Şekil 5. Cephe Kaplamasında Kopma Enerjisi Deney Düzeneği (URL 3, 2023)

Paslanma ve Lekelenmeye Karşı Duyarlılık: Taşın belirli bileşenlerinin (muhtemelen döşeme ürünüyle) reaksiyonundan kaynaklanan iç lekelenme ile taşı potansiyel olarak lekeleyen bir ürünle temastan kaynaklanan kazara lekelenme şeklinde görülmektedir. Genel olarak iki ana iç lekelenme türü vardır. Bunlardan biri, bazı taşlarda bulunan metalik minerallerin (pirit, biyotit vb.) oksidasyonu sonucu oluşur. Bu minerallerin boyutuna bağlı olarak noktalar, ya kırmızimsı kahverengi (büyük mineraller söz konusu olduğunda) ya da sarıdan kahverengiye değişen dağınık (çok küçük ince dağılmış mineraller durumunda) lekeler şeklinde görülmektedir. Bu oksidasyon lekesi biçimlerinin her ikisinin de çıkarılması çok zordur (URL 3, 2023). BS EN 16140:2011 standardı, ani sıcaklık değişikliklerin (termal şok) etkisi altında doğal taşlardaki olası değişiklikleri (esas olarak oksidasyon süreçlerine karşı görünür hassasiyet) değerlendirmek için bir yöntem önerir. Deneyden sonra, doğal taşların rengindeki değişiklikler veya yüzeylerindeki benekler ve metalik mineraller ile biyotitin oksitlenmeleri değerlendirilir ve doğal taşlardaki şişme, çatlama, mikro çatlama veya pul pul dökülme gibi yapısal değişiklikler gözlemlenir.

Tablo 6. Doğal Taşların Kullanım Performansının Belirlenmesinde Kullanılan Standartlar ve Test Yöntemleri

Standartın Kodu	Test Çeşidi	Standartın Kapsamı, Prensipleri ve Yöntemi
BS EN 13364:2002	Ankraj Saplama Deliginde Kırılma Yükünün Tayini	<ul style="list-style-type: none"> • Taşın anizotropi düzlemleri varsa, bunların yerini belirlemek ve numuneleri amaçlanan kullanıma karşılık gelen yönde test etmek önemlidir. • Her levhanın dört kenarına delikler açılır, dübeller çimento harcı ile kapatılır. Teknolojik tip testi için, deliklerin ve dübellerin boyutları alanda kullanılanlarla aynı olacaktır. Her levha daha sonra prese yerleştirilir ve uzunluğunun maksimum %60'ı boyunca sıkıştırılır. Daha sonra dikmelerin her birine art arda bir kuvvet uygulanır. Taş çatlayana kadar kuvvet sürekli olarak artırılır (50 N/s). Her levha için dört kırılma kuvvetinin ortalaması hesaplanır. • Kullanılan cihaz, belirli bir yükseklikten serbestçe salınan bir sarkaçtan oluşur. Sarkacın ucuna standartlaştırılmış bir kauçuk taban takılır. İkincisinin salınımı, tabanın test yüzeyinde sürünmesine neden olur. Böylece, tırmanma yüksekliğinin etkisi azaltılır. Bu yükseklik farkını (SRT değeri) bir ölçek gösterir. Önerileri belirlemek için altı numunenin ortalama değeri dikkate alınır.
BS EN 14231:2003	Kayma Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Doğal taş levha numuneleri, kırılmaya neden olacak şekilde artan yükseklik merkezlerinden düşürülen 1 kg kütleli bir çelik bilye vasıtasıyla test edilir. Tanımlama testi durumunda, levhalar önce 10 cm kalınlığında bir kum yatağı üzerine yerleştirilir. Teknolojik bir test olması durumunda, yerinde değerlendirileceği için montaj sisteminin kullanılması önerilir.
BS EN 14158:2004	Kopma direnci	<ul style="list-style-type: none"> • Numuneler, her biri (105 ± 5) °C'de kurutularak ve ardından (20 ± 5) °C'de suya hemen daldırılarak oluşturulan ardışık döngüleri tabi tutulur. (Oksidasyon testi) • Taşı tekeleme potansiyeline sahip yaygın ürünler (ketçap, kahve vb.), test edilecek bir levhanın yüzeyine cila ile uygulanır. Ürün başına iki görev gerçekleştirilir. Biri 15 dakika sonra, diğeri 48 saat sonra standart bir temizleme yöntemi kullanılarak ("Lavabel" temizleme cihazı ile) silinir. Numuneler kuruduktan sonra kalan lekeler standartın sınıflandırmasına (koduna) göre değerlendirilir.
BS EN 16140:2011	Paslanma ve Lekelenmeye Karşı Duyarlılık	
BS EN 16301:2021		

Diğer iç lekelenme türü ise, doğal taşlarda değişen derecelerde bulunan organik madde ile montaj harcındaki alkaliler arasındaki reaksiyondan kaynaklanır. Lekeler, duruma göre az ya da çok belirgin kahverengi bir örtü şeklini alır ve uygulamadan birkaç gün sonra ortaya çıkar. Nispeten çözünürler ve bu nedenle çıkarılmaları kolaydır. Bu yöntem, bir taşın belirli bir harçla temas halinde bu tür lekelenmeye karşı duyarlılığını değerlendirmeyi mümkün kılar (Muzzin, 1991). Dış faktörlerin etkisiyle asidik veya bazik karakterlerinden ya da sadece viskozitelerinden (yağlı karakter) dolayı birçok ürün, taşın türüne bağlı olarak farklı derecelerde lekelenmeye neden olabilir. Lekeler, ürünün taşların belirli bileşenlerine (örneğin asitlerin kireçtaşı üzerindeki etkisi) kimyasal bir saldırıdan veya sıvının gözenekli yüzey ağına nüfuz etmesinden (örneğin yağlı bir ürünün nüfuz etmesi) kaynaklanır (URL 3, 2023). BS EN 16301:2021 standardı, doğal taşın kazara lekelenmesine karşı hassasiyetinin test edilmesini sağlar. Bu test, doğal taş için 'leke dirençli' yüzey işlemlerinin performansını belirlemek için de kullanılabilir (Tablo 6).

3.1.2.3. Dayanıklılık (Durabilite) Testleri

Bu testler, doğal taşın zaman içindeki davranışını analiz etmeyi amaçlar ve bu nedenle, taşların içsel özelliklerinin stabilitesini ve zaman içindeki ilk performansı değerlendirmeyi sağlar (PD CEN/TR 17024, 2017). PD CEN/TR 17024 kodlu standarda göre, doğal taşların dayanıklılık (durabilite) özelliklerini belirleyen testler, aşınmaya karşı dayanım, dona karşı dayanıklılık, kükürtdioksit yıpranmasına karşı dayanıklılık, termal şok etkisiyle yıpranmaya karşı dayanıklılık ve tuz kristallenmesine karşı dayanıklılık testleridir. Tablo 7'de doğal taşların dayanıklılık (durabilite) belirlenmesinde kullanılan standartlar ve test yöntemleri belirtilmiştir.

Aşınmaya Karşı Dayanım: Bir taşın zeminde kullanılmaya uygun olup olmadığını belirleyecek temel bir özelliktir. Bu özellik, sadece zemin kaplamaları ve rafları test etmek için kullanılır. İnce parçacıkların sürtünmesinden kaynaklanan mekanik aşınmaya karşı doğal bir taşın davranışını belirlemeyi sağlar ve malzemenin aşınmaya dayanma kapasitesini ölçer. Aşınma direnci açısından yanlış seçilmiş bir zemin kaplamasının yüzeyinde parlaklık kaybı, renk değişikliği, kalınlık kaybı vb. gibi hasarlar görülebilmektedir (The MIA+BSI, 2016; Chacon, 1999) (Tablo 7).

Dona Karşı Dayanıklılık: Dış cephede kullanılan doğal taşlar için temel dayanıklılık özelliğidir. Donma-çözünme döngüleri sırasında görünen hacimdeki değişikliklerin belirlenmesi, numunelerin yaşadığı bozunma nedeniyle malzeme kayıplarının hesaba katılmasına izin verir.

Ayrıca, donma-çözünme döngüleri sırasında dinamik elastisite modülünün belirlenmesi yoluyla, mikro çatlakların ve boşlukların görünümü ile ilişkili olarak bozunmayı tespit etmek mümkündür (Şekil 6).



Şekil 6. Zemin Kaplamasında Tipik Donma Hasarı (a) ve Don ve Tuzların Birleşik Etkisi Altında Doğal Taşın Parçalanması (b) (URL 3, 2023)

BS EN 12371:2010 standardı, taşın testte başarısız olduğunu kabul eden beş koşul listeler: Bunlar, genişliği 0,1 mm'den büyük bir veya daha fazla çatlak olması, doğal taşta 30 mm²'den büyük herhangi bir parçanın ayrılması, damarlardaki minerallerin değişmesi, doğal taşta ufalanma, çözünme belirtilerinin olması ve ilk özelliklerine kıyasla doğal taşta %30'dan fazla dinamik elastisite modülünde kayıp olmasıdır. Ayrıca, test sonucunda, numunelerin mekanik dayanım kaybı belirlenmektedir. Basınç dayanımı kaybı, ilk özelliklerine göre %20'den az, eğilme dayanımı ise ilk özelliklerine göre %10'dan az olmamalıdır (Tablo 7).

Kükürtdioksit Yıpranmasına Karşı Dayanıklılık: Bu test, atmosferik kirleticilerle birlikte nem varlığında kükürt dioksitin neden olduğu hasara karşı doğal taşların dayanıklılığını değerlendirmek için yapılmaktadır (BS EN 13919, 2002) (Tablo 7).

Termal Şok Etkisiyle Yıpranmaya Karşı Dayanıklılık: Bu test, doğal taşlar, çok güneşli ve yağmurlu olduğu bir dış ortama maruz kaldığında oluşan ani sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan gerilmeleri oluşturarak doğal taşların test edilmesini sağlar. Sıcaklıktaki ani değişimler, doğal taştaki elementlerin kalınlığında deformasyonlara ve doğal taşları değiştirebilecek gerilmelere neden olur. Bu tip hasarların en sık görüleni, genellikle malzemedeki herhangi bir süreksizlik (damarlar, derzler vb.) doğrultusunda oluşan çatlaklardır.

Tablo 7. Doğal Taşların Dayanıklılık Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Standartlar ve Test Yöntemleri

Standartın Kodu	Test Çeşidi	Standartın Kapsamı, Prensipleri ve Yöntemi
BS EN 14157:2017	Aşınmaya Karşı Dayanım	<ul style="list-style-type: none"> En az 3 prizma numune hazırlanır. Her bir prizma, bir referans aşınma kumu akışı altında ve belirlenmiş bir temas basıncı ile test edilecek yüzeye dik 75 dönüş gerçekleştirilen bir bileme çarkı (70 mm kalınlığında) tarafından aşınmaya tabi tutulur. 75 turdan sonra taştaki yapılan baskının uzunluğu ölçülür. Standart, hem teknolojik test hem de bir tanımlama testi önerir. Tanımlama testi, numuneler kırılma kadar aynı döngülerin art arda yapılmasıdır. Teknolojik test ise, numunelerin, ürün standartlarına göre belirlenen belirli sayıda donma-çözümüne döngüsüne tabi tutulmasıdır. Her iki durumda da ön su empenyesi 48 saat boyunca kademeli olarak daldırma ile gerçekleştirir. Numune sayısı ve boyutları testin türüne bağlıdır.
BS EN 12371:2010	Dona Karşı Dayanıklılık	<ul style="list-style-type: none"> Doğal taş birimlerinin sıcaklık, nem ve küçürt dioksit kombinasyonuna karşı direnci, test numunelerinin iki farklı küçürt dioksit konsantrasyonuna sahip iki kaba yerleştirilmesiyle belirlenir. Bu süre sonunda test numunelerinde meydana gelen kütle kayıpları ve görünüşündeki renk değişiklikleri, çatlama, yüzeyde pullanma vb. değişimler belirlenir.
BS EN 13919:2002	Kükürtdioksit Yıpranmasına Karşı Dayanıklılık	<ul style="list-style-type: none"> (40 ± 5) °C'de bir hafta boyunca kurutulduktan sonra numuneler, her biri (70 ± 5) °C'de kurutma ve ardından (20±5) °C'de suya hemen daldırma ile oluşturulan ardışık döngüleri tabi tutulur. (BS EN 14066:2013) Bu standart, bina cephelerinin dış kaplaması için amaçlanan mermerin termal ve nem döngüsüne karşı direncinin belirlenmesi için bir laboratuvar yöntemini belirtir. Bükülme, bir yüze uygulanan ısı döngülerine maruz kalan ve diğer yüz neme maruz bırakılan bir test odası içine yerleştirilmiş test numuneleri üzerinde ölçülür. Sıcaklık aralığı 20 °C ile 80 °C arasındadır, bir döngü 24 saat sürer. Sıcaklık, test odası içindeki iklimi kontrol etmek için bir numunenin yüzeyine yerleştirilmiş siyah bir referans plakası üzerinde ölçülür. (BS EN 16306:2022)
BS EN 14066:2013 (Mermer hariç tüm taş türleri) BS EN 16306:2022 (Sadece mermerler için)	Termal Şok Etkisiyle Yıpranmaya Karşı Dayanıklılık	<ul style="list-style-type: none"> Standart, %65'in üzerinde açık gözenekliliğe sahip doğal taşların, tuzların kristallenmesinin neden olduğu hasara karşı direncini değerlendirmek için bir test yöntemi içerir. Sabit kütleye kadar kurutulduktan sonra, numune bir sodyum sülfat çözeltisine daldırılır, kurutulur ve oda sıcaklığına soğumaya bırakılır. Bu döngü 15 kez gerçekleştirilir ve yüzde kütle değişimi ölçülür. Numunelerde, en az 15 döngüden sonra %1'den fazla ağırlık kaybı yoksa sonuç başarılıdır. 15 döngüden önce parçalanma ya da %75'ten fazla ağırlık varsa sonuç başarısızdır.
BS EN 12370:2020	Tuz Kristallenmesine Karşı Dayanıklılık	

Taşın tanecikleri arasında mikro çatlaklar ve taneler arası ayrışma oluşur (ASTM 1528, 2020). Bu taneler arası ayrışma ile bağlantılı elementlerin bükülmesi, tam anlamıyla mermerlere ve daha az ölçüde dolomitik kireçtaşlarına ve dolomitik mermerlere özgü başka bir hasar tipi oluşturur. Bu tür bir değişikliğe en çok maruz kalan yapı, elemanların kalınlıklarına göre büyük boyutları nedeniyle ince cephe kaplamasıdır (Chacon, 1999). BS EN 14066:2013 standardında tanımlanan test sonrası, numunelerde herhangi bir hasar var mı kontrol edilir (oksidasyon, renk değişimi, ufalanma vb.) ve eğilme mukavemeti testi yapılır. Ayrıca, dinamik elastisite modülündeki, ultrasonik ses darbe hızı dayanımındaki ve açık gözeneklilikteki değişimin %0,1 den az olması beklenir (Tablo 7).

Tuz Kristallenmesine Karşı Dayanıklılık: Özellikle gözenekliliği yüksek ve denize yakın bölgelerde kullanılacak doğal taşların seçiminde dikkat edilmesi gereken bir özelliktir (BS EN 12370, 2020). BS EN 12370:2020 standardında tanımlanan test Tablo 7’de açıklanmış olu bu standart, sonuçların tek başına değerlendirilmemesi gerektiğini, diğer fiziksel testlerle birlikte (örneğin; dona karşı dayanıklılığı belirleyen BS EN 12371) değerlendirilmesi gerektiğini belirtir.

3.1.3. Bulunabilirlik Özelliği

Doğal taşın bulunabilirliğini belirleyen dört faktör vardır. Bunlar, doğal taş malzemenin estetik özelliklerinin değişmezliği yani kalitesi, miktarı, hammadde üretim özellikleri yani taş blok ölçüleri (blok şekli ve hacmi) ve tedarik süreleridir (Marmo & Bradley, 1998; Schulz & Schulz, 2020). Homojen renkli veya desenli malzemeler söz konusu olduğunda, çeşitlilik azdır ve küçük değişiklikler bile malzemenin kalitesini bozabilir. Estetik değeri desenin veya rengin heterojenliğine dayanan belirli malzemeler söz konusu olduğunda özellikle kesilmiş levhalarda heterojenlik görülebiliyorsa çeşitlilik daha fazla olmaktadır. Damarlı granit çeşitleri belki de en iyi örnektir (Marmo & Bradley, 1998).

Bulunabilirlik özelliğini belirleyen miktar faktörü, tasarım süreci boyunca taş ocağında, yeterli miktarda doğal taş malzeme olmasının gerekliliğini ifade eder. Bir malzemenin estetik özelliklerinin sabitliği ve ocaktan çıkarılabilen hacimler hakkında bilgiler, sahada yapılan ayrıntılı jeolojik araştırmalarla sağlanmaktadır. Tedarik süresi; hammaddenin üretimini, fabrikaya taşınmasını ve bitmiş bir ürüne dönüştürülmesini kapsar. Taş ocağında, tedarik süresi esas olarak, toplam taş ocağından elde edilen malzemenin verimine ve taş ocağının üretim kapasitesine dayanmaktadır. Bitmiş ürünün tedarik süresi, işleme tesisinin üretim kapasitesine bağlıdır (Chacon, 1999; Marmo & Bradley, 1998). Bununla birlikte, inşaat sahasının yakınından doğal taş seçmenin avantajları arasında kısa

teslimat süreleri, üretim gözetimi olasılığı, kaynak garantisi ve daha sonraki bir tarihte temin edilebilme olasılığı vardır.

Ayrıca bölgesel referans yapıları, taşın eskimeye, kullanıma ve çevresel etkilere nasıl tepki verdiği hakkında bilgi sağlar. Tersine, potansiyel olarak ithal bir malzeme seçiminin sakıncaları olabilir. Her taş her yere uygun olmadığı için doğal taşın bölgesel iklime dayanıklılığı doğrulanmalıdır (Schulz & Schulz, 2020).

3.1.4. Maliyet Özellikleri

İnşaat projeleri, proje ve tek tek bina bileşenleri için mevcut fonları belirten ayrıntılı bir bütçeye tabidir. İşlenmiş doğal taş fiyatları, taş çıkarma koşullarına, işleme ve nakliye maliyetlerine, belirli bir yüzey kaplaması ve montaj sistemine yönelik talebe bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterir. Bu nedenle taş seçimi sağlıklı bir maliyet planlamasına dayanmalıdır. Doğal taş ürünleri, bireysel üretim koşullarına ve montaj yerlerine bağlı olduğundan, yatırım maliyetinin bir değerlendirmesi yalnızca referans verilere dayandırılmaz, gerçek proje için erken yapılmalıdır. Bu nedenle, gerçekçi bir maliyet belirlemesi oluşturmak için tasarımın ilk planlama aşamalarında satıcılar ve imalatçılar ile birlikte çalışılmalıdır. Böylece yüksek maliyetlerin azaltılması sağlanabilir (Schulz & Schulz, 2020).

3.2. Dış ve İç Mekandaki Doğal Taş Kullanımında Özel Parametreler

Tasarım sürecinde dış ve iç mekânda doğal taş seçimini etkileyen bazı kriterler ortak olduğu gibi bazı kriterler farklılaşmaktadır. Ortak olan kriterlerde, dış ve iç mekânda doğal taş kullanımından beklenen özelliklerin öncelik sıralaması ayrışabilmektedir. Bu bölümde, iç ve dış mekân kullanımında beklenen öncelikli en temel özellikler ele alınmakta olup Tablo 8’de mimari tasarım sürecinde doğal taş seçiminde kullanım yerine ve amacına göre standartlar doğrultusunda belirlenmesi gereken özellikler belirtilmiştir. Ek olarak, Tablo 9’da mimaride kullanılan doğal taşlarda standartlar doğrultusunda bulunması gereken özelliklerinin sayısal değerlerine yer verilmiştir.

Mineral bileşimi ve taş cilaları: Tüm taşlar, karbonatlı ve silikatlı olmak üzere iki temel mineral bileşimine sahiptir. Granit, kuvarsit, kumtaşı ve arduvaz, birincil mineral bileşeni olarak asitlere karşı oldukça dayanıklı olan silika içermesi, doğal taşları dış mekân kullanımı için iyi bir seçim haline getirir.

Çünkü, taş yüzeyini aşındıracak yağmur suyuna ve havada taşınan aşındırıcı atmosferik maddelere karşı dayanıklıdır. Cilalı yüzeye sahip bir granit panel, yüksek parlaklıkla işlenmiş bir kireçtaşından daha uzun süre cilayı tutacaktır. Çünkü graniti oluşturan kuvarsta bulunan silis (silikatlı), kalsiyum minerali (karbonatlı) bulunan kireçtaşından daha dirençlidir. Kireçtaşı ve mermer, silikaya kıyasla asitlere karşı daha az dirençli olan kalsiyum mineralinden oluşur.

Karbonatlı taşlar, dış cephe uygulamalarında kullanıldığında, binadaki girintiler veya çıkıntılar ile korunabileceği alanlara yerleştirilmelidir. Bununla birlikte, karbonatlı taşların dış mekan uygulamalarında kullanılması uygulamanın başarısız olacağı anlamına gelmez, yalnızca taş kaplamanın hava koşullarına maruz kalmasıyla değişebileceği anlamına gelir (Chacon, 1999; The MIA+BSI, 2016). Birçok tarihi yapı kireçtaşından inşa edilmiş olsa da, taş blokların boyutları ve kalınlıkları günümüz yapılarındaki kullanımdan farklıdır. Tarihi yapılarda dış cephelerde kullanılan kireçtaşlarında zamanla küçük çatlaklar oluşarak yüzey kayıpları meydana gelmesine rağmen taş bloklarında yine de önemli bir kalınlık kalır; modern yapı sistemlerinin bir parçası olan ince taş kaplamalarda durum böyle değildir (Chacon, 1999). Bu nedenle, dış duvarlarda kullanılacak taş kaplama seçimi önemli bir tasarım değerlendirmesidir ve taş kaplamanın eskimesi tasarım sürecinin başlarında düşünülmelidir.

Dış cephede taş kaplama seçiminde, kaplamanın zaman içinde görünümünü nasıl koruyacağı üzerinde düşünülmelidir. Cilanın parlaklığı veya seviyesi ne kadar yüksek olursa, yüzey neme, asidik çözeltilere ve hava kirlenmelerine karşı o kadar dirençli olacaktır; daha kalın yüzeyler bu maddelere karşı daha savunmasız olacaktır. Daha pürüzlü yüzeyler, çözeltinin taşın gövdesine daha kolay geçmesine izin verir. Alevli (alev yakma yüzey işleme silikatlı taşlarda uygulanır, karbonatlı taşlarda uygulanmaz) yüzeyler hava koşullarına karşı özellikle savunmasızdır. Çünkü alevli bir doku oluşturmak için uygulanan işlem ile, yüzeyi kırmak için yüzey altı mikro çatlaklar oluşturan yıkıcı bir yüksek sıcaklıkta alev kullanılır. Bu mikro çatlaklar ve yarıklar, kılcal hareket yoluyla nemi taşıyan mikroskobik kanallar oluşturur (ASTM 1528, 2020).

Dış ve iç mekanlarda kaplama ve döşeme malzemesi olarak, alevle yakma, honlama, eskitme, kumlama, çekiçleme, asitle yıkama, cilalama ve doldurma ile yüzeyleri şekillendirilerek işlenmiş olan doğal taşlar daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle parlak ve cilalı yüzeylerin istenmediği merdiven basamakları, havuz

kenarları, bina cephe kaplamaları, kaldırımlar, döşeme ve yürüyüş yollarında yüzeylerinde çukurluk oluşan alevle yakmalı taşlar veya honlamalı taşlar tercih edilmektedir. Çünkü, bu taşlar, yüzeyleri cilasız olduğundan kaymayı önleyici özelliğe sahip olup emniyetli bir şekilde yürüyüş imkânı sağlamaktadır (Karahan, 2018).

Açık gözeneklilik: Yağışın çok olduğu ve sert iklimin görüldüğü bölgelerde gözeneklilik oranı çok düşük olan taşlar, ıslak hacimlerde ve dış mekanlarda tercih edilmelidir. Bu mekânlarda tercih edilecek doğal taşlarda açık gözenekliliğin %2'den fazla olmaması önerilmektedir (Angı, 2023).

Tablo 8. Doğal Taş Seçiminde Kullanım Yerine ve Amacına Göre Belirlenmesi Gereken Özellikler (ASTM 1528, 2020; PD CEN/TR 17024, 2017)

Mimari Tasarımda Doğal Taşların Kullanım Alanları için Gereklî Özellikler	Dış Mekân Yol Kaplaması		Dış Mekân Duvar Kaplaması EN 1469 EN 12057	İç Mekân Duvar Kaplaması EN 1469 EN 12057	Dış Cephe Taşyıcı Duvarlar EN 771-6	İç Mekân Döşeme ve Merdiven Kaplaması EN 12058, 12057	Dış Mekân Döşeme ve Merdiven Kaplaması EN 12058, 12057	Yapısal Elemanlar (duvar,sütun, vb.) EN 771-6 +A1	Rafılar	Islak Zemin	Çatı Örtüsü EN 12326-2
	Levha EN 1341	Kaldırım EN 1342									
TAŞLARIN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ											
Boyutların ve Geometrik Özellikleri			EN 13373	EN 13373	EN 13373	EN 772-16, EN 772-20, EN 13373	EN 13373	EN 13373	EN 13373		
Kimyasal-Petrografik Analizleri				EN 12407							12326-2
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ											
Günür Yönlülük ve Açık ve Toplam Gözeneklilik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kütlece Su Emme Oranı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kılcalılık Yoluyla Su Emilimi	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	-
Termal Genleşme Katsayısı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Basınç Dayanımı (ASTM C170)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eğilme Dayanımı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dinamik Esneklik Modülü	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sertlik ve Darbe Dayanımı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KULLANIM PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ											
Ankraj Saplama Deliginde Kırılma Yükünün Tayini	-	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-
Kayma Dayanımı	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓
Kopma Direnci	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Paslanma ve Lekelenmeye Karşı Duyarlılık	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DAYANIKLILIK (DURABILITE) ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ											
Aşınmaya Karşı Dayanım	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	✓	-
Dona Karşı Dayanıklılık	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓
Kükürdioksit Yıpranmasına Karşı Dayanıklılık	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓
Termal Şok Etkisiyle Yıpranmasına Karşı Dayanıklılık	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓
Tuz Kristalleşmesine Karşı Dayanıklılık	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓

Tablo 9. Mimaride Kullanılan Doğal Taşlarda Standartlar Doğrultusunda Bulunması Gereken Özelliklerinin Sayısal Değerleri

<i>Test Değerlerini Beltiren Standart Kodları</i>	<i>ASTM C615* PD CEN/TR 17024**</i>	<i>PD CEN/TR 17024</i>	<i>ASTM C503* PD CEN/TR 17024**</i>	<i>ASTM C568* PD CEN/TR 17024**</i>	<i>ASTM C616* PD CEN/TR 17024**</i>	<i>ASTM C616</i>	<i>ASTM C1527</i>	<i>ASTM C629* PD CEN/TR 17024**</i>
Fiziksel- Mekanik Özellikler	Granit	Bazalt	Mermer	Kireçtaşı	Kumtaşı	Kuvarsit	Traverten	Ardavuz
Kütlece Su Emme (max, %)	0.40* < 0.1-0.8**	< 0.1-2.5**	0.2* < 0.1-0.7**	12* az yoğunluklu 7.5* orta yoğunluklu 3* çok yoğunluklu < 0.1-0.8** masif k. < 0.8-21** diğer k.	8* kumtaşı 3* kuvarsit kumtaşı < 2-11**	1*	2.5* iç ve dış mekânda kullanım	0.25* dış mek. 0.45* iç mek. < 0.1-2**
Yoğunluk (kg/m³)	2560* 2400-3000**	2550-3000	2600* kalsitik 2800* dolomitik 2600-2900**	1760* az y. 2160* orta y. 2560* çok y.	1900-2700** 2000* kumtaşı 2400* kuvarsit k.	2560	2300 iç ve dış mekânda kullanım	2600-3000**
Açık Gözeneklilik (%)	0.1-2**	0.1-6.0	0.1-2**	< 0.3-2** masif k. < 2-48** diğer k.	0.4-25**	-	-	0.1-6**
Termal Genleşme Katsayısı (mm/mm/°C)	5-9x10 ⁻⁶ **	9- 10x10 ⁻⁶	3-6x10 ⁻⁶ **	3-6x10 ⁻⁶ ** masif k. 3-7x10 ⁻⁶ ** diğer kireçtaşları	2-7x10 ⁻⁶ **	-	-	3-10x10 ⁻⁶ **
Kopma Enerjisi (min, MPa)	10.3*	-	6.9*	2.8*, 3.4*, 6.9*(az, orta, çok yoğunluklu)	2.4* kumtaşı 6.9 kuvarsit k.	13.8	-	62*, 50* A1 50*, 38* A2 tabakalanma düzlenme dik A1 paralel A2 kesimde dış ve iç mekânda kullanım
Basınç Dayanımı (min, MPa)	131*	-	52*	12*, 28*, 55*(az, orta, çok yoğunluklu)	28* kumtaşı 69* kuvarsit k.	140	52 dış mekân 34 iç mekân	
Eğilme Dayanımı (min, MPa)	8.3*	-	6.9*	-	-	-		
Aşınma Dayanımı (min, Ha)	25*	-	10*	10*(az, orta, çok yoğunluklu)	2* kumtaşı 8* kuvarsit k.	8	10 iç ve dış mekân	8* iç ve dış mekân

Sertlik: Özellikle yoğun trafik alanlarının yakınında, döşeme, raf, kaplama vb. için bir malzeme kullanılacaksa bu özellik büyük önem taşır (Marmo & Bradley, 1998). Bu alanlarda tercih edilecek doğal taşların Knoop sertlik derecelerinin 430 kgf/mm^2 'den; Mohs sertlik derecelerinin ise 5 Mohs'dan fazla olması gerekmektedir (Angı, 2023). Doğal taşın yüzeyi turnakla çizilebiliyorsa, taş yaya trafiği için fazla yumuşaktır. Bununla birlikte, bir taş minerali olan feldispatın çizilmelerine dayanabiliyorsa, çizilmeye karşı oldukça dayanıklıdır ve yoğun yaya trafiği olan yerler için uygun kabul edilebilir. Yüksek sertlik seviyesine sahip olduğu için granitlerde, imalat sırasında ayna parlaklığında bir cila elde etmek zorlaşır. Bu nedenle, granit bir kez cilalandığında, yaya trafiğinin veya atmosferik kirleticilerin cilayı aşındırması zorlaşır (Chacon, 1999). Ek olarak, oluşumları sırasında yaşanan jeolojik çökme ve metamorfizma nedeniyle son derece sert olan birçok kalker ve mermer türü de bulunmaktadır (Chacon, 1999).

Termal genleşme katsayısı: Sıcak ortamlarda veya iklimlerde ve gündüz-gece sıcaklık farklarının olduğu bölgelerde veya alttan ısıtma sistemi olan mekanlarda, dış cephede kaplama olarak ve zemin döşemesi olarak kullanıldığında ısıl gerilmelere bağlı olarak şekil değişimlerine engel olmak için doğal taşların bu özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Ayrıca, açık ve koyu malzemelerin birlikte kullanımında ve montajlarda bırakılan dolgusuz/dolgulu derzlerde (plakalar arası en az 2 mm derz aralığı olmalı) dikkatli olunmalıdır (Marmo & Bradley, 1998). Doğal taşta meydana gelen boyutsal şekil değişiklikleri yumuşak bir derz kullanılarak engellenebilir ve bu derzlerin boyutu ve sıklığı, kaplamada beklenen boyutsal değişikliklerin yanı sıra yumuşak derzleri dolduran malzemenin sıkıştırma, uzatma ve kesme kapasiteleri ile belirlenir (ASTM 1528, 2020).

Basınç, çekme ve eğilme dayanımları: Özellikle yapısal işlevi olan kemerler, sütunlar vb. taşıyıcı elemanlarda kullanılan doğal taşlarda basınç ve çekme dayanımı çok önemlidir; ancak birçok nedenden dolayı basınç gerilmelerine maruz kalan kaplama ve döşeme gibi yerler için de önemlidir (Marmo & Bradley, 1998). Merdiven basamağı, kapı lentosu, tezgâh vb. kullanımlarda taşın ağırlığından kaynaklanan bükülme yüklerine dayanması gerektiği için eğilme dayanımı mutlaka bilinmelidir (The MIA+BSI, 2016).

Lekelenme: Gözenek oranı yüksek olan taşlar, gözenek oranı düşük olan taşlara göre daha kolay lekelenir. Taşlarda meydana gelen lekelenmelerin çoğu, suda taşınan kirletici maddelerden ve taşın içine nüfuz eden diğer sıvılardan kaynaklanır. Sıvı buharlaştıkça taşın içine taşınan kirleticiler yüzeyin altındaki

gözenek yapısına bağlı kalır. Bu kirleticiler, taşa ne kadar uzun kalırsa lekeyi çıkarmak o kadar zor olur.

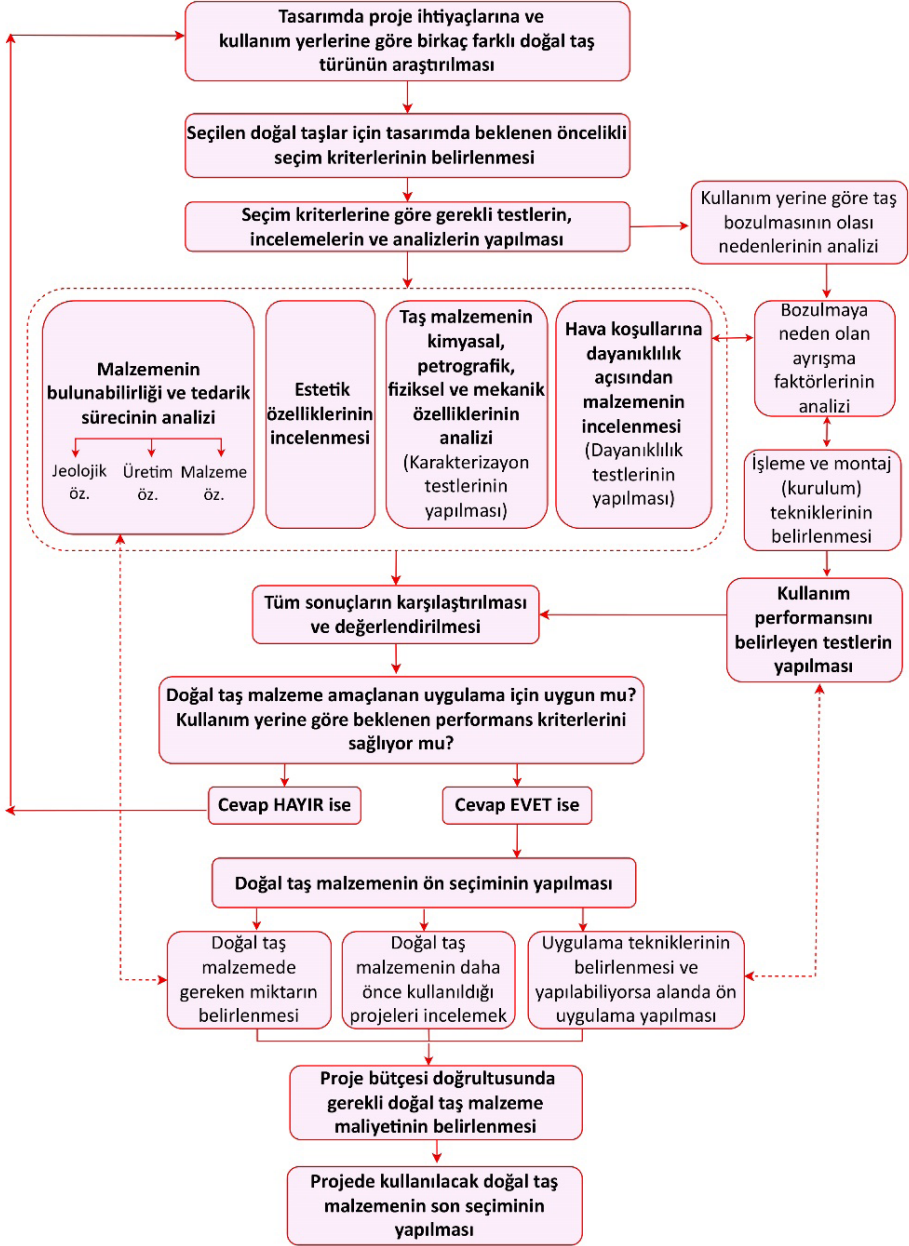
Taş, öncelikle kuvarstan oluşan granit ise, taşa zarar vermeden agresif temizleyiciler kullanılabilir; taş kalsiyum bazlı bir kireçtaşı ise, aynı özellikteki temizlik maddeleri, taşa zarar verebileceği için kullanılmamalıdır. Bu nedenle, ıslak hacimlerde gözenek oranı düşük olan taşlar tercih edilmelidir (The MIA+BSI, 2016).

Dona karşı dayanıklılık: Donma-çözünme döngülerine maruz kalan dış cephede kullanılan doğal taşlar kararlı olmalıdır; yani düşük su emme özelliğine sahip olmaları gerekir. Su, donduğunda boyutunun %8'i kadar genişler; bu nedenle soğuk hava dış koşullarında soğurma oranı daha düşük olan taşlar kullanılmalıdır. Dış mekanlara yerleştirilen yüksek gözenek oranına sahip bir taş, daha fazla suyu emer ve emilen su donup genişledikçe oluşan iç gerilme nedeniyle taşın yüzeyde çatlaklar ve kopma görülür, ankrajların yakınındaki alanlar savunmasız hale gelebilir ve tüm taş levha kırılabilir (Chacon, 1999). Standartlara göre, donma-çözünme döngülerinden sonra dinamik elastisite modülündeki kaybın %30'den, basınç dayanımı kaybının %20'den ve eğilme dayanımı kaybının %10'dan fazla olmaması gerekmektedir (Angi, 2023).

Aşınma dayanımı: Daha düşük aşınma dayanımına sahip doğal taşlar, trafiğin yoğun olduğu yerlerde, taşların hızlı bozulmasına neden olarak taşların yüzeylerinde renk değişiklikleri, doku kaybı, kalınlıkta azalma vb. oluşabilmektedir. Standartlara göre aşınma dayanımı, trafik derecesi az yoğun olan yerlerde, Böhme yöntemine göre maksimum 40.000 mm³/50 cm² iken; orta yoğun olan bölgelerde, 25.000 mm³/50 cm² ve çok yoğun olan bölgelerde, 15.000 mm³/50 cm² olmalıdır (PD CEN/TR 17024, 2017).

4. Sonuç

Doğal taş seçim sürecinin amacı, bir projede kullanılacak doğal taşı seçerken hata yapma olasılığını en aza indirmektir (Marmo & Bradley, 1998). Bu kapsamda, bir projenin mimari ve dayanıklılık gereksinimlerinin en iyi şekilde belirlenebilmesi için ASTM 1528 kodlu standart, mimari tasarım sürecinin ilk aşamalarında, proje ihtiyaçları ve kullanım yerleri doğrultusunda birkaç farklı doğal taş türünün seçim kriterlerine göre karşılaştırılmasını önerir. Bu doğrultuda, önceki bölümlerde detaylı olarak açıklanan tüm standartların önerdiği kullanım amaçlarına göre doğal taş seçim kriterleri doğrultusunda, mimari tasarım sürecinde bir doğal taş malzemenin seçimi için gerekli adımları içeren bir akış şeması oluşturulmuş olup Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Mimari Tasarım Sürecinde Bir Doğal Taş Malzemenin Seçimi İçin Gerekli Adımların Akış Şeması

Projede, gereksinimlere göre potansiyel olarak uygun bulunup seçilen belirli sayıdaki doğal taş malzemenin öncelikle estetik özellikleri belirlenerek karşılaştırılmalıdır. Estetik özellikleri belirlenen doğal taş malzemeler seçildikten sonra, doğal taş malzemenin döneceği/kullanılacağı alanın çevre koşulları dikkate alınarak bulunabilirliği, teknik özellikleri ve hava koşullarına karşı dayanıklılık özellikleri incelenmelidir. Bir malzemenin teknik özelliklerini doğrulamak için planlanan montaj tekniklerini de dikkate alarak gereken tüm laboratuvar testlerinin (petrografik, kimyasal, mineralojik ve fiziksel-mekanik) yapılması ve hava koşullarından ne ölçüde etkilenebileceğini değerlendirmek için ise özel laboratuvar testlerinin yani dayanıklılık (durabilite) testlerinin yapılması gerekmektedir. Başlangıçta bu husus, çevresel veriler ile malzemenin kendine özgü özellikleriyle karşılaştırılarak incelenebilir. Bu karşılaştırma, malzemenin bozulacağına dair teorik bir olasılık olduğunu gösteriyorsa, doğal taş malzeme üzerinde seçim sürecinin başında ya da daha sonraki bir aşamasında belirli testler yapılmalıdır. Bu testler, kullanım performansını belirleyen deneyleri de içermektedir.

Kullanım performansını belirleyen deneyler, doğal taşların kullanım yerine göre nasıl davrandığını ifade eder (örneğin, atmosferik kirleticilere karşı direnç, kayma önleyici özellikler vb.). Tüm bu testlerin sonuçları, tasarımcının, doğal taşın montajından sonra projenin gerektirdiği kullanım performansına ulaşma olasılığının yüksek olup olmadığına göre doğal taş malzemeyi seçmesini sağlar. Bununla birlikte, doğal taş malzemenin yapıdaki montajından sonra performansından sorumlu olan sadece doğal taş malzemenin kendisi değildir, uygulanan yüzey işlemi, montaj teknikleri, derz düzenlemesi gibi diğer faktörler performansını etkilemekte olup bu faktörlerle birlikte doğal taş malzemenin teknik özellikleri sayesinde gerekli performans seviyelerine ulaşabilmektedir. Tablo 8 ve Tablo 10, en yaygın kullanım alanlarına göre doğal taşın gerektirdiği çeşitli performans faktörlerinin önemini göstermektedir.

Tasarım sürecinde malzemenin bulunabilirliği ve tedarik sürecinin analizi, doğal taş malzeme seçim sürecini etkileyen önemli bir adımdır. Proje için gerekli olan tüm taş malzeme miktarı zaten bloklar halinde üretim tesislerinde mevcut ise, bulunabilirlik sorunu yoktur (Schulz & Schulz, 2020). Bu durumda yapılması gereken blokların kalite kontrolü ve seçilen birçok malzemenin fiziksel-mekanik özelliklerinin analizidir. Ancak birçok durumda, özellikle büyük miktarlar gerektiğinde, yeni bir ticari taş çeşidi seçildiğinde veya bir malzeme yalnızca bir taş ocağından çıkarıldığında, istenen miktarda blok bulmak zor olabilmektedir. Bu gibi durumlarda, seçim, belki de malzeme çıkarılmadan

önce bile, ocakta fiilen bulunup bulunmadığını belirleyen faktörlerin analizini içermelidir. Her şeyden önce, söz konusu malzemenin mevcut hacimlerinin yanı sıra estetik özelliklerin sabitliği de kontrol edilmelidir ve yapılacak analiz, çıkarılan hammaddenin özelliklerini, özellikle blokların şeklini ve boyutunu ve bunların kalitesini (yani estetik özellikleri) dikkate alarak yapılmalıdır (Marmo & Bradley, 1998). Son olarak projede belirtilen tedarik sürelerinin karşılanması için gerekli şartların bulunup bulunmadığı tespit edilmelidir. Tedarik sürelerinin, ham maddenin üretiminden işleme fabrikasına taşınmasına, işlenmesinden ve bitmiş ürünün teslimine kadar tüm üretim döngüsü boyunca değerlendirilmesi gerekmektedir (Marmo & Bradley, 1998).

Tablo 10. En Yaygın Kullanım Alanlarına Göre Doğal Taşın Gerekthirdiği Çeşitli Performans Faktörlerinin Önemi (Marmo&Bradley, 1998)

	Ses yalıtımı	Isı yalıtımı	Su yalıtımı	Hava geçirgenliği	Kayma dayanımı	Temizlenebilir yüzey	Bakım	Atmosferik kirliliğe karşı direnç	Sıcaklık değişimine karşı direnç	Kimyasal maddelere karşı direnç	Sismik olaylara karşı direnç	Yangın direnci
A	••	••	••	•	•	•••	••	•	•••	•••	••	••
B	••	••	•••	•••	•	•	•••	•••	•••	•••	•••	••
C	•	••	••	•	•••	•••	••	•	••	•••	••	••
D	••	•	•••	•	•••	•	•••	•••	•••	•••	••	••
E	••	•	•	•	•••	•••	••	•	••	•••	••	••
F	•	••	•••	••	•••	•••	••	•••	•••	•••	•••	••
G	••	••	•••	••	•	•	••	•••	•••	••	••	•

A: iç mekân duvar kaplaması, B: dış mekân duvar kaplaması, C: iç mekân zemin döşemesi, D: dış mekân kaldırım döşemeleri, E: konsol merdiven, F: raflar, D: çatılar

•••: Çok önemli, ••: Önemli, •: Az önemli

Doğal taş malzemenin seçim kriterlerine göre gerekli tüm laboratuvar testleri ve analizler yapıldıktan sonra, sonuçlar taşın zaman içinde nasıl performans göstermesi gerektiğine ilişkin bilgiler verir ve sonuçları karşılaştırabilmek için doğal taş malzeme amaçlanan uygulama için uygun mu?, Kullanım yerine göre beklenen performans kriterlerini sağlıyor mu? gibi sorular sorulmalıdır (Chacon,

1999). Eğer cevap hayır ise, tasarım ihtiyaçlarına ve kullanım yerine göre yeni taşlar araştırılmalıdır. Ancak eğer cevap evet ise, projede kullanılması için ön seçimi yapılan doğal taş malzemelerin, projede gereken miktarının, uygulama tekniklerinin belirlenmesi ve yapılabiliriyorsa alanda ön uygulamalarının yapılarak bir süre gözlemlenmesi gerekmektedir (ASTM 1528, 2020).

Böylece, özellikle projelerde büyük miktarlarda doğal taş kullanım durumlarında, belirtilen tasarım kriterlerinin karşılanabileceğinin kontrolü sağlanır. Ayrıca, alanda ön uygulama yöntemi, doğal taşın montajı sırasında oluşabilecek sorunları belirlemeye yardımcı olmasının yanı sıra, projenin yürütülmesinde net bir referans modeli sağlar (Chacon, 1999). Taşın ön seçimi sonrası tasarım sürecinde, taşın daha önce kullanıldığı projeleri incelemek, taşın zaman içinde nasıl değiştiğini (renk, kompozisyon ve dokudaki farklılıklar) ve performansını gösterebilmektedir.

Ayrıca, projede kullanılacak taşın, önerilen uygulamaya yönelik aynı şekilde, benzer bir proje tipinde, benzer bina tipinde ve benzer iklim koşullarında döşenmesi ve üzerine uygulanan gerilmeleri kaldırdığı görülüyorsa, o zaman taşın amaçlanan uygulamada başarılı olması gerektiği sonucuna varılabilir (Chacon, 1999). Beklenen tüm seçim kriterlerini sağlayarak estetik ve teknik açıklanan tüm testlerden geçmiş doğal taş malzemelerin maliyetinin, proje bütçesine göre değerlendirilmesi ile doğal taş malzeme seçimine son verilmektedir. Bu maliyet hesabı, üretim için toplam maliyet (kalınlık, panel boyutu, taş ocağının ve projenin imalatçıya yakınlığı vb. içerir) ve montaj için toplam maliyet (yapısal özelliklerine, montaj yöntemine (prekast, giydirme cephe vb.) ve tamamlandıktan sonra bakıma bağlı olarak taş türleri için değişen ankraj ve destek elemanlarını içerir) göz önünde bulundurularak yapılmalıdır (ASTM 1528, 2020).

Kaynakça

Angı, O. (2023). Mimaride Doğal Taş Seçim Kriterleri. Mimarlar İçin Doğal Taş Rehberi. içinde İstanbul: Stoneline.

ASTM 1528. (2020). Standard Guide for Selection of Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM 629/629M. (2022). Standard Specification for Slate Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C170/C170M. (2017). Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C503/C503M. (2022). Standard Specification for Marble Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C568/C568M. (2022). Standard Specification for Limestone Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C615/C615M. (2018). Standard Specification for Granite Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C616/C616M. (2022). Standard Specification for Quartz-Based Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C880/C880M-18e1. (2022). Standard Test Method for Flexural Strength of Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

ASTM C97/C97M. (2018). Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone. American Society for Testing and Materials.

BS EN 12370. (2020). Natural stone test methods. Determination of resistance to salt crystallisation. . British Standards Institution.

BS EN 12371. (2010). Natural stone test methods- Determination of frost resistance. British Standards Institution.

BS EN 12372. (2022). Natural stone test methods. Determination of flexural strength under concentrated load. British Standards Institution.

BS EN 12407. (2019). Natural stone test methods - Petrographic examination. The British Standards Institution.

BS EN 12440. (2017). Natural stone. Denomination criteria. British Standards Institution.

BS EN 13364. (2002). Natural stone test methods. Determination of the breaking load at dowel hole. British Standards Institution.

BS EN 1341. (2012). Slabs of natural stone for external paving. Requirements and test methods. . British Standards Institution.

BS EN 13755. (2008). Natural stone test methods- Determination of water absorption at atmospheric pressure. British Standards Institution.

BS EN 13919. (2002). Natural stone test methods- Determination of resistance to ageing by SO₂ action in the presence of humidity. British Standards Institution.

BS EN 14066. (2013). Natural stone test methods. Determination of resistance to ageing by thermal shock. British Standards Institution.

BS EN 14146. (2004). Natural stone test methods- Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency). British Standards Institution.

BS EN 14157. (2017). Natural stone test methods - Determination of the abrasion resistance. British Standards Institution.

BS EN 14158. (2004). Natural stone test methods. Determination of rupture energy. British Standards Institution.

BS EN 14231. (2003). Natural stone test methods. Determination of the slip resistance by means of the pendulum tester. British Standards Institution.

BS EN 14579. (2004). Natural stone test methods. Determination of sound speed propagation. British Standards Institution.

BS EN 14581. (2004). Natural stone test methods- Determination of linear thermal expansion coefficient. British Standards Institution.

BS EN 16140. (2011). Natural stone test methods. Determination of sensitivity to changes in appearance produced by thermal cycles. British Standards Institution.

BS EN 16301. (2021). Natural stone test methods. Determination of sensitivity to accidental staining. British Standards Institution.

BS EN 16306. (2022). Natural stone test methods. Determination of resistance of marble to thermal and moisture cycles. British Standards Institution.

BS EN 1925. (1999). Natural stone test methods- Determination of water absorption coefficient by capillarity. British Standards Institution.

BS EN 1926. (2006). Natural stone test methods- Determination of uniaxial compressive strength. British Standards Institution.

BS EN 1936. (2006). Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity. British Standard Institution.

Chacon, M. (1999). Architectural Stone: Fabrication, Installation, and Selection. United States of America: Wiley; 1st edition.

Çoraçcıoğlu, K. (1992). Taş Türleri ve Özellikleri. İstanbul.

Dal, M., & Gültekin, A. (2008). Mimaride Doğal Taş Seçim Parametreleri. 4. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi. Harbiye Askeri Müze, İstanbul: TMMOB Mimarlar Odası Büyükkent Şubesi Yapı Malzemeleri Komitesi, 12-13-14 Kasım 2008.

EOTA. (2003). Technical Report 001. Determination of impact resistance of panels and panel assemblies. Bruxelles: EOTA.

Karahan, D. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Doğal Taşlar. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı.

Mann, J. (2009). The 4 Basic Keys To Successful Stone Selection. www.stonemtg.biz.

Marmo, S., & Bradley, F. (1998). *Natural Stone: A Guide to Selection*. New York: W. W. Norton & Company Ltd.

Muzzin, G. (1991). *Tachage des pierres blanches et des marbres calcaires. Choix d'un mortier approprié pour la pose d'un revêtement de sol intérieur*. NIT 182 (Note d'information technique 182).

PD CEN/TR 17024. (2017). *Natural stones. Guidance for use of natural stones*. British Standards Institution.

Sayar, M., & Erguvanlı, K. (1955). *Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları*. İstanbul: Kutulmuş Matbaası.

Schulz, A., & Schulz, B. (2020). *Manual of Natural Stones: Modern Usage of a Classical Building Material*. Munich: Detail Business Information GmbH.

SFGB. (2011). *Selecting the Correct Stone*. Stone Federation Great Britain.

The MIA+BSI. (2016). *Dimension Stone Design Manual Version VIII*. The Natural Stone Institute, Marble Institute of America.

TS 6809. (1989). *Mohs sertlik cetveline göre sertlik tayini*. Türk Standardları Enstitüsü.

United Nations. (1976). *The Development Potential of Dimension Stone*. New York: Department of Economic and Social Affairs, United Nations.

[URL 1] <https://www.buildwise.be/fr/publications/nit228/4-essais-et-criteres-pour-l-usage-de-la-pierre-naturelle-dans-le-batiment/4-3-essais-de-caracterisation/> adresinden alındı (Erişim tarihi: 12.03.2023)

[URL 2] [Fair Stone](https://www.fairstone.org/). <https://www.fairstone.org/> adresinden alındı (Erişim tarihi: 12.03.2023)

[URL 3] <https://www.buildwise.be/fr/publications/nit228/4-essais-et-criteres-pour-l-usage-de-la-pierre-naturelle-dans-le-batiment/4-4-essais-determinant-la-performance-en-usage/> adresinden alındı (Erişim tarihi: 15.03.2023)

Yardımlı, S., & Dal, M. (2021). *Mimari Yapılarda Taşıyıcı ve Kaplama-Tamamlama Elemanı olarak Doğal Taş Malzeme*. *Mimarlık Bilimleri ve Teknolojisi* (s. 27-63). içinde Livre de Lyon Yayınevi.

BÖLÜM III

DOĞU KARADENİZ KIRSAL YERLEŞİMİNDE DOĞAL TAŞ KULLANIMI: ARSİN İLÇESİ ÖRNEĞİ

*The Use of Natural Stone in Rural Settlements of
Eastern Black Sea: The Case of Arsin District*

Güler ERÜZ

(Dr. Öğr. Üyesi), Artvin Çoruh Üniversitesi,

gulereruz@artvin.edu.tr

ORCID: 0000-0001-9536-1885

1. Giriş

En eski ve dayanıklı yapı malzemelerinden biri olan doğal taş, barınak ve konuttan, dini yapılara kadar pek çok yapı türünde kullanılmıştır. Taş yapılar, süreklilik ve sağlamlık kavramlarının sembolünün göstergesi olarak, müdahale edilerek tahrip edilmediği sürece, uzun yıllar sağlam kalmışlardır. Yapılar çeşitli zor koşullara dayanım özelliğiyle geçmişin kültürel bilgilerini günümüze taşımışlardır (Dal ve Yardımlı, 2021). Doğal taş, yapılarda, strüktür sağlama, cephe oluşumu, döşeme ve tavan süslemeleri vd. farklı görevler üstlenerek yaygın şekilde kullanılmıştır. Malzemenin kullanım alanının geniş olma nedeni, taşıyıcı gücünün iyi olması, iklim şartlarına dayanıklı ve doğada yaygın şekilde bulunma gibi özelliklerine bağlanabilir (Kara ,2009). Teknolojinin gelişmesi sonucu üretilen yeni malzemeler yerini alana kadar doğal taş malzeme, Anadolu’da tek ya da ahşap, tuğla vb. malzemelerle karma şekilde kullanılmıştır.

Kırsal yerleşimler yaşanılan bölge özelliklerini yansıtan ve kendine özgü mimari oluşturan yerleşimlerdir (Boğaziçi Yakut, 2019). Doğu Karadeniz kırsal mimarisinin biçimlenmesinde, sosyo-kültürel geçmiş (gelenek-görenek, yaşam biçimi, din, sosyal çevre, tarihi ilişkiler), coğrafik koşullar (topoğrafya, iklim, bitki örtüsü, yönlenme vb. doğal şartlar) yanında, mevcut malzeme stoku ve

kullanım şekli (yerel malzeme, malzemeye dayalı geleneksel ve teknolojik araç ve strüktürler) etkili olmuştur (Sümerkan,1990; Başkan, 2008).

Arsin ilçesinin geçmişine dair bilgi veren kaynakların büyük bir kısmı, XV. yy. ve sonraki yüzyıllara aittir. XVI. yy. da Osmanlı kayıtlarında Arsen ismine rastlanılmaktadır, bu isim yöre sakinleri tarafından halen bu şekilde telaffuz etmektedir (Dursun, 2015 ve 2019).

Doğu Karadeniz sahil ilçesi olan Arsin 35 köy/mahalle yerleşkesinden oluşmaktadır (Şekil 1). Trabzon Büyükşehir statüsüne kavuşunca (2012) köylerin çoğu mahalle kapsamına alınmış, ancak incelenen bütün yerleşkelerin çoğu halen köy özelliklerini muhafaza etmektedir (Gürsoy, 2023). Arsin Harmanlı (20 km. doğusunda) ve Yanbolu vadileri arasındaki alanda yer almaktadır. İlçenin doğusunda Araklı, batısında Yomra, kuzeyinde Karadeniz ve güneyinde Gümüşhane Merkez ilçeye bağlı Dumanlı (Santa) köyü ile çevrilidir (Erbaş ve C. Erüz, 2019).

Bu çalışmada, Arsin yerleşkesindeki kırsal yapılarda kullanılan doğal taşlar (türleri, yapım tekniği ve mevcut yapı stoku) hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.



Şekil 1. Arsin ilçesi kırsal yerleşimleri

2. Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisinde Malzeme Kullanımı

Doğu Karadeniz bölgesinin coğrafik koşulları oldukça zordur. Bölge yapılarında yoğun kullanılan malzemeler taş ve ahşaptır. Bu malzemeler bazen tek, bazen karma şekilde kullanılmıştır Ahşap malzeme (bölgede gür ormanlardan elde edilen) ve taş malzemelerin (dere yataklarından ve taş ocaklarından elde

edilen), yöreye özgü yapım sistemiyle, doğaya minimum zarar veren, bulunduğu yere ait, kimlikli bir kırsal mimari yapısı oluşturulmuştur (Al Şensoy, 2022).

2.1. Arsin Kırsal Mimarisinde Doğal Taş Malzeme Kullanımı

Arsin kırsal mimarisinin biçimlenmesinde de doğal taş ve ahşap en çok kullanılan malzemelerdir. Mimaride kullanılan doğal taş, ilçedeki dere ve taş ocaklarından elde edilen bazalt, andezit, kireçtaşı, kumtaşı, kil taşı, dasit, riyolit ve granit kayaç doğal taş çeşitleridir. Bu taş çeşitlerinden kalker esaslı taşlar (kolay işlenebilme özelliğine sahip), andezit ve bazalt gibi dayanımı fazla, yapı taşı olmaya uygun çeşitleri, ilçe kırsal yapılarında ağırlıklı kullanılmıştır (Kandemir ve C. Erüz,2019). Bu taşlar farklı renklerde olup, ustanın becerisiyle uygun yapım sistemiyle bölgeye has kırsal mimari yapılarını oluşturmuştur.

Arsin ilçesinde kullanılan malzeme doğu Karadeniz kırsal mimarisine uyumludur. Ancak ilçenin sahil kodunda başlayıp 1800’li kodlara ulaşan sınırı nedeniyle yapı kültürü Karadeniz kırsal mimarisinin özellikleriyle başlayıp Gümüşhane Kırsal mimarisi kültürü ile bitmektedir. Sahilde taş ve ahşap malzemenin birlikte kullanımıyla oluşturulan yapım sistemi, üst kotta tamamen taş yapım sisteminin kullanıldığı bir yapılaşmaya dönüşmektedir. Üst kotlardaki yapılarda taş kullanımının artışı yanında duvar kalınlığı da artmaktadır. Aksine pencere ölçüleri, üst kotlardan alt kotlara doğru iklimsel sebeplerden dolayı büyümektedir. Arsin ilçesi alt ve orta kod yerleşimlerinde (Çiçekli, Çardaklı, Harmanlı gibi) daha küçük taş malzemeler bulunurken, Üst kodlarında (İşhan, Yolaç ve Üçpınar) genellikle büyük bloklar halindedir.

Bölgede olduğu gibi Arsin’de de doğal taşta kolayca erişilebilmektedir, ancak büyük boyutta kullanıma uygun taş malzeme ancak ilçenin üst kodlarında bulunan birkaç köyde bulunabilmekte, alt kodlarda ise daha küçük boyutta taş malzeme bulunabilmektedir. Yöreye uygun çözümler üreten ustaların malzemeyi iyi tanıma ve geliştirdikleri yöntemlerle bu sorun çözüme ulaştırıcı farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunun sonucu olarak bölgede bulunan taş boyutlarına uygun yapım teknikleri geliştirilmiştir. Arsin ilçesinde doğal taş, sahil ve orta kısımlarda az ve parçalı, üst kısımlarında (Yanbolu vadisinde) ise çok ve blok kullanıma uygun olarak bulunmaktadır. Arsin’de bulunan doğal taş çeşitleri bazalt, andezit, kireçtaşları (kalın, masif tabakalı, gri renkli, kırmızı renkli, blok ve ince) kumtaşı, kil taşı, dasit, riyolit ve granitik kayaç malzemelerdir. Yapılarda çoğunlukla kolay işlenebilen kalker esaslı taşlarla andezit ve bazalt gibi daha sert taşlar kullanılmıştır (Kandemir ve C. Erüz, 2019).

Arsin (Yanbolu havzası) güneyindeki köylerinde kolay işlenebilen taş malzemenin bol olduğu yerlerde ahşap-taşın birlikte kullanılmasından ziyade taşın daha ağırlıklı kullanımı görülmektedir. Taş malzemenin çok oluşunun yanısıra tarihi Santa yerleşimi (Gümüşhane il sınırları içinde) sivil mimari yapı kültüründen de büyük ölçüde etkilendiği görülmektedir (G. Erüz, 2009).

Doğal taş ve ahşabın birlikte kullanıldığı yapılarda, yerleşimde hangi malzeme çeşidi yakın çevrede fazlaysa, malzeme kullanım oranları lehine değişmektedir. İlçe tarihi yapılarında malzeme özellikleri, kullanılma şekli, coğrafik koşullar dikkate alınarak bölgeye uygun en sağlıklı öneriler geliştirilmiştir.

2.2. Arsin’de Doğal Taş Kullanılan Yapım Sistemleri

Arsin kırsal yapılarında taş kullanılan yapım sistemlerini “Çatma yapı sistemi” ve “karma” ve ‘taş’ olmak üzere üç grupta toplayabiliriz. Sahil ve orta kotlardaki yerleşimlerde, genellikle çatma ve karma yapım sistemi, üst kot konut ve kamusal yapılarda (cami, okul, çeşme, fırın, vd.) tamamen doğal taş kullanılan yapım sistemleri uygulanmıştır (G. Erüz, Türkmen, Demirkır, İnce ve Yıldırım, 2019).

A- Çatma yapım sistemi (Ahşap karkas/ İskelet)

Çatma yapı tekniği, küçük taş malzeme (parçalı, kırıklı) ve ahşap malzeme (ahşabın kolay bulunabildiği orman alanlarında) ile oluşturulan yapım sistemidir. Arsin (alt ve orta kot) yerleşimlerinde geliştirilmiş bir duvar yapım tekniğidir. Çatma yapım sistemi, ahşap Karkas veya iskelet yapım sistemi olarak da adlandırılır. Bu yapım sisteminde, yapı yükünü temel duvarına ileten taşıyıcı elemanlar, düşey olarak kullanılmaktadır. Çatma sistem dış duvar yapımında, yüzey boşluklarının ahşap ya da taş malzeme ile doldurulduğu farklı uygulamalar görülmektedir. Duvar yüzeyine taşın kullanıldığı dolgular “Göz Dolma” “Muskalı Dolma” ve ‘Bağdadi’ olarak adlandırılmaktadır.

Göz dolma yapım sistemi

Göz dolma yapım sistemi; taş ve ahşap malzemenin bir arada kullanıldığı yapım sistemidir (Şekil 2). Yapım tekniği nedeniyle göz dolma sökülüp takılma özelliğine sahiptir. Doğu Karadeniz yerleşkelerinde küçük farklılıklar olsa da genel uygulama şekli moloz taş duvar üzerine kurulan yatay ve düşey (ana ve ara) ahşap taşıyıcılar ile dikdörtgen göz biçiminde cephe oluşturma şeklindedir.

Bu gözler bazen tek, bazense çok sayıda küçük taş ile doldurulur (Demirrenk ve Erarslan, 2018). Çevreden elde edilen taşlar (her yerde farklı renk dokusu ve ton farkına sahip olabilen), ahşap karolaj (koyu renkli) içine yapının estetik etkisini artıracak şekilde oturtulur (Aydın ve Lakot, 2014). Göz dolma duvarlar; gelişen teknoloji, yapımda kullanılan taş malzemenin azalması gibi nedenlerle yerini zamanla “muskalı dolma” ve “caka tura” yapım sistemlerine bırakmıştır (Demirrenk ve Erarslan, 2018; G. Erüz, vd., 2019).

Arsin kırsal yerleşimlerde göz dolma sisteminin uygulanma yer ve şeklini açıklarsak; alt kot yerleşimi (kıyı yerleşimi) yapılarında yaygın olarak uygulanmıştır. Ahşap malzeme (3x10 veya 5x10) ile oluşturulan kutu boşluk (17x22 veya 20x25 boyutlarında) göz dolma yüzeyinin strüktürünü oluşturur. Bu kareye yakın dikdörtgen kutulara aynı form verilen dere taşları (yassı vb.) yerleştirilir. Ahşap strüktürle taş malzeme arasında oluşan küçük boşluklar sıvanarak (kireç harcı ile) doldurulur. Arsin’de günümüze ulaşan, sağlam göz dolma yapı örneği çok az sayıdadır (G. Erüz, vd., 2019).



Şekil 2. Göz dolma yapım sistemi örneği.

Muskalı dolma yapım sistemi

Muskalı dolma yapım sistemi genel kuruluş olarak göz dolması ile aynıdır (Şekil 3). Ancak farklı olarak ahşap geçme yerine metal bağlayıcı kullanılarak

cephede oluşturulan yapı sistemidir (Demirrenk ve Erarslan, 2018; G. Erüz, vd., 2019).



Şekil 3. Muskalı dolma yapım sistemi örneği.

Muskalı dolma yapım sisteminde, göz dolma gibi cephe de yatay, düşey ana ve ara taşıyıcılar aynen uygulanır. Ancak muskallı dolma cephe yüzeyinin düşey taşıyıcıları, 22-25 cm. ara ile yerleştirilir ve aralarına yerleştirilen ahşap parçalar ile üçgenler oluşturulur. Bu ahşap parça çivilerle (fabrika ürünü) yerine tespit edilerek, yapım sürecini de kısaltıcı rol oynamıştır. Bu üçgen boşluklar içine konulan küçük taş parçaları, kireç harç kullanılarak yüzeye sabitlenir. Muska dolma sistemde, ahşap malzeme cephede etkileyici görünüm sağlamaktadır (Demirrenk ve Erarslan, 2018; G. Erüz, vd., 2019) .

Bu sistemde ahşap malzeme, çivi ile sabitlendiğinden cephe sökülüp takılma özelliğini kaybetmiştir. Bu sebeple muskallı dolma sistemi, göz dolma sistemden sonra geliştirilmiş olmasına rağmen gelişmiş bir sistem olarak değil, yapım işlemini basitleştiren ve süreci kısaltan bir sistem olarak düşünmek daha doğru olacaktır (G. Erüz, vd., 2019).

Bağdadi/Çaka Tura yapım sistemi

Bağdadi veya çakatura yapım sistemi; Doğu Karadeniz’de bölgeye göre farklı (Artvin ve civarında *çakatura*) adlandırılmaktadır. Bu yapım sistemi kuruluş ve strüktür akımından muskallı sistemin bütün özelliklerini göstermektedir.

Muskalı dolma cephe tekniği artık daha pratik uygulanır hale getirilmiştir. Cephe duvarı subasman veya bodrum kat seviyesine ulaştıktan sonra, yatay ve dikey doğrultuda duvar taşıyıcı direkler birleştirilir. Bu taşıyıcılar (ana ve ara) arasına yerleştirilen 22-25 cm aralıklı dikmelerle cephe yüzeyi oluşturulur. Bu dikmeler arası ya muskalı dolma sistemdeki gibi küçük taşlarla ya da çamur vb. çevrede bulunan malzemelerle doldurulur. Daha sonra dış duvar sistemini bağdadi çitalarıyla ya da çitalar olmadan sıvanır (Demirrenk ve Erarslan, 2018; G. Erüz, vd., 2019).



Şekil 4. Bağdadi yapım sistemi örneği

B. Karma yapım sistemi.

Karma yapım sistemi; birkaç sistemin bir arada kullanıldığı bir yapım sistemidir. Karadeniz’de oldukça sık rastlanan bir sistemdir. Dış duvarların kuruluşunda bölgede uygulanan yapım sistemlerinden (blok ahşap dolma, göz dolma, muskalı dolma ve çaka –tura) en az ikisinin ya da yığma ve karkas yapım tekniğinin, birlikte kullanıldığı yapılara verilen addır. Temel ya da bodrum kat duvarları kagir yığma sistemde yapılıp, üst katta ise ahşap karkas ve ahşap yığma sistem kullanılmaktadır. İkinin bir arada kullanıldığı örneklerde vardır (G. Erüz, vd., 2019) (Şekil 5).



Şekil 5. Karma yapım sistemi örneği

C. Taş yapım sistemi

Tarihi yığma yapılarda kullanılan doğal taş malzeme; moloz taş ve kesme taş (düzgün yonu) olarak iki şekilde uygulanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Taş yapım sistemi örneği (moloz taş)

Arsin’de yakın çevrede çoğunlukla küçük taş malzeme bulunması nedeniyle moloz taş yapım sistemi kullanılmıştır. Kesme taş yapım sistemi yapımı için gerekli olan büyük taş blokların az olması nedeniyle cephe kaplaması, pencere kenarı ve bina köşesi gibi özellikli kısımlarda kullanılmıştır (Şekil 7). Kesme taş yapım uygulamalarına yerleşimlerdeki cami, çeşme, fırın, değirmen, köprü,

mezar taşları gibi kamusal yapılar da örnek verilebilir. Kamusal yapılar çevrede uygun malzeme olmasa da kesme taş olarak yapılmışlardır (G. Erüz, vd., 2019).



Şekil 7. Taş yapım sistemi örneği (kesme taş)

3. Doğal Taş Kullanılan Yapı Çeşitleri

Arsin kırsal mimari yapı özelliklerini barındıran, 420 konut, 63 fırın, 20 çeşme, 23 cami, 10 dükkân, 16 değirmen, 10 okul , 17 köprü yapı ve az haraba sahip yapılarda doğal taş kullanılan yaklaşık 600 yapıda inceleme yapılmıştır (G. Erüz, Dursun, C. Erüz, Türkmen , Demirkır, İnce, Yıldırım ,2019).

Konut

Arsin’de en büyük yapı stoğunu konutlar oluşturmaktadır. Konutlar genellikle 2 bazen ise 3 katlı olarak yapılmışlardır (Şekil 8).



Şekil 8. İki ve üç katlı konut örneği

Konutlar; aşhane, hayat, yatak odası, konuk odası, koridor, hamamcık, banyo, ahır (bodrum kat), depo (ihtiyaç durumuna göre çatı arasında)

bölümlerden oluşmaktadır. Konutlarda güvenlik (bodrum kat duvar ve kirişler), nem koruma (aşhane, banyo, bodrum, toprakla temas eden zemin döşemesi)) ve ateşe dayanım (aşhane duvar ve ocaklık kısmı) gerektiren kısımlar her zaman taştan yapılmıştır (Şekil 9)



Şekil 9. Arsin konut örnekleri

Fırın

Fırınlr, evlerin içinde aşhane (yer ateşi kısmında) kısmında ya da dışarda eve bitişik yapılmıştır. Arsin kırsal fırınları mısır, meyve kurutma, ekmek, pide ve yemek yapımı amaçlı kullanılmıştır. Fırın yapımı için kullanılan malzeme, ateşe dayanıklı olan doğal taş malzemedir. Fırınlr taş yapım sistemi olan kesme ya da yığma taş tekniği kullanılarak yapılmışlardır. Günümüzde sağlam durumda olanlar, bu kültürü halen kullananlar tarafından kullanılmaktadır (şekil 10).



Şekil 10. Arsin fırın örnekleri

Çeşme

Çeşmeler, kamusal yapılar grubunda olan diğer yapılar gibi tamamen doğal taştan yapılmıştır. Tüm coğrafyalarda zor coğrafik koşullara dayanım ve su barındırması nedeniyle çeşmeler taş malzeme ile yapılmaktadır. Arsin

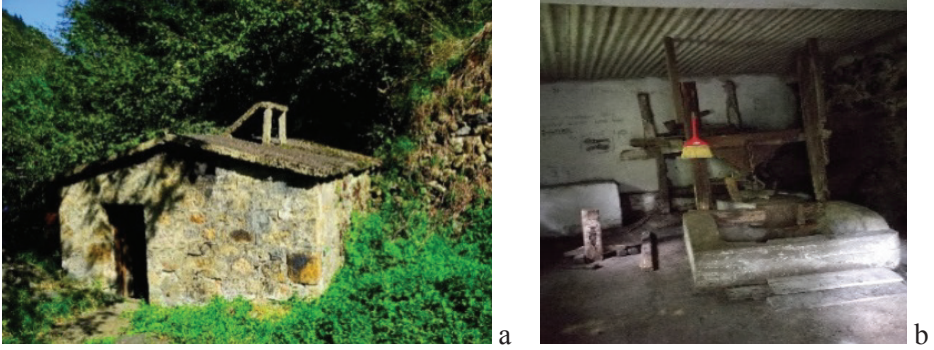
kırsalındaki çeşmeler yol üstünde ya da konut yerleşimine yakın olup, taş işçiliği, süsleme öğeleri yönünden zengin, üzerinde yazı bulunan çok çeşit örnekler mevcuttur (Şekil 11).



Şekil 11. Arsin çeşme örnekleri

Değirmen

Değirmen yapıları, tarım ürününün bol olduğu kırsal bölgelerde, coğrafik koşullara göre su ve rüzgâr (günümüzde mekanik) gücü kullanılarak çalıştırılmışlardır. Arsin geçmişi tarım ürünlerine (buğday, arpa, mısır vb.) dayalı üretim yapan bir yerleşimdir. İlçede, özellikle Yanbolu havzasında suyun bol olması (hemen hemen her mahallede), tarım alanlarının geniş ve bereketli olması nedeniyle bunları işleyebilmek amacıyla yapılan değirmen sayısı fazladır. Ürünün bolluğunu temsil eden çeşitli ebatlardaki dink taşına (tek, iki ya da üç un öğütme taşı ve yarma için) sahip çok değirmen vardı. Bu değirmenler ‘su değirmenleri’ olarak adlandırılan (su kenarında ve su gücü ile çalışan) çeşittir. İlçedeki nüfusun kentlere göçü, kırsalın terk edilmesi nedeniyle tarıma dayalı üretim ticari amaçlı değil, ailenin kendi ihtiyacını karşılayacak boyutta yapılmaktadır. Günümüzde tarım ürününün azalması nedeniyle, değirmenlerin çoğu kullanılmamaktadır. Değirmen yapıları kamusal yapı olması ve suyla teması nedeniyle dayanımının olması için taş malzemeden yapılmıştır. (Şekil 12 a,b).



Şekil 12. Değirmen dış (a) ve iç görünüm (b)

Han ve Dükkân

Ticaret veya başka nedenlerle yörede ana yollardan geçen insanların konaklama, yeme-içme ve alışveriş ihtiyaçlarının karşılandığı yapı ya da yapı topluluğudur. Günümüzde çoğu yıkılmış olmakla birlikte sağlam durumda olan dükkânlar tespit edilmiştir. Bu yapılar çevredeki yapı malzemesine göre de ahşap taş karma yapım sistemleri ya da tamamen taş malzeme kullanılarak yapılmıştır (Şekil13 a,b).

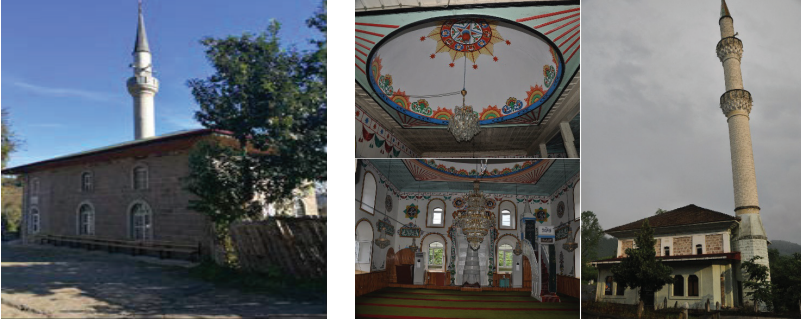


Şekil 13. Arsin, tarihi han (a) ve dükkân (b)

Cami ve Mescit

Arsin ve çevresi, Trabzon'un Fatih Sultan Mehmet tarafından fethi ile Müslüman halkın yerleşimine açılmıştır. Halkın ibadeti için, öncelikle küçük ebatlı mescit ve camiler yapılmışlardır. Bu yapılar önceleri ahşap ve yığma taş olarak yapılırken, 18. yy.'dan itibaren nüfusun artışına bağlı olarak daha büyük ve kesme taştan yapılmaya başlanmıştır. Günümüze ulaşan bu camilerin

dış duvarları, mihrap ve giriş zemini taş olup 19. yy. sonu, 20. yy. başlarına tarihlendirilmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Cami dış ve iç görünüm

Okul ve Mektep

Okul yapıları 1920-45 döneminde taştan yapılan, yakın zamana kadar kullanıldıkları için günümüze sağlam ya da az harap şekilde ulaşmış yapılardır. Mektep ise mahalle camisine bitişik, geleneksel mimari ürünü kuran kursu eğitimi verilen binalardır (Şekil 15).



Şekil 15. Okul örnekleri

Mezar taşı

Arsin'de her yerleşke içerisinde mezarlık bulunmaktadır. Osmanlı döneminde yerleşilen bu köylerdeki mezarlıklarda 20.yy. öncesine ait mezar taşları bulunmaktadır. Mezar taşları doğal taştan yapılmış olup, taşta kişiye ait çeşitli bilgiler (doğum yılı, meslek, aile unvanı, sosyal statü, ikametgâh gibi) yazılmıştır (Dursun, 2019). Ayrıca mezar taşına sarık, başlık, fesli gibi biçimler verilip, üzerine işlemler yapılmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Mezar taşı örnekleri

Köprüler

Arsin köyleri birbirlerine bol suya sahip, derin dereler üzerindeki köprülerle bağlanmaktadır. Taş ve ahşaptan yapılan bu köprülerden günümüze taş köprüler ulaşabilmiştir. Kesme taştan yapılan bu kemerli köprüler, zor coğrafik koşullara ve suya dayanıklı yapılardır (Şekil 17).



Şekil 17. Köprü örnekleri

4. Sonuçlar ve Öneriler

Doğu Karadeniz kırsal mimarisi ile ilgili çok çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, Arsin özelinde yapılmış çalışma oldukça azdır. Çalışmada Arsin kırsal mimari yapılarında doğal taş kullanımı hakkında bilgi verilmiştir.

Arsin yerleşkesinde bulunan doğal taş çeşitleri, bazalt, andezit, kireçtaşı, kumtaşı, kil taşı, dasit, riyolit ve granit malzemelerdir. Yapı taşı seçiminde çoğunlukla en yakın ocaklarda bulunan taşlar kullanılmıştır. Bu tespitimiz Dal ve Yardımlı (2021)'nin çalışması ile uyumluluk göstermektedir.

Yöredeki doğal taşlardan, yapı taşı olmaya uygun, dayanıklı ve işlenebilir özelliğe sahip olan, kalker esaslı taşlar, andezit ve bazalt türleri yapılarda daha

çok kullanılan türlerdir. Bu durum, Sümerkan (1989) nın Doğu Karadeniz ile ilgili yapmış olduğu çalışma ile uyumludur.

Arsin’de doğal taş kullanılan yapım sistemleri ‘çatma, karma ve taş yapım sistemleri’ olarak sınıflandırılabilir. ‘Çatma’ ve ‘karma’ yapım sistemi, alt ve orta kot yerleşimlerde cephe duvar yapımında kullanılmıştır. ‘Doğal taş’ yapım sistemi ise, Yanbolu havzası üst kot köy yapılarının tümünde ve tüm kırsal yerleşimlerdeki (fırın, çeşme, değirmen, han/dükkan, mescit/cami, okul, mezar taşı ve köprü gibi) dayanıklılık ve ihtişam sağlanmak istenen yapılarda kullanılmıştır. ‘Çatma ve karma yapım sistemi’, küçük (kırıklı) taş ve ahşap malzemenin (orman bölgesine yakınlığı nedeniyle) bol olduğu yerleşimlerdeki yapılarda kullanılmıştır. Doğal taş, ayrıca yapı süslemelerinde de kullanılmıştır. Üst kottaki yerleşimlerin taş yapım sistemi, sınır olduğu tarihi yapı kültürü Dumanlı (Santa) köyü ile benzeşmektedir. Üst kotlardaki köylerden alt kotlardaki köylere inildikçe, duvar kalınlığı ve taş kullanımı azalmakta, taş ve ahşabın birlikte kullanıldığı ya da yalnızca ahşap kullanımının olduğu yapılar artmaktadır (G. Erüz, vd., 2019).

İlçe kırsal mimari özelliklerini gösteren 500’e yakın tarihi yapı (konut, köprü, cami, kilise, kale vd.) az tahrip olmuş veya sağlam durumda bulunmaktadır (Erbaş ve C. Erüz, 2019). Bu yapılar, bölgede bulunan yapı taşı çeşitlerini ve taş ile yapılan yapım sistemlerine iyi örneklerdir. Arsin’in, Trabzon merkezine yakın, tarihi Santa yolu üzerinde olması, coğrafik ve tarihi yapı stoğu açısından, Arsin Yanbolu-Santa-Taşköprü-Deveboynu havzası, Trabzon ve Gümüşhane’nin yeni bir turizm destinasyonu olmaya adaydır. Ancak yöre halkı tarafından, yapılara değişiklik ve eklemeler yapılması, yapı özelliklerini ve bölgenin özgün mimarisini bozmaktadır.

İlçe de acilen disiplinler arası bir çalışma ile (tarih, arkeoloji, sanat tarihi, vb.) mevcut değerlerin tescillenmesi ve kayıt altına alınması gereklidir. Yerel halk bilinçlendirilerek, sivil toplum, kamu kurumları ve yerel yönetimler birlikte çalışarak bölge için en uygun koruma/kullanma planlaması yapılmalıdır.

Uzman bir ekip önerileri doğrultusunda, bölge kırsal mimari yapılarına uygun restorasyon yapılmalıdır.

Kültürel mirasımızın korunması ve geçmişten emanet aldığımız bu değerleri, gelecek kuşaklara aktarmamız bir zorunluluktur.

Not: Bu çalışmada Doğal ve Tarih Değerleri Koruma derneğinin, Arsin Belediyesi için hazırladıkları, Arsin Tarih, kültür ve Doğal değerler envanter projesinden yararlanılmıştır.

Kaynakça

Al Şensoy, S. (2022). Bir Kültür Mirası Olarak Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi, Y. M., Alptekin (Ed.), *Doğu Karadeniz'de Toplum ve Kültür II* (ss.15-49), Ankara: Astana Yayınları.

Aydın, Ö. ve Lakot Alemdağ, E. (2014). Karadeniz Geleneksel Mimarisinde Sürdürülebilir Malzemeler: Ahşap ve Taş. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* Cilt:7, Sayı: 35. ss. 394-404.

Başkan S. (2008) (Geleneksel Doğu Karadeniz Evleri, *Erdem, İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, Sayı 52, ss. 41 – 90.

Boğaziçi Yakut, A. (2019). Terk Edilmekte Olan Kırsal Mimari Miras: Ödemiş- Karadoğan Köyü, *Sanat Tarihi Dergisi*, XXVIII/1, ss. 119-137.

Dal, M., Yardımlı, S. (2021). Taş Duvarlarda Yüzey Bozunmaları, *Kent Akademisi*, 14 (2), ss. 428-451.

Demirrenk, E.İ. ve Erarlan, A. (2018). Geleneksel Rize İkizdere evlerinin plan tipolojisi ve yapım sistemi açısından incelenmesi, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, S.50, ss.47-66.

Dursun, Y. (2015), *Trabzon Eyaleti'nde Kırsal Yerleşim: Yomra Nahiyesi Örneği (1461 – 1682)*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

Dursun, Y. (2019). Arsin Tarihi, C. Erüz (Ed.), *Arsin Tarih, Kültür ve Doğal değerler* (ss.37-64), Ankara: Artı6 Medya tanıtım.

Erbaş, S. ve Erüz C. (2019). Arsin İlçesinin Coğrafik Özellikleri, C. Erüz (Ed.), *Arsin Tarih, Kültür ve Doğal değerler* (ss.15-30), Ankara: Artı6 Medya tanıtım.

Erüz, C. (2018). Arsin Envanter Projesi Raporu. Arsin Belediye Başkanlığı.

Erüz, C. (Ed.). (2019). *Arsin: Tarih, Kültür ve Doğal Değerler*. Arsin Belediyesi.

Erüz, G. (2009), “Gümüşhane Kurum Vadisi Maden Köyü Yerleşmeleri”, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon.

Erüz,G.,Türkmen S.,Demirkır L.,İnce M., Yıldırım Z. N., (2019). Arsin İlçesi'nde Mevcut Tarihi ve Mimari Değerler, C. Erüz (Der.), *Arsin Tarih, Kültür ve Doğal değerler* (ss.65-128), Ankara: Artı6 Medya tanıtım.

Erüz,G., Dursun, Y., Erüz, C.,Türkmen S.,Demirkır L.,İnce M., Yıldırım Z. N., (2019). Arsin İlçesi Nitelikli Kamusal Yapıları, C. Erüz (Der.), *Arsin Tarih, Kültür ve Doğal değerler* (ss. 131-168), Ankara: Artı6 Medya tanıtım.

Gürsoy, Ç. (2023). *Geleneksel Bilginin Değişimi ve Dönüşümü: Cudibey ve Elmaalan Mahalleleri Örneği*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Kandemir, R. ve Erüz C. (2019). Arsin İlçesi Jeolojik Yapı Jeosit- Doğa Turizmi Potansiyeli Olan alanlar. C.Erüz (Der.), *Arsin Tarih, Kültür ve Doğal değerler (ss.171-180)*, Ankara: Artı6 Medya tanıtım.

Kara, H., G. (2009). *Tarihi Yiğma Yapıların Taşıyıcı Sistemleri, Güvenliğin İncelenmesi, Onarımı*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Sümerkan, M. R. (1989). Gelenekselden Betonarmeye Trabzon Kırsal Mimarlığı, *Mimarlık Dergisi*, 234(2), ss. 82-86. Sümerkan,

Sümerkan, M. R. (1990). *Biçimlendiren Etkenler Açısından Doğu Karadeniz Kırsal Kesiminde Geleneksel Evlerin Yapı Özellikleri*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon.

BÖLÜM IV

KONYA-SİLLE (ANDEZİT-ANDEZİTİK TUF) TAŞININ SÜRDÜRÜLEBİLİR CEPHE KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK YAPILARDA KULLANIMI

Use of Konya-Sille (Andesite-Andesitic Tuff) Stone in Buildings as a Sustainable Facade Cladding Material

Bedra Çeşminaz KAR¹ & Mustafa DERELİ²

*¹(Mimar) Necmettin Erbakan Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya
e-mail: bedracesminazkucuk@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-4881-142X*

*²(Dr. Öğr. Üy.), Necmettin Erbakan Üniversitesi,
Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi,
Mimarlık Bölümü, Konya
e-mail: mustafa.dereli@erbakan.edu.tr
ORCID: 0000-0003-4678-873X*

1. Giriş

Sürdürülebilirlik, son dönemde gündemden düşmeyen bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji kaynaklarının tükenme noktasına gelmesi, yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımı sonucu ortaya çıkan kirlilik, bu kirliliğin oluşturduğu çevre sorunları ve her şeye rağmen gelişen dünyanın artan enerji talebi insanları bu konu hakkında düşünmeye ve çözüm üretmeye mecbur kılmıştır. Bu bağlamda yapılacak olan her yeni üretimin sürdürülebilir ve çevre dostu olması önem kazanmıştır. Gelişen dünya ve artan nüfusla birlikte hız kesmeden devam eden yapılaşma faaliyeti, ülkemizi ve dünyamızı son derece ilgilendiren enerji sorununun en büyük pay sahibidir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 'nın yayınladığı bir raporda yapıların; inşası ve kullanımı sırasında

harcadığı enerjiler toplandığında, tüm dünyada tüketilen enerji miktarına %40, CO₂ salınımına ise %36 oranında katkıda bulunduğu ifade edilmiştir (International_Energy_Agency, 2022). Gelişen dünya ve artan nüfusla birlikte yapılaşma ve şehirleşmenin hız kesmeden devam edeceği düşünüldüğünde bu yüzdelerin artması kaçınılmaz olacaktır. Oranların bu kadar büyük olması yapı üretim faaliyetleri konusundaki sürdürülebilirlik ve enerji tasarrufu için yapılacak her atılım ve çabayı değerli kılmaktadır. Günümüzde bu amaçla yürütülen birçok araştırma bulunmasına karşın halen binaların çoğunda çok fazla enerji tüketilmektedir. Oysa Anadolu topraklarına baktığımızda yerel mimarinin, geleneksel yapı örneklerinin bu konuda bizden çok daha ileride oldukları görülmektedir. Sahip oldukları birçok özellik sayesinde çevreye etkileri en az olacak şekilde ısınma, soğuma ve havalandırma ihtiyacını karşılamaktadırlar (Yüksek & Esin, 2009). Bu alanlar şu anda günümüz yapılarında en çok enerji tüketen alanların başında gelmektedir. Yapıların sürdürülebilir olmasındaki en önemli etkenlerin başında yapı malzemesi gelmektedir. Bunun sebebi yapının yaşam döngüsünde malzemeyle ilgili alanlarda çok fazla miktarda enerji tüketmesidir. Yapılan bir çalışmayla, yapının yaşam döngüsü boyunca harcadığı enerjinin %20'sinin malzeme kaynaklı olduğu ortaya çıkmıştır (Adalberth, 1997). Yapı malzemelerinin doğal ve yerel malzemelerden seçilmesi bu enerji oranını düşürecek parametrelerin başında gelir. İşçiliklerinin kolay olması, çok az enerjiyle yapıdaki konumlarını alabilmeleri ve nakliye sürecinde de çok fazla enerji gerektirmediklerinden sürdürülebilir tercihlerdendir (Yüksek & Esin, 2009). Doğal ve yerel yapı malzemesi denildiğinde ise akla gelen ilk malzeme taştır.

Doğal taşlar insanlık tarihi boyunca yapı üretim faaliyetinin ayrılmaz bir parçası olmuşlardır. Kadim tarihi eserlerin pek çoğunun taştan inşa edilmiş olması doğal taşlara “yapı taşı” olarak bakmamızı sağlamıştır. Bu eserlerin ortak özellikleri yıllara meydan okuyarak günümüzde varlıklarını tüm ihtişamlarıyla koruyor olmalarıdır. Bu sebeptendir ki mimari eserlerde taş kullanımı, her medeniyet ve kültürde karşımıza çıkar. Taşların tarihini incelemek bir bakıma mimarlık tarihini incelemek gibidir denebilir (Farrelly, 2007).

İnsanlık tarihinde böylesine önemli bir yer tutan doğal taşlar, kültür ve medeniyet özelinde de bulunduğu bölgenin tarihsel sürecinin tanığı ve somut birer delili olmaları hasebiyle oldukça önemlidir. Kültürün vazgeçilmez mimari eserlerinin parçaları olan taşlar, bir anlamda “milli taş” niteliğini kazanmışlardır (Kazancı & Gürbüz, 2014). Ülkemize baktığımızda hem jeolojik hem de kültürel anlamda milli taşlar bakımından çok zengin olduğunu görmek mümkündür.

Yerel taş kaynaklarından yapılan yapılarla ilgili literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Dal & Tokmak, 2020; Dal & Umaroğulları, 2014). Kendi bölgesinin doğal taşı kullanılarak yapılmış sayısız cami, kervansaray, medrese, kilise ve konut yapıları bulunmaktadır. Bunun en güzel örneklerinden biri kadim Selçuklu başkenti Konya'nın tarihi yerleşim yerlerinden biri olan Sille'dir.

Konya şehri, insanlık tarihi boyunca medeniyetin en önemli şehirlerden biri olarak var olagelmıştır. Günümüzde bilinen en eski ve en gelişmiş Neolitik yerleşim merkezi olan Çatalhöyük, yemek kültürünün başladığı, insanların tarım yaparak yerleşik hayata geçtiği, barınma ihtiyacını karşılamak için yapı üretim faaliyetinde bulunduğu medeniyetin başlangıç noktasıdır. Şehrin merkezinde bulunan Alaaddin Tepesi ise M.Ö. 2000 yıllarından itibaren çeşitli medeniyetlere ev sahipliği yapmış bir höyüktür. Bu medeniyetlerin arasında Frigler, Romalılar, Bizanslılar, Selçuklu ve Osmanlıların bulunduğu kazılarla ortaya çıkmıştır. Neolitik çağdan beri farklı kültür ve toplumlara ev sahipliği yapmış olan şehir, farklı üretim ve yapım teknikleri ile meydana gelen birçok mimari eseri de bünyesinde barındırır. Anadolu'daki en eski Hristiyan yerleşim bölgeleri ve kiliseleri de Konya şehrinde bulunan medeniyet izlerindedir (Konya_İl_Kültür_ve_Turizm_Müdürlüğü, 2023). Konya'nın kuzeyinde yer alan Sille, Romalılar zamanından beri kullanılan bir tarihi yerleşim yeridir. Bölgede yapılmış hemen hemen her yapıda karşımıza çıkan karakteristik bir öge halini almış Sille Taşı, volkanik faaliyetler sonucu oluşmuş andezitik-dasitik bir tüf çeşididir (Saydan, 2015). Rumlardan beri inşa faaliyetlerinde kullanılan taş, özellikle Bizans döneminde yapılan kilise ve manastırların ana yapım malzemesidir. Bunlardan en önemlileri Hristiyanlar tarafından kutsal kabul edilen Ak Manastır ve Aya Elena Kilisesi'dir (Eyice, 1966). Konya kent merkezine baktığımızda başta Amber Reis Cami, Konya Gazi Lisesi, Karatay Medresesi, Augustus Oteli, İnce Minare Medresesi ve Saint Paul Kilisesi olmak üzere yine birçok yapıda bu taşın kullanıldığı görülmektedir (Fener & İnce, 2015). Halen restorasyon faaliyetlerinde de kullanılan bir malzeme olarak karşımıza çıkar. Tarihi bu kadar köklü ve kullanım alanı bu kadar geniş olan bir taşın elbette ki kültürümüzdeki yeri tartışılmazdır.

Şehrin sahip olduğu bu zenginliğin sadece tarihi eserlerle sınırlı kalmaması istenmiş bu sebeple bu çalışmada Sille Taşının günümüz yapılarında cephe kaplama malzemesi olarak kullanımı konusu sürdürülebilirlik bağlamında incelenmiştir. Başlangıç olarak Sille Taşı hakkında yapılmış kimyasal, mekanik ve mineralojik analizler konusunda bir literatür araştırması yapılmıştır. Birçok farklı kaynaktan ulaşılan veriler derlenmiştir. Sonrasında analizlerin sonuçları

ve bu sonuçların sürdürülebilir bir kaplama malzemesi kullanımına etkileri değerlendirilmiştir. Olumlu sonuçlar ifade edilmiş olumsuz sonuçların çözümü hakkında yöntemler önerilmiştir. Çalışmanın amacı bu denli önemli ve tarihi bir yapı malzemesinin, sürdürülebilirliğin gündemimizde olduğu bu dönemde ve sonrasında kullanılacak uygun malzemelerden biri olup olmadığını incelemek ve sonuçları literatüre kazandırmaktır. Sürdürülebilir malzeme denildiğinde birçok alternatif bulunacaktır ancak yerel mimari dokuda hâkim olan yapı malzemesinin yeni uygulamalarla tekrardan yapı cephelerinde kullanımının en değerli anlayış olacağı düşünülmektedir. Geleneksel mimaride gözlemlenen sürdürülebilir yapı malzemesi ve uygulamaların günümüzde yitirilen öneminin, bu ve ardıl çalışmalar sayesinde tekrardan arttırılması hedeflenmiştir.

2. Yöntem

Çalışmada Sille Taşı hakkında yapılmış olan akademik yazınlar incelenmiş ve literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen verilerin yapı malzemesi özellikleri bakımından ne anlama geldiği analiz edilmiştir. Bu doğrultuda cephe kaplama malzemesi olarak kullanılacak Sille Taşının bazı etkilere karşı zayıf yönleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda sürdürülebilir bir cephe kaplama malzemesi olarak Sille Taşının kullanılması durumunda özelliklerinin nasıl geliştirileceği yönünde araştırmalar yapılmış ve tartışma bölümünde bu konular ele alınmıştır. Özetle çalışma konusu Sille Taşının cephe kaplama malzemesi olarak kullanımının mümkün olup olmadığı mevcut deneysel çalışmaların analizleriyle belirlenecektir.

3. Bulgular

Sille Taşı, yöredeki pek çok cami ve tarihi binada yapı taşı olarak kullanılan Sille ve civarındaki taş ocaklarından çıkarılan bir taş türüdür (Aklanoğlu, 2009). Taş ocağı manasına gelen “ken” kelimesi sebebiyle halk arasında “kentaşı” olarak da adlandırılan Sille Taşı, bir çeşit andezitik tüf olarak sınıflandırılır. Andezit taşlar, uzun ömürlü ve homojen renkli yüzeyleri, çekiçle işlenmiş, kaba yontulmuş, silinmiş veya cilasız pek çok farklı yüzey biçimleri ile doğal taş kullanıcılarının ilk tercihleri arasındadır (MTA, 2022). Andezitlerden yüksek, tüflerden düşük gözenekliliğe sahip olması sebebiyle nispeten kolay işlenebilen ve bu sebeple de yapım ve kaplama malzemesi olarak tarih boyunca tercih edilmiş bir taştır (Kazancı & Gürbüz, 2014).

3.1. Sille Taşının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sille Taşı hakkında yapılmış en kapsamlı araştırmalardan biri Saydan'ın (2015) çalışmasıdır. Bu çalışmada andezitik tüfler (Sille Taşı) hakkında deneyler sonucu elde edilen veriler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Andezitik Tüfün Özellikleri (Saydan, 2015)

Yapı Malzemesi	Su İçeriği (%)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Basınç Dayanımı (N/mm ²)	Eğilme Dayanımı (N/mm ²)
Andezitik Tüf	3,19	2,4	4,52	5,09

Sille Taşı özelinde yapılan bir başka çalışma ise Öztürk'ün seramik endüstrisi için kullanımını sorgulayan çalışmasıdır (Öztürk, 2018). Yine bu çalışmada elde edilen kimyasal analiz verileriyle andezitik tüfün karşılaştırması Tablo 2'de verilmiştir. Verilerden anlaşıldığı üzere iki malzemenin de değerleri birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çalışmanın sonucunda, gözenekli yapıya sahip kayaçların içerisine aldığı suyun donması ve sonrasında çözünmesi sonucu bozulmaya uğradığı, bu donma çözünme olayı esnasında kayaçların bünyesinde mikro çatlaklar meydana getirdiği, andezitik tüfün petrografisi sonucu ısı yalıtım özelliğine sahip olduğu ve porozite değeri yüksek numunelerin durabilitesinin azaldığı ifade edilmiştir (Saydan, 2015).

Tablo 3.2. Andezitik Tüf ve Sille Taşının Kimyasal Bileşen Analiz Değer Yüzdeleri (Öztürk, 2018; Saydan, 2015)

Bileşen	Andezitik Tüf	Sille Taşı
SiO ₂	58,30	64,50
Al ₂ O ₃	19,14	16,40
Fe ₂ O ₃	4,76	3,24
MgO	1,99	1,85
CaO	4,61	3,97
Na ₂ O	3,16	3,50
K ₂ O	1,89	4,02
TiO ₂	0,55	0,46

Sille Taşı hakkında yapılan bir başka çalışmada taşın litolojik özellikleri bakımından blok andezit kayaçlarla birlikte andezitik tüfün karışık bulunduğu "kül ve blok akması" şeklinde gerçekleşen volkanik oluşum içinde meydana gelmektedir. Çalışmada Sille Taşının andezit bloğu olmadığı aslında andezitik tüf olduğu şeklinde ifade edilmiştir (Kazancı & Gürbüz, 2014).

Sille Taşının sahip olduğu kimyasal ve fiziksel özelliklerin belirlenmesi için yapılan çalışmalardan biri de Özdemir'in 2002 tarihli çalışmasıdır. Çalışma kapsamında çeşitli yapı malzemelerinden 2x5x10 cm boyutlarında prizmatik örnekler alınarak deneylere tabi tutulmuştur. Deneyler sonucu elde edilen veriler Tablo 3'te gösterilmiştir. Farklı yapı malzemelerinin tabloda bir arada bulunması su emme değerlerinin karşılaştırılma yapılması imkânı sunmaktadır.

Tablo 3.3. Farklı yapı malzemelerinin fiziksel özellikleri (Özdemir, 2002)

Yapı Malzemesi	Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Doğgun Yoğunluk (g/cm ³)	Kütlece Su Emme (%)	Porozite (%)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Andezitik Tüf	2,26	2,35	3,9	8,7	2,47
Beton	2,09	2,28	9,1	19,0	2,59
Traverten	2,47	2,49	0,9	2,3	2,53
Kireçtaşı	2,59	2,62	1,2	3,1	2,67

Elde edilen verilere bakıldığında andezitik tüfün betondan daha yoğun ancak diğer taşlardan nispeten az yoğun olduğu görülmektedir. Porozite değerlerinde ise andezitik tüfün neredeyse betonun yarısı kadar bir porozite oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Su emme yüzdeleri karşılaştırıldığında ise andezitik tüfün betondan oldukça düşük bir yüzdeye sahip olması kaplama malzemesi olarak kullanımı konusunda önemli bir girdidir.

3.2. Sille Taşının Kapilaritesi

Özdemir 2002 tarihli çalışmasında Sille Taşının kapiler su emme katsayısı konusunda da çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda, tarihi yapılarda oluşan nemlenme ve tahribatin sebebinin bu yapılarda kullanılan andezitik tüfün kapiller su emme katsayısının yüksekliğinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Özdemir, 2002). Bu deneyler sonucunda elde edilen veriler Tablo 4' de gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Kapiller Su Emme Katsayısı Değerleri (Özdemir, 2002)

Yapı Malzemesi	Kapiller Su Emme Katsayısı (kg/m ² .h)
Beton	3,994
Andezitik Tüf	2,856
Kireçtaşı	0,442
Traverten	0,113

Tabloda da görüldüğü üzere Sille Taşının kapiler su emme katsayısı 2,8 kg/m².h'lik değeri ile diğer doğal taşlardan yüksek, kaliteli bir betondan düşük bir su emme katsayısına sahiptir (Özdemir, 2002). Kapiler su emme katsayısının günümüz yapı malzemelerinin en yaygınlarından biri olan betondan daha düşük olması Sille Taşının yapılarda ve cephelerde kullanımı konusunu ortaya çıkartır. Lakin diğer doğal taşlara göre yüksek olan kapilaritesi taşın cephe kaplama malzemesi olarak kullanımı için bu konu hakkında bir çözüm üretmeyi gerekli kılar.

3.3. Sille Taşının Donma-Çözülmesi

Sille Taşı konusunda yapılmış olan çalışmalardan birini yapan Fener ve İnce (2015) donma çözünme döngüsüne ve bu döngünün andezit taşları üzerindeki etkisine değinmişlerdir. Çalışmada bu döngünün taşlar üzerindeki etkisi, kılcal hareket ile yapı malzemesinin bünyesine giren suyun 0° C'nin altındaki sıcaklıklarda hacim artışı sağlayarak donması, bu hacim artışının yüzeylerde basınç oluşturması ve sonrasında çözünmesi suretiyle tahribata yol açması şeklinde tanımlanmıştır (Fener & İnce, 2015). Kaplama malzemesi olması düşünülen bir taş için bu oldukça önemli bir çıkarımdır. Yine aynı çalışmada taşların boyutu arttıkça donma çözünme döngüsünün olumsuz etkilerinden daha az etkilendikleri ifade edilmiştir. Kaplama malzemesinin ebatlarının bu ifade dikkate alınarak yapılması sağlıklı olacaktır.

Konya Mevlâna Müzesinde oluşan hasarların ve nedenlerinin incelendiği bir tez çalışmasında da konunun muhatabı olan iki malzemedenden biri olarak Sille Taşı incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda ise Sille Taşı için “su emme kapasitesinin yüksek 4,04 kg/m².t su emme değeri ile yüksek oranda, 68,81 MPa ile dayanımının yeterli orana ulaştığı, don tesirlerine dayanım testlerinde ise yeterli dayanım gösteremediği sonuçlarına ulaşmışlardır (Ekinci, 2011). Sille Taşının bir yapı malzemesi olarak değerli olduğu ancak zayıf yönlerinin kuvvetlendirilmesi için çalışılması gerektiği görüşü hakim olmaktadır.

Fener ve İnce çalışmalarında donma çözünme sürecini etkileyen en önemli faktör olarak suyu görmüşlerdir. Tarihi yapılardaki tahribatı en aza indirmek için temel duvarlarına su girmesini engelleyen önlemler alınması gerektiğini savunmuşlardır (Fener & İnce, 2015). Bu çalışmadaki amaç ise Sille Taşını dışardan bir yalıtım ile sudan korumak yerine yapılacak bir katkı sayesinde içten korunumlu hale getirmenin mümkün olup olmadığını sorgulamak olmuştur.

3.4. Sille Taşının Enerji Etkin Kullanımı

Anadolu coğrafyasına baktığımızda geleneksel mimarinin sürdürülebilir yapı üretme konusundaki en güzel örneklerinden biri de Sille'dir. Sille'de bulunan konut yapıları yer seçimi, yönlendirmeleri, formları, bina kabuğu, cephe açıklıkları ve yapı malzemeleriyle bütüncül bir sürdürülebilir yapı örneğini gözler önüne serer. Çalışmamız kapsamında bizi ilgilendiren kısım bina kabuğu ve yapı malzemesidir. Geleneksel Sille Evleri'nin dış duvarlarında kullanılan Sille Taşı sayesinde kışın soğuğa yazın ise sıcağa karşı bir koruma sağlanmıştır. Isı geçirgenlik katsayısı düşük olduğundan uygun iç mekân konforunu sağlamada birebirdir (Közoğlu, Canan, & Korumaz, 2022). Yine bölgede fazlaca bulunan, nakliye gerektirmeyen yerel bir malzeme kullanımı ile de yukarıda bahsettiğimiz gibi bina yaşam döngüsünde tüketilen enerjiyi azaltarak sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır.

3.5. Sille Taşının Sorunları

Tarihi eserlerde kullanılan yapı taşları iklimsel ve çevresel koşulların etkisinde kalmaktadırlar. Yapılarda taşlar üzerinde etkili olan değişimleri araştırmanın deneysel yöntemleri mevcuttur (Dal & Yardımlı, 2021; Dolar, Dal, & Atay, 2022; Tokmak & Dal, 2020). Bu etkilerin başında donma-çözülme, tuz kristalleşmesi, nem ve termal etkiler gelmektedir. Tarihi yapılar bu etkilere karşı korunmadıkları takdirde kısmi ya da tamamı bozulmalara maruz kalabilmektedirler. Sille andezitinden yapılmış ve bozulmalar sonucu yapı niteliğini kaybetmiş yapılar oldukça fazladır (Fener & İnce, 2015). Nitekim Zedef ve Ünal (2010), yapmış oldukları çalışmada andezitik kayaçların tuz kristalleşmesinin etkilerinin en çok görüldüğü kayaç tipi olduğunu da ifade etmiştir (Zedef & Ünal, 2010). Bu sebeple Sille Taşının çevresel etmenlere karşı korunaklı hale getirilmesi konusu hem mevcutta bulunan tarihi eserler için hem de yeni yapılacak binalardaki kullanımı için önemli bir konudur.

3.6. Kimyasal Koruyucu Uygulamaları

Başta andezitler olmak üzere tarihi yapılarda kullanılan doğal taşların, suyun ve tuz kristalleşmesinin yıkıcı etkilerinden korunmaları amacıyla ülkemizde ve yurtdışında olmak üzere birçok çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmaların amacı genel olarak, doğal yapı taşlarının yüzey koruyucu kimyasallar sayesinde su emme katsayısını azaltarak uğradıkları tahribatı en aza indirmektir. Bu kapsamda çeşitli su itici ve koruyucu kimyasal katkıları

taşların yüzeylerine sürülerek veya farklı yöntemlerle yeni ve eski halleri arasında karşılaştırmalı deneylere tabi tutularak değerlendirilmişlerdir. Bu deneyler arasında kızdırma kaybı, ultrasonik ses testleri ve basınç mukavemeti gibi deneyler yer almaktadır. Konunun bağlamının anlaşılması açısından bu çalışmalardan kısaca bahsedilecektir. Kimyasal koruyucu olarak sodyum metilsilikon ile kaplanan numunelerin tuz kristalleşmesine karşı direncinin sorgulandığı bir çalışma 2008 tarihinde yapılmıştır (Ioannou & Hoff, 2008). Sonrasında ülkemizde Kıbrıs'ın yapı taşı olan kumtaşının bazı kimyasallarla kaplanarak tuz kristalleşmesine olan direnci değerlendirilmiştir (Ziyaettin & Tanaçan, 2011). Bir diğer yapı taşı olan kireçtaşının kimyasal koruyucularla kaplandığında su emme özelliğinin gözlemlendiği bir araştırma ise (Licchelli, Malagodi, Weththimuni, & Zanchi, 2013) iki sene sonra gerçekleştirilmiştir. Yine aynı özelliğin incelendiği bir başka çalışma ise bu sefer silika ile kaplanmış çeşitli taşlar üzerinde yapılmıştır (Karapanagiotis, Pavlou, Manoudis, & Aifantis, 2014). Sonrasında ise kimyasalla kaplanmış ve kaplanmamış tüflerin tuz kristalleşmesine dayanımının değerlendirildiği bir araştırma 2015 yılında gerçekleştirilmiştir (Salazar-Hernández, Cervantes, Puy-Alquiza, & Miranda, 2015). Bu konuda halen birçok araştırma yapılmaya ve yayınlanmaya devam etmektedir. Çalışmamızda materyal benzerliğinden ötürü Çelik ve Tıgılı'nın 2018 tarihli çalışması ile, Çelik ve arkadaşlarının yine 2018 tarihli bir diğer çalışması baz alınacaktır (Çelik, Ersoy, Arsoy, Sert, & Yeşilkaya, 2018; Çelik & Tıgılı, 2018).

3.7. Su İtici Maddenin Andezitler Üzerindeki Etkisi

Doğal taşlarda meydana gelen tahribatların ve ayrışmaların doğrudan veya dolaylı olarak sebebi sudur. Suyun etkisinin yanında suyla beraber kılcal boşluklarda taşınan tuzlar da kristalleşme sonucu taşlarda çok büyük hasara yol açar (Çelik & Tıgılı, 2018). Suyun doğal taşların içerisine girmesindeki en belirleyici etken ise taşın gözenek yapısıdır. Gözenekliliği yüksek doğal taşların içerisine nüfuz eden su, sıvı ve katı fazlarda tahribata yol açar (Chen, Yeung, & Mori, 2004). Tablo 4'te de ifade edildiği gibi porozitesi diğer doğal taşlara göre nispeten yüksek olan andezitikler bu tahribata en yatkın taş gruplarından biridir. Yapı taşı kullanımını konusunda çokça tercih edilen ve gelecekte de kullanılma potansiyeli yüksek olan andezitlerin, yüzeyden içeriye nüfuz eden suların taşıdığı tuzlardan olumsuz etkilendiğinin belirlenmesi bu durumda taşların yüzeylerinin kimyasal koruyucularla kaplanmasını gerekli kılmıştır (Çelik et

al., 2018). Aynı zamanda yapı taşı olarak kullanılan bu doğal taşlar, atmosfer etkilerinin ayrıştırıcı etkisine en çok maruz kalan unsurlardır. Bu bakımdan kullanım yerlerinin belirlenmesinde fiziko-mekanik özellikleri de oldukça önemlidir (Flatt, 2002). Sille Taşının cephe kaplama malzemesi olarak kullanım amaçlandığından yine taşın atmosferik etkilere maruz kalacağı düşünülmeli ve bu etkilere dayanımı artırılmalıdır.

Aşağıda yer alan tabloda (Tablo 5) Çelik ve Tıǧlı'nın çalışmalarında kullandıkları ve deneye tabi tuttıkları andezit numunelerinin kimyasal özellikleri verilmiştir. Su itici madde deneyi henüz Sille Taşı özelinde yapılmamıştır. Ancak değerlere bakıldığında Sille Taşının yukarıda ifade edilen kimyasal özellikleri ile gösterdikleri yakınlıktan ötürü her iki taşta meydana gelen sonucun benzer olması öngörülebilir.

Bünyesine su itici ilave edilen andezitin sodyum sülfat ve sodyum klorür çözeltilerine batırılarak yapılan deneylerin SEM analizi yapıldığında elde edilen sonuç numune yüzeyinde ince bir katman olacak şekilde kaplanması sayesinde sülfat veya klorür içerikli suyun malzeme bünyesine girmesine izin vermediği sonucunu elde etmişlerdir. Bu doğrultuda su itici kullanılan malzemede tuzun zararlı ve bozucu etkisinin ortadan kalkmış olacağını gözlemlemişlerdir (Çelik et al., 2018). Bir diğer benzer çalışmada su itici malzeme kullanılan andezit örneklerin tuz kristallenmesi deneyinde bir ayrılma, parça kopması ve çatlak oluşumları görmedikleri ifade edilmiş bu uygulama sayesinde andezitlerin kuru ağırlık kayıplarının azaltılabileceği de belirtilmiştir (Çelik et al., 2018).

Tablo 3.5. Su itici kimyasal deneyinde kullanılan andezitin kimyasal analiz değer yüzdeleri (Çelik & Tıǧlı, 2018)

Bileşen	Andezit
SiO ₂	58,30
Al ₂ O ₃	15,80
Fe ₂ O ₃	4,96
MgO	2,73
CaO	4,79
Na ₂ O	3,02
K ₂ O	7,00
TiO ₂	1,12

Aynı uygulamaların Sille Taşı üzerinde yapıldığı takdirde benzer sonuçları doğurması muhtemeldir. Bu da demektir ki su emme katsayısı ve tuz

kristalleşmesi sebebiyle sıklıkla tahrip olmuş Sille Taşının bu noktadaki zafiyeti engellenebilir veya azaltılabilir bir özelliktir. Şu an varsayım aşamasında olan bu düşünce Sille Taşından yapılmış birçok tarihi eserimizin korunması ve varlığını sürdürebilmesi için umut vaat eden bir düşünce olduğu gibi çağdaş cephe kaplama malzemesi olarak dış etkilere dayanıklı bir malzeme olabileceğini de göstermiştir.

4. Sonuç

Yapılaşma faaliyetlerinin bu denli yoğun ve hızlı devam ettiği günümüz toplumunda bu sektörde yapılacak olan her iyileştirme ve geliştirme faaliyeti sürdürülebilirlik açısından kıymetlidir. Bu çalışmada yapıların dış mekanla en çok iletişimde bulunan yüzeyleri yani cepheleri konusunda bir iyileştirme sorgulaması yapılmıştır. Kullanılan yapı malzemesinin sürdürülebilir olması denildiğinde ise akla ilk olarak bu malzemenin doğal ve yerel olması gelmektedir. Konya ve civarının en temel yapı taşı olan Sille Taşı, evvelden beri kullanılan bir kaplama ve yapı malzemesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak kullanım yerlerinde meydana gelen tahribat bu taşın kullanımını sınırlandırmaktadır. Çalışma kapsamında tahribatın ana kaynağı olan Sille Taşının su emme katsayısının yüksek oluşu ve bu nedenle tuz kristalleşmesine maruziyeti azaltılmak istenmiştir. Andezitler bazında yapılan bir başka çalışmada kimyasal yüzey koruyucuların kullanımının olumlu sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Kimyasal ve fiziksel özellikler bakımından benzer olan iki taşın aynı uygulamaya aynı cevabı vermesinin muhtemel olduğu düşünülmüştür.

Sonuç olarak Sille Taşına uygulanacak su itici kimyasal koruyucuların olumlu bir sonuç ortaya çıkaracağı düşünülebilir. Bu kapsamda koruyucu uygulanmış malzemenin cephe kaplamasında kullanımı mümkün olacaktır. Çalışmamızın ilk satırlarında da ifade ettiğimiz gibi tarihimizde ve kültürümüzde yadsınamaz bir yeri olan Sille Taşının tekrardan günümüz binalarında kullanımı hem yerel malzeme kullanımının sağlanılmasını hem taşıma esnasında harcanacak enerjinin minimuma indirilmesini hem de Sille Taşının sahip olduğu diğer sürdürülebilir özelliklerinden faydalanılmasını sağlayacaktır.

Sille Taşının sıklıkla kullanıldığı bir alan olan restorasyon ise değinilmesi gereken diğer bir konudur. Restorasyon çalışmalarında eserlerin onarımı sırasında kullanılan malzeme ile eski yapı malzemesinin uyumu estetik bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Akman, 2003). Elbette ki yapının ihtiyaç duyduğu onarım ve bakım sağlanmalıdır. Ancak bu estetik kaygı güdüler

yapılacak olan faaliyetler çok daha yerinde olacaktır. Sille Taşının çalışmada bahsedilen yöntem aracılığıyla dış etmenlere daha dayanıklı hale getirilerek restorasyonlarda kullanımı bir çözüm olabilir. Böylelikle hem eski yapı malzemesinin aynıysa kullanılarak yapı bütünlüğü bozulmamış olacak hem de malzemenin güncel bir yorumu olan daha dayanıklı ve daha uzun ömürlü hali ile kültürümüz için önem arz eden mimari eserlerin korunumu daha uzun vadede sağlanabilecektir.

Nihayetinde kaynak taraması yoluyla gerçekleştirilmiş bu çalışmanın ileride yapılacak deneysel çalışmalara zemin oluşturması amaçlanmıştır. Yapılan deneyler ve geliştirilen koruyucu malzemeler sonucunda Sille Taşının çağdaş yapılarının modern cephelerinde kullanılması yönünde araştırmalar yapılması ve sürdürülebilir yapı malzemesi anlayışına göre yerel yapı malzemeleri araştırmalarına yönelmesi önerilmektedir.

Kaynakça

Adalberth, K. (1997). Energy Use During The Life Cycle Of Single-unit Dwellings: Examples. *Building and Environment*, 32(4), 321-329. doi:10.1016/S0360-1323(96)00069-8

Aklanoğu, F. (2009). *Geleneksel Yerleşmelerin Sürdürülebilirliği Ve Ekolojik Tasarım: Konya-Sille Örneği*. (Doktora). Ankara Üniversitesi, Ankara.

Akman, S. (2003). Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 426(4).

Chen, T. C., Yeung, M. R., & Mori, N. (2004). Effect Of Water Saturation On Deterioration Of Welded Tuff Due To Freeze-thaw Action. *Cold Regions Science and Technology*, 38(2-3), 127-136. doi:10.1016/j.coldregions.2003.10.001

Çelik, M. Y., Ersoy, M., Arsoy, Z., Sert, M., & Yeşilkaya, L. (2018). İscehisar Andezitlerinin Tuz Kristallenmesine Bağlı Ayrışmasında Su İtici Kimyasal Madde Etkisinin Araştırılması. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 81-94. doi:10.30797/madencilik.433911

Çelik, M. Y., & Tıgılı, R. (2018). Yüksek Gözenekli Yapı Taşlarında Su İtici Kimyasal Kullanılmasınının Tuz Kristalleşmesine Etkisinin Araştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2018(2018). doi:10.17341/gazimmfd.416513

Dal, M., & Tokmak, M. (2020). Durability Properties of Silivri Limestone and Usability in Stone Building Restorations. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(1), 33-41.

Dal, M., & Umaroğulları, G. (2014). A Petrographic and Chemical Analysis of the Degree of Deformation in Historical Building Stones in Edirne. *International Journal of Scientific Research*, 3(3), 392-395.

Dal, M., & Yardımlı, S. (2021). Taş Duvarlarda Yüzey Bozunmaları. *Kent Akademisi*, 2(14), 428-451. doi:10.35674/kent.922313

Dolar, A., Dal, M., & Atay, E. (2022). *Deterioration of Historical Stone Structures in Hatay St. Simon Monastery*. Paper presented at the 7 th Asia Pacific International Modern Sciences Congress, Indonesia.

Ekinci, O. (2011). *Mevlana Müzesinde Oluşan Hasar Nedenlerinin Araştırılması Ve Uygun Temel Güçlendirme Sisteminin Seçilmesi*. Selçuk Üniversitesi, Konya.

Eyice, S. (1966). Konya ile Sille Arasında Akmanastır. *Şarkiyat Mecmuası*, 0(6), 135-160.

Farrelly, L. (2007). *The Fundamentals of Architecture* (2 ed. Vol. Fundamentals Ser.): Bloomsbury Publishing Plc.

Fener, M., & İnce, İ. (2015). Effects of the freeze-thaw (F-T) cycle on the andesitic rocks (Sille-Konya/Turkey) used in construction building. doi:10.1016/j.jafrearsci.2015.05.006

Flatt, R. J. (2002). Salt Damage In Porous Materials: How High Supersaturations Are Generated. *Journal of Crystal Growth*, 242(3-4), 435-454. doi:10.1016/S0022-0248(02)01429-X

International_Energy_Agency;. (2022). *Analysis - IEA*. Retrieved from <https://www.iea.org/analysis?type=report>

Ioannou, I., & Hoff, W. D. (2008). Water Repellent Influence On Salt Crystallisation In Masonry. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials*, 161(1), 17-23. doi:10.1680/coma.2008.161.1.17

Karapanagiotis, I., Pavlou, A., Manoudis, P. N., & Aifantis, K. E. (2014). Water Repellent ORMOSIL Films For The Protection Of Stone And Other Materials. *Materials Letters*, 131, 276-279. doi:10.1016/j.matlet.2014.05.163

Kazancı, N., & Gürbüz, A. (2014). Natural Stones Qualified as Geological Heritage in Turkey. *Geological Bulletin of Turkey*, 57(1), 19-44.

Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2023). *Tarihçe*. Retrieved from https://www.konyakultur.gov.tr/index.php?route=pages/pages&page_id=1

Közoğlu, H. G., Canan, F., & Korumaz, M. (2022). Geleneksel Sille Evleri'nde Enerji Etkin Mimari Çözümlerin İncelenmesi. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 26(1), 13-24. doi:https://doi.org/10.19113/sdufenbed.813589

Licchelli, M., Malagodi, M., Weththimuni, M. L., & Zanchi, C. (2013). Water-repellent Properties Of Fluoroelastomers On A Very Porous Stone: Effect Of The Application Procedure. *Progress in Organic Coatings*, 76(2-3), 495-503. doi:10.1016/j.porgcoat.2012.11.005

MTA. (2022). *MTA Genel Müdürlüğü*. Retrieved from <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/yapi-taslari>

Özdemir, A. (2002). Bazı Yapı Malzemelerin Kapiler Su Emme Potansiyelleri. *Jeoloji Mühendisliği*, 26(1), 19-32.

Öztürk, Ç. (2018). Physicochemical properties of heat treated sille stone for ceramic industry. *Open Chemistry*, 16(1), 1134-1142. doi:10.1515/CHEM-2018-0122/MACHINEREADABLECITATION/RIS

Salazar-Hernández, C., Cervantes, J., Puy-Alquiza, M. J., & Miranda, R. (2015). Conservation Of Building Materials Of Historic Monuments Using A Hybrid Formulation. *Journal of Cultural Heritage*, 16(2), 185-191. doi:10.1016/j.culher.2014.05.004

Saydan, M. (2015). *Determination Of Some Mechanical, Mineralogical, Geo-Chemical And Pozzolanic Properties Of Sille Rocks Used In Historical Building In Konya Region*. Selçuk Üniversitesi,, Konya,.

Tokmak, M., & Dal, M. (2020). Classification of Physical, Chemical and Biological Deteriorations Observed in Ankara Stone Monuments. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(1), 8-16. doi:10.29132/ijpas.718466

Yüksek, İ., & Esin, T. (2009). Kırklareli Geleneksel Konut Örneklerinin Enerji Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 797-807.

Zedef, V., & Ünal, M. (2010). Effect of salt crystallization on the building stones used in Konya, central Turkey. *Int. J. Econ. Environ. Geol.*, 1(1), 51 – 52-51 – 52. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84930649124&partnerID=40&md5=22080039a03106d00aa0c4dc23a00630>

Ziyaettin, N., & Tanaçan, L. (2011). Kimyasal uygulamalarının Kuzey Kıbrıs yapı taşlarının dürabilitesi üzerine etkisi. *ITU Journal Series A: Architecture, Planning, Design*, 10(2), 39-50. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=75323972&lang=tr&site=ehost-live>

BÖLÜM V

GÜMÜŞHANE KURUM VADİSİ MADENCİ KÖYÜ YERLEŞMELERİNDE DOĞAL TAŞ KULLANIMI

*The Use of Natural Stone in the Mining Village Settlements of
Kurum Valley in Gümüşhane, Türkiye*

Güler ERÜZ

(Dr. Öğr. Üyesi), Artvin Çoruh Üniversitesi,

gulereruz@artvin.edu.tr

ORCID: 0000-0001-9536-1885

1. Giriş

Dünyanın pek çok bölgesinde mevcut haliyle bulunan doğal taş, yapı malzemesi olarak karşımıza ilk insanın barınma amaçlı kullandığı mağarada çıkmıştır. Doğal taş mağaradan günümüze tarihsel süreçte, yapının hemen her yerinde(taşıyıcı, duvar, örtü, kaplama, merdiven vd.) malzemenin özelliklerine bağlı olarak rahatlıkla kullanılmıştır. Taş doğada bol miktarda bulunmasının yanı sıra taşıyıcı gücünün fazla olması, kötü hava koşullarına dayanım, sağlam ve uzun ömürlü yapılar oluşturması gibi özellikleri nedeniyle de diğer malzemelere göre daha çok tercih edilmiştir (Dal, 2011). İşlenmesinin diğer yapı malzemelerine göre daha zor olması ve sahip olduğu ağırlıktan dolayı yapı yüklerini artırmasına rağmen coğrafik koşullar, malzemenin yerleşimlere yakınlığı, dayanımı ve mimari etkisi, kültürel alışkanlıklar vb. nedenlerle son iki yüzyıla kadar yapılarda yoğun kullanılmıştır.

Gümüşhane ve Kurum Vadisi kayıtlı madencilik tarihi Babil, Urartu dönemine kadar uzanmaktadır (Altınay, 1989; Ceylan, 1996; Köse, 2001; San, 1990). ‘Marco Polo’ Gümüşhane adının kaynağının, bölgede bulunan Gümüş Madenlerinden geldiğini aktarmaktadır (Anonim,1990). Osmanlı Devleti zengin maden ocaklarına sahip Gümüşhane İl’ini 15.yy’da sınırlarına katıp, 16. Ve 17. Yüzyıllarda boyunca iyi bir örgütlenme ile yönetmişlerdir. Osmanlı ‘da

büyük bir sektör olan madencilığe bağlı olarak dışarıdan emek göçüne sebep olmuştur (İpek, 2019). Kurum Vadisi zengin maden ocaklarına sahip olmasının yanında tarihi ipek yolunun kollarından biri olması nedeniyle, uzun yıllar farklı medeniyet ve kültürlerle sahip insanların kaynaştığı bir yerleşim alanı olmuştur. Bölgede keşfedilen yeni maden ocakları Osmanlı devleti tarafından işletilmeye açılması sonucu bölgede nüfus artışı ve buna bağlı köy ve kasabaların kurulmasına neden olmuştur. Kurum vadisi köylerinde genellikle madenlerde çeşitli görevlerde çalışan, Müslüman, Hristiyan yöre halkı yanında madenlerde çalışan yabancı mühendisler yaşamışlardır. Gümüşhane ve çevre yerleşimlerde madencilik yapan (kömürçüler dâhil) kişi sayısının 1643 yılında genel nüfus oranının %63 olduğu görülmüştür (Pamuk, 2016).

Kurum bölgesinde yaşayan halk, 19. Yüzyılda madenlerde oluşan işletme sorunları, ekonomik rahatlığın bozulması ve savaşların yarattığı huzursuzluk nedeniyle şehirden ayrılp, başka yerlere göç etmeye başlamıştır (Altunbay, 2001; Köse, 2001; Sargin ve Demir, 2018; Tozlu, 1998). Savaş esnasında Rusların bu bölge ve yakın alanlarına yaptıkları işgallerde şehirdeki göçün artmasını tetiklemiştir.

Kurum Vadisi'nde göçler sonucu terk edilen köyler gerek coğrafik koşullar gerekse insan eliyle yapılan tahribatlar nedeniyle hızla yok olmaya başlamışlardır. Bölgede halen Osmanlı İmparatorluğu (1800'lü yıllar) döneminden kalan geçmişin izlerini günümüze taşıyan 7 adet maden ocağı örneği mevcuttur (Kandemir, 2008).

Gümüşhane Kurum Vadisi turizmciler için alternatif bir rota oluşturmuş olup Cebeli köyünde bulunan Karaca Mağarası bölgenin en fazla ziyaret edilen yerlerindedir. Ayrıca vadi boyunca bulunan kilise ve tarihi yol, Olucak (İmera) köyü Manastır ve tarihi taş yapıları ve coğrafik yapısıyla ilgi çeken bir bölgedir.

Bu çalışmanın amacı, 19. Yüzyılda Gümüşhane Kurum Vadisi'ndeki madencilerin yaşadığı köy yerleşmelerindeki (Merkez, Yağlıdere /Bulutayla ve İmera /Olucak ve Nazırlı) tarihi yapılarda doğal taş kullanımını incelemektir (Erüz, 2009).

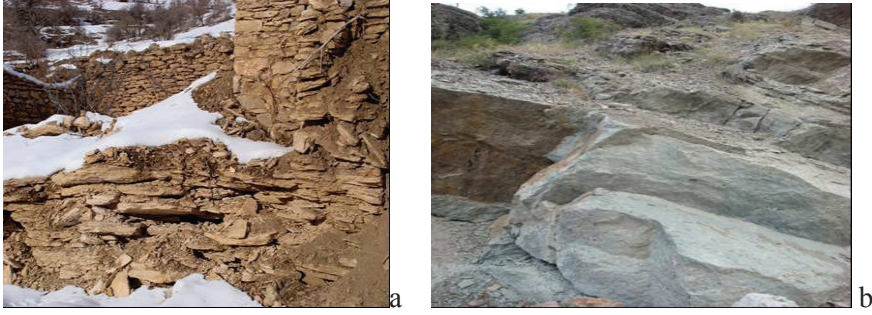
2. Bölgede Bulunan Doğal Taş Çeşitleri

Bölgenin coğrafik ve jeolojik koşulları nedeniyle doğal taşın bol bulunması, her yapıda kullanılması sonucunu doğurmuştur. Yerleşimlerin yapı taşı olarak kullanılabilir taş ocaklarına oldukça yakın seçilmesi, malzemenin bol olması

ve su kaynaklarına yakın olup, taşı kolay işleyebilmeleri de taşın bol ve rahat kullanımını artıran etkenlerdendir. Bölgedeki mevcut taş malzeme genellikle fazla işlem görmeden orijinal formlarında kullanılmaya uygun olan traverten, tuf, bazalt, kireçtaşı ve kumtaşıdır (Kandemir, 2008). Bölgedeki yapıların tümünde (Konut, dükkân, çeşme vd.) mevcut yapı taşları kullanılırken, manastır gibi dini etkisi fazla olan yapılarda etkiyi artırmak için ihtiyaç durumunda daha uzak ocaklardan da taş temin edildiği yapılarda kullanılan malzemelerde görülmektedir.

A-Traverten: Traverten gözenekli karasal bir tortul kayaç olup , tarih boyunca ve günümüzde çeşitli yapılarda kullanılmıştır (Türker, 1992). Yapı malzemesi olarak, ısı yalıtım sağlaması, sürdürülebilir olması, istenilen biçiminin kolayca verilebileceği yapısal özelliklere sahip olması, estetik görünümü ve yıllara meydan okuması gibi pek çok nedenlerle günümüzde de çok tercih edilen bir malzemedir. Yerleşim yeri seçiminde su kaynaklarına yakınlık önemli bir etkidir. Traverten taş malzemenin de su kaynaklarına yakın ve bol oluşu da yapılarda traverten malzemenin bölgede en fazla kullanılan yapı malzemesi olmasını etkilemiştir. Traverten yapı malzemesinin hafif oluşu, taşıyıcılık kapasitesinin fazla olması, estetik vb. nedenlerle yapıların taşıyıcı iskeletinden, kapı, pencere sövelerine kadar hemen her yerinde kullanılmasını sağlamıştır. Traverten malzemenin az olduğu yerleşimlerde diğer taş çeşitleri ile karma olarak kullanımı da görülmektedir (Kandemir, 2008; Erüz, 2009) (Şekil 1a).

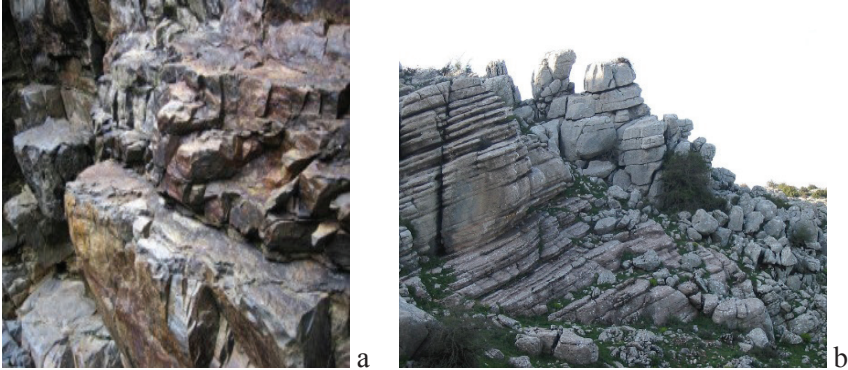
B-Tuf: Tuf volkanik patlama sonucu çıkan toz ve küllerin kara ve denizde kayaca dönüşmesi sonucu oluşan, yapı malzemesi olarak da kullanılabilen bir taş çeşididir. Tuf tortul veya magmatik kayaçlar grubundadır. Tuf, tabakalı bir yapıya sahip olup ısı tutuculuğu yüksek olan bir malzemedir. Tuf atmosferik koşullardan kolay etkilenip, çabuk bozulmaya uğramasına rağmen, yapısı gereği oluşan tabakalar amaca uygun şekilde kullanılmak üzere duvarlarda ya da çatı üzerlerinde kaplama malzemesi olarak kullanılabilir. Tuf malzeme bölgede (İmera ve Kurum) , düz dam kullanılan konut vb. yapılar hariç tüm dini yapılar (manastır, kilise) , çeşme, fırın vb. yapıların üst örtülerinin tamamında kaplama malzemesi(kiremit gibi) , tüm yapıların pencere ve kapı sövesi yapımında kullanıldığı görülmüştür. Bölgede yeşil renkli tuf malzeme bulunup, eğer taş blokta yapıda duvar olarak kullanılabilmiştir (Kandemir, 2008; Erüz, 2009) (Şekil 1b).



Şekil 1. Traverten (a) , ve tuf (b)

C-Bazalt: Volkanik hareketlerle oluşan, basınca karşı dayanımı fazla, sert ve siyah renkli bir taş türüdür. Doğada kütle, damar ve akıntı halinde bulunur. Başlıca özelliklerinden birisi, altıgen prizmalar biçiminde, büyük sütunlar meydana getirmesidir (Kandemir, 2008; Erüz, 2009; URL-1 ve URL-2, 2023) (Şekil 2'a).

D-Kireçtaşı: Mercan, foraminifera ve yumuşakçalar gibi deniz canlılarının iskelet parçalarından oluşan, içinde genellikle fosil bulunan kimyasal tortul kayadır. Bölgedeki yapılarda duvar yapımında (moloz ya da işlenerek kesme taş) , yapı malzemesi olarak kireç , yol malzemesi olarak kullanılmıştır. Bölgedeki yapılarda kullanılan malzeme ocakları günümüzde de üretime devam etmektedir (Kandemir, 2008; URL- 3,2023)(Şekil 2b).



Şekil 2. Bazalt (a) ve kireçtaşı (b)

E-Kumtaşı: Kum tanelerinin doğal bir çimento maddesi yardımıyla yapışması sonucu oluşan fiziksel tortul bir taştır. Yapı taşı olarak gözenekli olup,

çeşitli etkilere (donma, tuz ve asitlerin çoğuna vd.) karşı dirençlidir. İçeriğinde bulunan demir oksit oranına bağlı olarak çeşitli renkleri (griye çalan sarımsı beyazdan, sarı, kırmızı ya da yeşil) mevcuttur. Bölge yapılarında dış etkilere dayanımı nedeniyle, dış duvarlar yapımında ve düz dam kenar yapı malzemesi olarak kullanılmıştır (Anonim, 1986; Kandemir, 2008; Erüz, 2009; URL.4, 2023)(Şekil 3).



Şekil 3. Kumtaşı

3. Doğal Taşın Kullanıldığı Yerler

Kurum Vadisi yapılarını oluşturan yapı elemanlarında (taşıyıcı elemanlar (duvarlar, kolonlar, kemerler) , örtü sistemleri ve döşemeler merdivenler) doğal taş kullanımı oldukça fazladır. Bu yapı elemanlarında estetik kaygının yanı sıra malzemenin özelliği, yapının niteliği, gerekse coğrafik koşullar dikkate alınarak bölgede yoğun olarak bulunan kumtaşı, traverten, kireçtaşı, bazalt ve tüf, doğal taş malzeme kullanılmıştır (Kandemir, 2008).

3.1. Taşıyıcı Elemanlar

A-Duvarlar: Bölge tarihi yapılarının duvar yapımında (dış duvarın tümü, iç duvarların bazıları) yakın ocaklarda bulunan, doğal taş (bina yapımına uygun) malzemeler kullanılmıştır. Mevcut duvarın kalınlığını coğrafik koşul (rakım, iklimsel özellik), işlev (taşıyıcı ya da bölücü oluşu) , yön (güneye ya da doğuya bakması) ve taşıdığı yük (bodrum ya da üst kat oluşu) vd. etkenlere bağlı olarak oluşturulmaktadır. Taşıyıcı duvarlar 65 - 110 cm arasında değişim gösterirken, bölücü duvarlar 12 cm olarak yapılmıştır. Soğuk iklim şartları nedeniyle yapıdaki boşluklar (kapı ve pencereler) soğuk havadan daha az etkilenmek amacıyla güney ve doğu yönlerine açılmışlardır. Yapı taşıyıcı duvarları tamamen taş, iç

bölücü duvarlar malzeme ve işleve bağlı olarak farklı malzemelerle (taş, kerpiç ve dolma denilen iki ahşap arası toprak + taş dolgu) oluşturulmuştur (Erüz, 2009) (Şekil 4).



Şekil 4. Taş - kerpiç duvar köşe birleşimi

B-Kolonlar (Sütunlar): Kolonlar, büyük yapı grubu olan manastır, kilise yapılarında doğal taş malzeme kullanılarak yapılmışlardır. Yapıyı ve çatı örtüsünü taşıma amaçlı bu kolonlar, kare veya yuvarlak biçimde yapılmış olup, aynı zamanda yapı içinde işlevsel olarak da bölerek ana mekanda ‘nef ‘ denilen kısımlar oluşturmaktadır. Ahşap kolonlarda zemin/malzeme arasında nem geçişini engellemek için zeminle temas eden kısımda taş malzeme kullanılmıştır.

C-Kemerler: Taş kullanılarak yapılan yapı gruplarında(konut, çeşme, kilise, şapel, mahzen vd.), duvarların dayanımını artırmak ve üzerindeki yükü daha emniyetli taşıması amacıyla taş kemer (30-45 cm. genişlikte) kullanılmıştır. Taş kemer için kullanılacak malzeme önce ocakta biçimlendirilip, yerinde monte edilmesi şeklinde uygulamalar yapılmıştır. Manastır, kiliseler gibi ihtişamlı yapılarda kemer, horasan harçlı taş tonozlarla, konutların zemin katları (mahzen vb.) yakınlarda bulunan ve taşıma gücü fazla olan traverten ya da tuf taş malzemeyle oluşturulmuştur(Şekil 5).



Şekil 5. Taş kemer

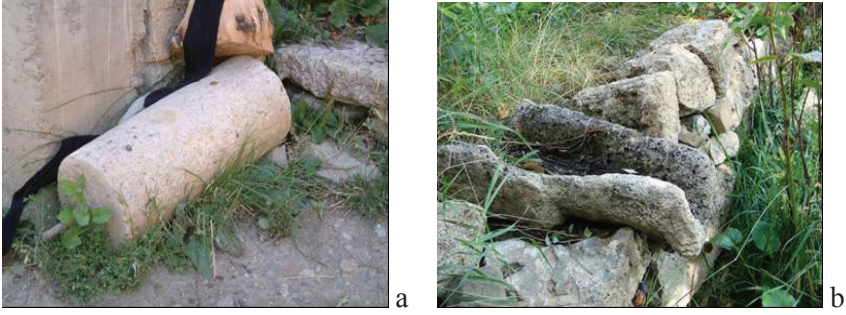
3.2. Örtü Sistemleri

Yapıların örtü sistemi manastır, kilise veya konut oluşuna göre farklılık gösterdiği gibi, mekân içerisinde işlev farklılığına göre de farklılıklar göstermektedir. Dini yapı olan manastır, kiliselerde örtü sistemi beşik tonoz, üzeri beşik çatı şeklinde yapılmıştır. Konut üst örtüsü düz dam yapılmış ancak yemek pişirme toplanma kısmı olarak kullanılan aşhane üzerinin kırlangıç örtü şeklinde yapıldığı görülmüştür (Erüz, 2009).

A-Düz dam: Konutlarda, taşıyıcı sistem taş kemer ve ahşap kiriş olmak üzere iki farklı şekilde oluşturulan örtü sistemidir (tandır evi hariç), (Şekil bağlanıp araları taş plaka (işlenmiş) kaplanmakta, üzerine özel hazırlanmış çamur doldurularak toprak ‘düz dam’ elde edilirken, ‘ahşap kiriş sistem’de ise; üst tavan aynı şekilde bağlandıktan sonra, araları ahşap, ahşap- taş, , taş plaka karışımı ve çamur doldurularak toprak ‘düz dam’ elde edilir.



Şekil 6. Bölgede bulunan toprak dam örneği



Şekil 7. Loğ taşı (a) ve taş (tüf) malzemeden yapılmış oluk (b)

Damın akması için ‘lor taşı’ denilen aletle kar, yağmur sonucu ıslanan dam üzerindeki toprak sıkıştırılır (Şekil 7a). Toprak dam örtü üzerinde birikebilecek yağmur, kar suyunun uzaklaştırılması için saçak üzerine oluk(ahşap ya da taştan) konulur (Şekil 7b).

B-Kırlangıç örtü / Ortabacalı örtü: Kırlangıç örtü (Orta baca örtü) büyük açıklıkları geçmede kullanılan, ahşaptan yapılan bir tür bindirme örtü tipidir. Sert, uzun kış aylarına sahip bölgelerde, ailenin bir araya toplandığı aşhane, tandır evi kısmı üzerinde kullanılarak ısınma problemini azaltıcı etki sağlar. Gümüşhane ve çevre illerinde tarihi konutların tandır üstünü örten bu örtü Bayburt, İspir, Erzurum ve Erzincan’ın da geleneksel evlerinde de yöresel şekillerle uygulanmıştır(Özkan, 2013).

C-Kubbe Örtü: Doğal taş malzeme örgü sistemi ile farklı biçimlerde (kemer, kiriş ve kubbe formu) oluşturulan bu örtü sistemi bölgeye özgüdür. Bölge yapılarında tandır evi(konutlarda) ve beşik çatı sistemleri (kilise vd.) ile birlikte uygulanan, konik formu kubbe örtü görüntüsü verir (Şekil 8).

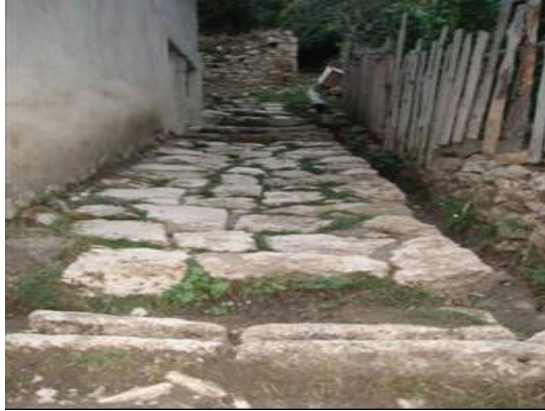


Şekil 8. Kubbe örtü

Yöreye özgü bu örtü sisteminin de taş duvar belli bir seviyeye kadar yükseltildikten sonra (zeminden 1- 2 m. arası), kubbe örtü biçimi verilerek, çatı örtüsü (düz dam) üst kodunda bitirilir. Konut içinde yer alan tandır evinin (aşhaneye bitişik kısım) biçimine bağlı olarak her aşamada daraltılmasıyla bir üst örtü oluşturulur. Kare planın üzerine daire, dikdörtgen planın üzerine oval biçim verilip, en üst kısma 20*20 bir açıklık (kare ya da daire) bırakılarak oluşturulur. Üst boşluk tandır evinden açılıp kapatılabilen bir ahşap kapakla örtülür. Düz dam seviyesine kadar yükseltilip, ara boşlukları harçla (taş, toprak karışımı) doldurulmaktadır. Böylece soğuk kış günleri içinde ısı yalıtımı sağlanmış olur.

3.3. Döşemeler

Taş döşeme; çeşitli yapı içinden (dini yapı, dükkân, konutların yatak odası hariç tüm zemin) kapı önü ve sokağa kadar geniş bir alanda kullanılmıştır. Zeminlerde traverten ve kireçtaşı (çoğunlukla), tuf ve bazalt malzeme kullanılmıştır (Şekil 9). Taş döşemeler, yapının önemine göre işlenmiş ve itinalı işçilikle (kilise ve konak) veya daha az itinalı şekilde (ahır, bodrum vd) zeminlere uygulanmıştır.



Şekil 9. Doğal taş (traverten) sokak zemini

3.4. Merdivenler

Merdivenlerde doğal taş sokak, ev önü ve ev içinde kullanılmıştır. Sokak ve ev önü merdivenler tamamen taştan yapılırken konut içinde ahşap merdivenin ilk üç basamağı (rutubet etkisini azaltmak amacıyla) taş yapılmıştır (Şekil 10a).



a



b

Şekil 10. Konut içi merdiven (a) ve sokak merdiven (b).

Sokak ve bina önü merdivenleri genellikle doğal taştan (genellikle kesme traverten taş) yapılırken, bazen kaplama şeklinde yapıldığı da görülmüştür (Şekil 10 b, 11).



Şekil 11. Konut sokak bağlantı merdiveni

4. Doğal Taşın kullanıldığı Yapı Tipleri ve Süslemeler

Doğal taşın bol oluşu ve bölge coğrafyasına dayanımı nedeniyle bölgedeki kilise, konut, fırın, dükkân vb. tüm yapı çeşitlerinde kullanılmıştır. Ayrıca bu yapıların (konutlar, dini yapılar ve diğer yapılar) çeşitli yerlerinde doğal taşın işlenerek süsleme vb. amaçlı kullanıldığı da görülmektedir.

4.1. Konutlar

Bölgede madenlere bağlı yerleşen sayıca fazla insan ve çeşit(ekonomik, kültürel vb.) konut sayısının bölgede fazla olmasının en önemli sebeplerindendir. Bölgedeki jeolojik oluşuma bağlı doğal taşın fazla oluşu, iklim koşullarının sert oluşu, bölgedeki farklı kültürel yaşantı vb. konut biçim, işlev, kullanılan malzeme vb. etkileyen en önemli unsurlardır. Bu farklılıklar konutlarda da görülmektedir (Şekil 12,13 ve 14).



Şekil 12. İmera- Nazirli mahallesi konut örnekleri.

Konut dış, iç duvar, konut içi lavabo, yer döşemesi, dolap, merdiven vd. konut içi sabit doğal taş malzeme kullanılarak yapılmıştır. Traverten, tuf, bazalt, kireçtaşı, kum taşı malzeme dış duvarların tamamında, bazı iç duvarlarda, kapı ve pencere çevresinde, üst örtüde tuf malzemenin kiremit gibi kullanıldığı görülmektedir. Kumtaşı konutlarda düz dam kenarı duvarlarında da kullanılmıştır.



Şekil 13. İmera Bulutyayla mahallesi konut örnekleri



Şekil 14. İmera-Merkez mahalle konut örnekleri

4.2. Dini Yapılar

Osmanlı imparatorluğunda maden yöneticilerinin Müslüman olmasına rağmen, madenlerde çalışan kişilerin çoğu Hristiyan halktır. Bu nedenle bölgede cami olmasına rağmen sayısı çok az olup vadi giriş çıkış kısımlarında yer almaktadırlar. Çalışma alanımızdaki dini yapılar (manastır, kilise ve şapeller). Hristiyan madenci halka ait, tamamen doğal taş kullanılarak yapılan yapılardır. Dini yapılarda (ihtişamı sağlamak amacıyla), çevrede istenilen taş bulunamadığında uzak ocaklardan temin edilmekteydi.

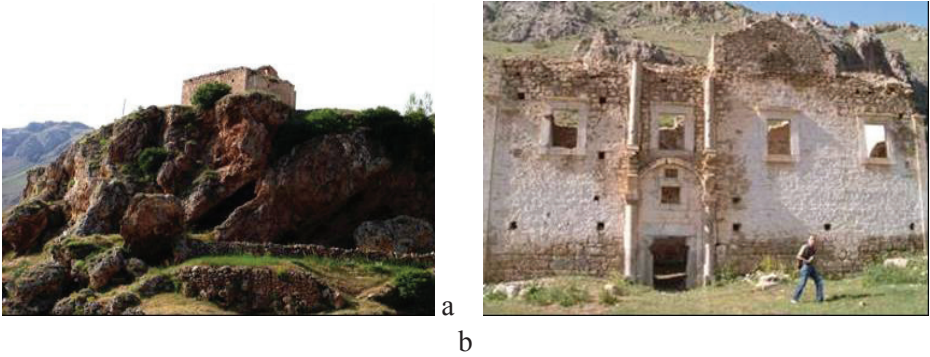
Bu yapılarda genellikle bölgede bol bulunan ve estetik ve statik anlamda etkili traverten taş kullanılmıştır. Traverten malzeme kullanılarak taşıyıcı iskelet (duvar, kolon, kemer, kiriş) ve bina boşlukları oluşturulmuş (pencere ve kapı söveleri), binanın sağlam şekilde taşınması sağlanmıştır. (Erüz, 2009; Kandemir, 2008). Tüf malzeme ise, çatı kaplamalarında ve pencere ve kapı sövelerinde kullanılmıştır.

A-Manastır: Manastırlar, kilise, şapel (din adamlarının bireysel ibadetlerini yaptıkları), eğitim binaları, yaşam birimleri (manastır sakinleri ve konuklar için), ek binalar (depolar, hayvan barınakları vd.) ve güvenliği sağlayan duvarların çevrelediği yapılar bütünüdür (Şekil 15). Günümüzde çoğu harap ya da yok olmuş durumdadır.



Şekil 15. İmera (Olucak) manastırı

B-Kiliseler: Kilise yapıları dini ibadet amacı yanında bölge güvenliğini sağlayacak ve birbirlerini görebilecek şekilde konumlandırılmıştır. Klasik kilise planlamasına sahip olup (üç nefli plan şemasında) , taşıyıcı kolonlar (silindirik), beşik tonoz örtü, kırma çatılı şekilde yapılmışlardır (Şekil 16).



Şekil 16. Ortayayla –Frangandon (a) ve Mohara kiliseleri (b)

C-Şapeller (Tek nefli kiliseler): Şapeller, Hristiyan halkın yalnız ve istediği zaman ibadetini gerçekleştirebileceği küçük boyutlardaki dini yapılardır. Şapeller istenilen yere (mahalle, okul yanı, yol üstü vb.), isteyen kişi tarafından yaptırılabilen ibadet yerleridir (Şekil 17).



Şekil 17. İmera (Olucak)- okul ve şapel

4.3. Diğer Yapı Çeşitleri

Bölge halkı ve çeşitli nedenlerle (ticaret, seyahat vb.) gelen yabancı insanların her türlü (yeme, içme, barınma vb.) İhtiyaçlarının karşılandığı han+dükkân+kahvehane (Şekil 18), fırın (Şekil 19 a), dükkân (Şekil 19 b) vb. ticari yapılarıdır. Fırın, dükkân(), çeşme (Şekil 20) vb. yapıların duvarları (iç ve dış) traverten, tuf, bazalt, kumtaşı ve kireçtaşı, çeşme üst kaplaması tuf malzemeden yapılmıştır.



Şekil 18. Han, dükkân, kahvehane



a



b

Şekil 19. İmera (Olucak) fırını (a) ve dükkân (b).



Şekil 20. İmera (Olucak) çeşme

4.4. Süslemeler

Doğal taş yapı malzemesi olarak yapıların her yerinde kullanılırken, aynı zamanda bina estetiğini artırmak için süsleme elemanı olarak da kullanılmıştır. Böylece din, kültür ve estetik kaygılar ile birleşerek, duygu ve düşünceleri anlatan bir araç olmuştur.



Şekil 21. Kilise kapısı çevre süslemeleri

Hristiyanlık dinine sahip bölge sakinleri, dinsel sembollerini yoğun şekilde kiliselere (kapı, pencere, içte niş, duvar, tavan vd.) ve bazen de yaşadıkları konutlara (kapı, kubbe çevresi, duvar köşeleri, içte ocak, dolap vb.) taş üzerine işlemişlerdir. Çeşitli duygu ve düşüncelerin simgeleri , taş ustaları tarafından seçilen uygun taşa, çeşitli aletler kullanılarak (taşçı kalemi, çekiç, keser, tokmak vb.) taşa işlenmiştir (Uray, 2019). Taş süslemelerden günümüze, bitkisel ve geometrik simgelerin işlendiği görülmektedir (Şekil 21, 22 ve 23).



Şekil 22. Süsleme çeşitleri



Şekil 23. Süsleme çeşitleri

Bölge yapılarında bina cephe köşe/sokak birleşiminin olduğu dış duvarlarda, dolap üstü yazı, mumluk vb. gibi çeşitli yerlerde de örnekler mevcuttur.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Gümüşhane Kurum Vadisi ile ilgili çeşitli disiplinlerde (tarih, sanat tarihi, coğrafya, jeoloji vd.) çalışmalar mevcuttur. Ancak Kurum Vadisi mimari yapı stokunu, madencilik ve doğal taş ile ilişkilendirilerek yapılmış tüm vadiyi kapsayan bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı, 19. Yüzyılda Gümüşhane Kurum Vadisi'ndeki madencilerin yaşadığı köy yerleşmelerindeki (Merkez, Yağlıdere /Bulutayla ve İmera /Olucak ve Nazırlı) tarihi yapılarda doğal taş kullanımını incelemektir

Bölgedeki mimari yapı stokunu oluşturan konut, dini yapı ve ticari yapılarda yapı malzemesi olarak doğal taş, ahşap, metal vb. kullanıldığı ancak en fazla kullanılan malzemenin doğal taş olduğu görülmüştür. Kurum vadisi tarihi yapılarında kullanılan doğal taş çeşitleri traverten, tuf, bazalt, kireçtaşı ve kumtaşıdır. Traverten, yapılarda en fazla kullanılan doğal taş çeşididir. Bölgedeki tüm taş çeşitleri, yapılarda taşıyıcı eleman (duvar, kolon, kemer), örtü sistemi ve döşeme amaçlı olarak kullanılmıştır. Ayrıca bu taşların süsleme ve iç mekanda farklı yerlerde kullanımı görülmektedir (Erüz, 2009).

Bölgedeki doğal taş ocaklarının ve taş çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle, konut (iki katlı, bazen üç katlı), dini yapı(şapel, kilise ve manastır) ve çeşme, dükkân, fırın, han vb. yapılar tamamen bölgede bulunana doğal taştan yapılmıştır. Ancak bazı manastır ve kilise yapılarında ihtişam elde etmek kaygısıyla daha uzak alanlardan getirilen taş çeşitleri de mevcuttur. Doğal taş

malzemeler dayanım ve estetik özelliklerine göre yapıların çeşitli yerlerinde kullanılmışlardır. Bu yapıların dış duvar, pencere ve kapı sövelerinde, traverten, tuf, bazalt, kireçtaşı ve kum taşı gibi farklı doğal taş çeşitlerinden yapılırken, saçak ve duvar üst örtüsünde sadece tuf ve düz dam örtü kenar duvarları ise kumtaşı malzemedendir. Ayrıca bina içinde merdiven, lavabo, yer döşemesi, dolap gibi donatılarda ve bazı bölücü duvarlar gibi çeşitli yerlerde de doğal taş malzemedir. Doğal taş yapı malzemesi olarak kullanılması yanında binaların estetiğini artırmak için süs elemanı olarak da kullanılmıştır. Traverten malzeme ocak sayısı fazlalığı, yapısal dayanım, estetik görünüm ve kolay işlenebilmesi nedeniyle en çok kullanılan yapı malzemesidir. Traverten ve diğer taş malzemelerin özelliklerinin (kimyasal, fiziksel ve mekanik) ve uygulama yerlerin iyi bilinmesi, bölgede yapılacak restorasyon işlerinde doğru uygulamaların yapılması için önemlidir, bu konunun önemine farklı çalışmalarda da vurgu yapılmıştır (Dal, 2021).

Gümüşhane ili tarih boyunca çeşitli kültürlerle ev sahipliği yapmıştır. Çeşitli kültürlerin hüküm sürdüğü bu topraklarda yaşamış her toplum kendi yaşam tarzını, mimarisini, geleneksel yapısını ve bunun gibi birçok kültürel değerini miras bırakmıştır. Kurum vadisi yurtdışından mübadele sonucu terk edenlerin yakınlarının ve yerelde Karaca mağarası ziyareti yönünden turistik bir bölgedir (Binay ve Özdemir, 2022; Saylan, 2022). Ancak turistlere yönelik, konaklama, yeme vb. tesisleri yetersiz ve standardı düşük olması nedeniyle, bölgeye ekonomik yönden belirgin bir katma değer getirmemektedir. Bu tür mekân ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla daha az tahribata uğramış, özellikle konum, ebat ve estetik anlamda özellik gösteren dini yapılar başta olmak üzere tarihi binaların restore edilmesi, kullanım koruma dengesine dikkat edilerek farklı işlevler verilmesi, bölgedeki yapıların sürdürülebilir olmasını sağlayabilecektir (Erüz ve Çakıroğlu, 2019).

Bölge 3. derece arkeolojik sit alanı olmasına rağmen, mevcut veriler tamamen incelenmemiştir. Bu nedenle geniş çaplı bir yüzey araştırması yapıp, disiplinler arası bir çalışma ile (arkeoloji, sosyoloji, mimarlık, sanat tarihi, şehircilik vb.) Kurum Vadisi ile ilgili tespitler tamamlanmalıdır (Sarı ve Kayserili 2021). Böylece Kurum vadisi içerisinde özgün şeklini korumuş, ancak her geçen gün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan taşınmaz kültür varlıklarımızı tespit, belgeleme ve koruma yoluyla kültürel miras olarak gelecek nesillere aktarılması sağlanabilecektir. Bu amaçla uluslararası proje, kamu kurumları veya yerel yönetimlerle yapılacak çalışmalarla havza koruması yapılırken, yönetici, yerel

halk, turizm işletmecileri, kullanıcıların ve sivil toplum örgütlerinin katılımcı olduğu bir havza planlaması yapılabilecektir.

Kaynakça

Altunbay, M.(2001, Mayıs). 1780 de Merkeze Gönderilen Bir Belgeye Göre Gümüşhane Yöresi Madenlerinin Durumu ve Madenlerin Devletten Beklentileri (s.279–283).*Trabzon ve Çevresi Uluslararası Tarih- Dil- Edebiyat Sempozyumu*, Trabzon.

Altınay, A. R.(1989), *Osmanlı Devrinde Türkiye Madenleri (967–1200)*, İstanbul: Enderun Kitapevi (2. Baskı).

Anonim (1990). *Büyük Ansiklopedi*, Cilt 6, Milliyet yayınları, İstanbul.

Binay, A. ve Özdemir I.(2022). Tarihsel Süreç İçerisinde Gümüşhane Krom Vadisi ve Çevresinin Kültürel Turizm Olanakları Açısından Değerlendirilmesi, *Journal of Recreation and Tourism Research /JRTR*, 9 (4), 61-85.

Ceylan A. (1996), *Eski Çağda Gümüşhane ve Bayburt*, (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Dal, M. (2011). Mimarının En Soylu Yapı Malzemesi Olarak; Doğal Taş. *TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi Mimarlıkta Malzeme Dergisi*, 19(3):90-95, İstanbul.

Dal, M. Yardımlı, S.(2021). Taş Duvarlarda Yüzey Bozunmaları, *Kent Akademisi*, 14 (2), 428-451, DOI: 10.35674/kent.922313.

Erüz, G. (2009). *Gümüşhane Kurum Vadi'si maden köyü yerleşmeleri* , (Yayınlanmamış doktora tezi), KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Erüz G. ve Çakıroğlu B.(2019). Gümüşhane, Kurum (Gorom, Kromni) Vadisi Dini Yapılarının Kültür Turizm Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi, *2nd International Turkish World Engineering and Science Congress*, Antalya.

İpek, N. (2019). Osmanlı'dan Cumhuriyete Gümüşhane'de Göç, *History Studies (International Journal of History)*, 11/2, s: 681-700.

Kandemir, R. (2008). Basılmamış Araştırma Notları.

Köse, O.(2001, Mayıs). 19. yüzyılda Gümüşhane Madenleri, *Trabzon ve çevresi uluslararası tarih, dil, edebiyat sempozyumu*(s:289- 311),Trabzon.

Özkan, H.(2013). Geleneksel Erzurum Evlerinde Kırılmalıç Örtüsünün Kuruluşu ve Son Kırılmalıç Örtü Ustası Sırrı Alacakanat. *Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi Sayı, Sayı 28, 19 – 37*.

Pamuk, B.(2016). Osmanlılar Zamanında Gümüşhane Hakkında Bilgiler (15-17.yy.),Bayram NAZIR ve Kemal SAYLAN..*Gümüşhane Tarihi ve*

Ekonomisi Sempozyumu, Tarih bildirimleri(25-26 Mayıs 2010). Gümüşhane: Gümüşhane Üniversitesi Yayınları.

San, S. Ö.(1990). *Gümüşhane Kültür Araştırmaları ve Yöre Ağızları*. Ankara: Başbakanlık Basımevi.

Sargın, S. ve Demir, Ş.(2018). İnsan Mekan İlişkisi Ölçeğinde Kent Kimliği ve Gümüşhane Örneği. *The Journal Of International Scientific Researches*,3(4), 221-239.

Sarı, Y. E. Ve Kayserili, A. (2021). Geleneksel Gümüşhane Meskenlerinin Kültürel Coğrafya Analizi, *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7/2, Ekim, Ağrı.

Saylan, K.(2022). Cumhuriyetten Günümüze Gümüşhane Şehri. *Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi*, Vol. 7, 2636-7777.

Tozlu, S. (1998). *19. yüzyılda Gümüşhane (Araştırma İnceleme Serisi 4)*, Erzurum.: Akademik Araştırmalar Yayınları (Birinci Baskı),

Türker, G.(1992). *Bina cephelerinin temizlenme ve korunmasında yöntem ve malzeme seçimi için bir inceleme* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi) K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Uray, G. (2019). Mimari Yapılarda Görülen Taş Kabartma Süslemelerin Din ve Sanat İlişkisi Açısından Değerlendirilmesi (Aksaray İli Güzelyurt Örneği) .*Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi* , (42) , 127-145.

Url-1. <https://www.hurriyet.com.tr/egitim/bazalt-nedir-nerede-bulunur-ve-kullanilir-bazalt-hangi-kayac-turudur> (Erişim Tarihi:26.Şubat.2023).

Url-2. <https://www.makaleler.com/bazalt-tasi-nedir-nerelerde-kullanilir> (Erişim Tarihi:26.Şubat.2023).

Url-3. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kire%C3%A7ta%C5%9F%C4%B1#/media/Dosya:Toraldeantequera.jpg>. (Erişim Tarihi: 26.Şubat.2023).

Url-4. <https://santiyede.com/kumtasi-nedir-nerelerde-kullanilir>. (Erişim Tarihi: 26.Şubat.2023).

BÖLÜM VI

VAN GÖLÜ HAVZASI MİMARİSİNDE YAPIM MALZEMESİ OLARAK TAŞIN KULLANILMASI

The Use of Stone as a Construction Material in the Architecture of the Van Lake Basin

Şahabettin ÖZTÜRK

*(Doç. Dr.), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı Başkanlığı.*

65080-Tuşba/VAN/TÜRKİYE

sahozturk13@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6979-3342

1. Giriş

Van Gölü Havzası (Van, Bitlis, Hakkâri ve Muş) binlerce yıldır birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. M.Ö. 860 da Urartu medeniyetiyle başlayan mimari yapılaşma günümüze kadar kesintisiz olarak devam etmiştir. Bölgeye hakim olan her uygarlık, adeta birer tapu niteliğinde başta dini olmak üzere, askeri ve sivil mimaride sayısız anıtsal mimari yapı örnekleri inşa etmişlerdir. Söz konusu anıtsal yapılarda kullanılan ve mukavemeti kerpiç, tuğla, ahşap gibi yapı malzemelerine göre daha yüksek olan yapı malzemesi hiç kuşkusuz taştır. Yerkabuğunu oluşturan ve birden fazla mineralin agregada halinde birleşmesiyle meydana gelen kütlelere “taş” veya “kaya” adı verilmektedir.

Van Gölü Havzası’nda Van Kalesi, Çavuştepe, Hoşap Kalesi, Şamran Kanalı, Hüsrev Paşa Külliyesi, Hakkari Meydan Medresesi, Hakkari/Şemdinli Kayme Sarayı, Bitlis Kalesi, Ahlat Kalesi, Ahlat Selçuklu Mezarlığı, Muş Murat Köprüsü, Akdamar Kilisesi, Bitlis İhlasiye Medresesi vb. çok sayıdaki mimari yapılarda çeşitli yöresel taşlar kullanılarak inşa edilmiştir. Söz konusu mimari yapılar, inşa edilen dönemin ve uygarlığın kültürel, ekonomik ve siyasal bir mührü niteliğindedir.

Van Gölü Havzası mimarisinde kullanılan yöresel belli başlı taş cinslerini şöyle sıralamak mümkündür.

Bunlar; 1. Bazalt Taşı, 2. Edremit Traverten Taşı, 3. Kayrak Sal Taşı, 4. Andezit Taşı, 5. Kalker (Kireç) Taşı, 6. Bitlis Küfeki Taşı, 7. Güroymak (Norşen) Taşı, 8. Ahlat Taşı (Andezit Tüf), 9. Moloz Taşı, 10. Kum Taşı ve 11. Mermer'dir.

2. Van Gölü Havzası'nda Kullanılan Taş Çeşitleri

2.1. Bazalt Taşı

Volkanik olan bazalt taşı, yörede Süphan, Nemrut ve Tendürek volkanik dağlarının eteklerinde yer alan taş ocaklarından temin edilir. Bazalt taş bünyesinde Fe, Si, Al, Mg gibi metalik elementler bulundurduğu için bölgede bilinen en sert ve dayanıklı taşlardan biri olarak kabul edilir. Erkek boşluksuz düz ve boşluklu dişi olmak üzere iki cinsi mevcuttur.

Urartulardan günümüze kadar çok sayıda mimari yapıda daha çok bazalt taşının erkek cinsi mimaride kullanılmıştır (Şekil 1-4). Urartu döneminde inşa edilen birçok mimari yapının kitabesinde, yapım inşasında bazalt taşı kullanılmıştır.



Şekil 1. Urartu Dönemi Gürpınar Çavuştepe Sunak Bazalt Taş Duvar Yapım Görünüşü (Öztürk, 2020).

Bölgede Van'ın kuzeyinde yer alan Urartu dönemi Ayanıs Kalesi'nin kale surları ile mimari yapı ayakları bazalt taştan inşa edilmiştir (Çilingiroğlu, 1996: 591-606). Van'ın doğusunda yer alan Urartu dönemi Çavuştepe Kalesi'nin sunak bölümünde ve birçok ortaçağ mimari yapılarının inşasında kullanılmıştır (Erzen, 1972: 66-69).

Bölgedeki diğer taş cinslerine göre mukavemetinin yüksek olması işlenmesini zorlaştırmakla birlikte ve özellikle kışın dona, yazın ise aşırı sıcaklara dayanıklı olması dolayısı ile mimari yapıların beden duvarlarında, zemin kaplamalarında kesme taş olarak bazalt taşı kullanılmıştır (Şekil 2-6).

Isıya ve dona karşı dayanıklılığı sebebiyle günümüz mimarisinde binaların dış cephe kaplamasında, zemin kaplamasında, yol, kaldırım ve bordur yapımında kullanılmaktadır. Zamana karşı aşınma yüzdesi oldukça düşük olması ile zemin kaplamasında, elektrik iletkenliği yok denecek kadar az olduğundan yüksek gerilimli mekânlarda, işleye bilirlilik özelliğinden bahçe, park ve diğer mimari yapıların dekoratif süslemelerinde çokça kullanılmaktadır (Öztürk, 2012: 34-39).



Şekil 2-4. Urartu Dönemi Bazalt Taş Kitabe ve Duvar Yapım Görünüşleri (Öztürk, 2020).

Bazalt Taşın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Kimyasal Özellikleri Gözenekli (Dişi)		Gözeneksiz (Erkek)
SiO ₂ :46.04	Yoğunluk: 2852 Kg/m ³	3300 Kg/m ³
TiO ₂ :3.18	Isı İletkenliği: 1.143 W/mK	1.365 W/mK
Al ₂ O ₃ :13.89	Özgül Isı Kapasitesi: 924 J/ Kg C	1013 J/ Kg C
Fe ₂ O ₃ : 4.89	Isı Yayılma: 5.42 [^] 10 ² /s	4.72 [^] 10 ² /s
FeO:8.80	Su Emme Oranı: %4.12	%1.72
MnO:0.15	Basınç Dayanımı: 35.50 N/mm ²	55.50 N/mm ²
MgO:8.76	Çekme Dayanımı: 2.30	4.00 N/mm ²
CaO:9.12	Aşınma Yüzdesi: % 3.10	% 2.20
	Na ₂ O: 3.64	
	K ₂ O: 1.04	
	P ₂ O ₅ : 0.44	



Şekil 5.6. Muş/Malazgirt Kalesi Sur Duvarları ve Muş/Varto Kaynarca Köprüsü Zemin Kaplamasında Bazalt Taşı Kullanma Görünüşleri (Öztürk, 2013).

2.2. Edremit Traverten Taşı

Traverten taş bölgede özellikle Van'ın Edremit İlçesi'ndeki tepelik eteklerindeki taş ocaklarından çıkarılmaktadır. Traverten Edremit taşı, geçmişte başta Urartular olmak üzere birçok uygarlık tarafından çeşitli mimari yapılarda çok sayıda kullanılmıştır (Belli, Dinçol, 1982: 167-179).



Şekil 7.8. Hakkâri/Şemdinli Şeyh Taha Türbesi Yolu ve Van/İpekyolu Kaya Çelebi Camii Traverten Taşı Sütun Yapım Görünüşleri (Öztürk, 2013-17).

Günümüzde de tarihi yapıların onarımında ve yeni inşa edilen birçok mimari yapıda Edremit Traverten taşı mukavemetini yüksek olması ve estetik görsel yapısından dolayı birçok dekoratif yapı sektöründe tercih edilmektedir (Şekil 7-9).



Şekil 9. Hakkâri/Şemdinli Kayme Sarayı Edremit Traverten Taşı Genel Görünüşü (Öztürk, 2017).

Edremit Traverten Taşı, gözenekli olması dolayısı ile ocaktan çıkartılırken mukavemeti düşük ve işlemesi kolay, ancak zamanla mukavemeti artarak, sıcak ve soğuğa dayanımı yüksek olduğundan, özellikle Van Gölü Havzası'ndaki su mimari yapılarında çokça kullanılmıştır (Öztürk, 2018: 599-606).

2.3. Kayrak Sal Taşı

Van Gölü Havzası'nın geleneksel mimarisinde sıkça kullanılan bir taş cinsidir. Genellikle sivil mimari yapılarda zemin kaplaması olarak kullanılmakla birlikte, beden duvarlarında harçlı ya da harçsız olarak mimari yapılarda kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 10,11. Van Kırsal Mimaride Kayrak Sal Taşı Duvar Yapım Görünüşleri (Öztürk, 2014).

Bölgedeki dağların eteklerinde doğal olarak toplanarak mimaride kullanıldığı gibi, özellikle Van'ın doğusunda yer alan Kurubaş mevkiinde toprak altından kazılarak çıkartılıp mimaride kullanılmaktadır. Daha çok kırsal mimari yapılarda konut yapımının dışında sur duvarı, ahır gibi yapılarda kuru duvar tekniğinde ya da çamur bağlayıcı olarak sıkça kullanılmıştır (Şekil 10-13).



Şekil 12,13. Van Kirsal Mimaride Kayrak Sal Taşı Duvar Yapım Görünüşleri (Öztürk, 2013).

M.Ö. 800 de Urartu mimarisinde ve günümüzde birçok mimari yapıda kullanıldığı bilinmektedir (Belli, 2006: 39,40). Duvar ve zemin kaplamasında kullanılan kayrak sal taşları genellikle 0.07-0.12 m. kalınlığındadır (Öztürk, 2010: 362-372), (Şekil 14,15).



Şekil 14,15. Hakkâri/Şemdinli Taş Köprüsü Döşeme Kaplamasında Kullanılan Kayrak Sal Taşı Görünüşleri (Öztürk, 2016).

2.4. Andezit Taşı

Van Gölü Havzası'nda mimaride en az kullanılan bir taş cinsidir. Andezit taş diğer taş cinslerine göre daha az olması nedeni ile mimari yapılarda

Hakkâri Meydan Medresesi ve Muş Varto Kaynarca Köprüsü'nde kullanıldığı bilinmektedir (Şekil 16,17), (Öztürk, Top, 2005: 373-398).



Şekil 16,17. Muş/Varto Kaynarca Köprüsü ve Hakkâri Meydan Medresesi Andezit Taş Kullanımı Görünüşleri (Öztürk, 2013-14).

Bitlis ve Van illerinde mimaride kullanılan Andezit taş örneğine rastlanmamıştır. Karayolları Köprü Baş Mühendisliği, Köprü Kontrol Şefliği tarafından iki ayrı Andezit taşında yapılan fiziksel ve mekanik deney sonuçları şöyledir.

Muş/Varto Çaylar Mevkii 21. Km. Ocak-Muş/Varto Çaylar Mevkii

Don Kaybı (Na₂ SO₄): %1.87

Aşınma Kaybı (Los Angeles): %11.60

Özgül Ağırlık

Kuru (ton/m³) : 2.451

Doygun Yüzey Kuru (ton/m³) : 2.492

Zahiri (ton/m³) : 2.557

Absorbsiyon (%) : 1.70

Basıç Mukavemeti (kg/cm²) : 4.68 kg/cm²

28. Km. Ocak

% 5.58

% 39.20

Kaba

1.785

1.992

2.250

11.50

1.77 kg/cm²

Andezit Taşına ait Fiziksel ve Mekanik Deney Sonuçları Karayolları Van Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır (Şekil 18-20).



Şekil 18-20. Muş/Varto Kaynarca Köprüsü Onarım Çalışmalarında Andezit Taşının İşleme ve Kullanımı Görünüşleri (Öztürk, 2014).

2.5. Kalker (Kireç) Taşı

Kalker taşı, Van Gölü Havzası'nda her tür mimaride oldukça çok kullanılan bir taş cinsidir. Bölgede kireç taşı olarak ta bilinmektedir. Van, Bitlis, Hakkâri ve Muş illerindeki birçok taş ocağında kolaylıkla temin edilir.



Şekil 21,22. Muş Merkez Yıldız Han Giriş Cephesi ve Van Çarpanak Manastırı Jamaton Bölümü Kubbe Kalker Taş Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2013).

Kalker taşı, ocaktan ilk çıkartıldığında işleme özelliğinin yüksek olması dolayısıyla kolaylıkla şekil verilen, işlenmeye uygun mimari yapıların duvarlarının, kubbe, tonoz, kemer, kapı pencere sövelerinde, mezar taşlarında, dekoratif süslemelerde vb. mimari yapılarda kullanılmaktadır. Kalker taşının kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait verilere rastlanmamıştır (Şekil 21-25).



Şekil 23-25. Van/İpekyolu Hüseyin Paşa Camii ve Horhor Camii Mihrap Onarımı Kalker Taş Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2009).

2.6. Bitlis Küfeki Taşı

Bitlis şehir merkezindeki her türdeki mimari yapılarda kullanılan yerel taş cinsi Bitlis Küfeki taşıdır. Bitlis merkez Herson Mahallesi'ndeki taş ocaklarında geleneksel metotlar kullanılarak çıkartılan ve yerel usta ve işçiler tarafından işlenerek mimaride kullanılır. Volkanik bir yapıda olmayan Bitlis Küfeki taşı, homojen bir yapıda olup porozitesi Ahlat taşına göre daha azdır (Şekil 26-31).



Şekil 26. Bitlis Merkez Yusuf Paşa Konağı Genel Görünüşü (Öztürk, 2018).

Bitlis merkez taş ocağından çıkarılan doğal taş numunesinin sertlik ve işlenebilirlik derecesinin tespit için 05.05.2023 tarihinde İstanbul Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi yapılmıştır. İlgili üniversitenin Vakıf Kültür Varlıklarını Koruma, Uygulama ve Araştırma Merkezi-KURAM Prof. Dr. Ahmet Refik Ersen Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı'nda incelenerek gerekli deneyler yapılmıştır.



Şekil 27. Bitlis Merkez Belediye Binası Genel Görünüşü (Öztürk, 2018).

Tek eksenli basınç deneyi ocaktan çıkarılan $\sim 70 \times 70 \times 70$ mm ebatlarındaki küp örnekler üzerinde TS 699 (Doğal Yapı Taşları - İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri) ve TS EN 1926 (Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tayini) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İncelenen Doğal Taş Örneğinin Tek Eksenli Basınç Mukavemeti Değerleri (2023).

Örnek No	Örnek Boyutları (mm)			Tek Eksenli Basınç Mukavemeti (MPa)
	En	Boy	Yükseklik	
1	69,85	71,08	66,64	67,02
2	65,72	68,34	66,05	94,20
3	71,08	67,86	69,66	93,74
4	66,94	71,20	70,46	70,74
5	70,44	67,53	69,88	94,84
6	70,30	70,80	66,65	83,03
<i>Ortalama</i>				83,93
<i>Standart Sapma</i>				12,50
<i>Varyasyon Katsayısı</i>				0,15

Mimaride beden duvarlarında, her türden dekoratif süsleme elemanlarında, zemin kaplamalarında kullanılan Bitlis Küfeki taşı, Ahlat taşına göre daha sert bir yapıdadır. Bitlis Küfeki taşı çoğunlukla kahverengi ve tonlarında olup başka rengi bulunmamaktadır (Sayan, Öztürk, 2001: 36,37), (Şekil 26-31).



Şekil 28,29. Bitlis Küfeki Taşı Ocak İşletim Görünüşleri (Öztürk, 2020).

İncelenen doğal taş örneğinin Mohs sertlik skalasına göre sertliği 6.0-7.0 Mohs aralığında mineral sertliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. İşlenebilirlik

(sertlik) derecesi doğal taş örneğinin tek eksenli basınç mukavemeti değerleri baz alınarak, Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün kullandığı sertlik derecesi cetveline göre saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. VGM Tarafından Kullanılan Doğal Taş İşlenebilirlik (Sertlik) Derecesi Cetveli (2023).

İşlenebilirlik (Sertlik) Derecesi	Tek Eksenli Basınç Mukavemeti (MPa)
1.00	0-30
1.25	31-40
1.50	41-49
1.75	50-75
2.00	76-95
2.25	> 96

Tablo 1'de verilen tek eksenli basınç mukavemeti değerleri (Ort.: 83,93 MPa) göz önüne alındığında, bahsi geçen doğal taşın işlenebilirlik (sertlik) derecesinin Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün kullandığı sertlik derecesi cetveline göre 2.00 olduğu (Tablo 2) tespit edilmiştir.



Şekil 30,31. Bitlis Meydan Camii ve Bitlis El Aman Hamı Genel Görünüşleri (Öztürk, 2016).

2.7. Güroymak (Norşen) Taşı

Bitlis ilinin 25 km. kuzeybatısında yer alan Güroymak ilçesindeki taş ocaklarında geleneksel metotlar ile çıkartılarak mimaride kullanılır. Kahverengi

olan Güroymak taşı, daha çok Ahlat taşına renk benzerliğinden dolayı bölgedeki yerel ustalar tarafından sık sık karıştırılmaktadır.

Güroymak ya da Norşen taşı olarak bilinen yerel taş, Ahlat taşı ve Bitlis Küfeki taşına oranla daha sert olması ile aşınma, sıcak ve soğuk ilişkisinden daha az etkilenmektedir (Şekil 32,33). Van Gölü Havzası'nda pek bilinmeyen Güroymak taşının fiziksel ve mekanik deney sonuçlarına rastlanmamıştır.



Şekil 32,33. Bitlis/Güroymak Taşı Ocak Genel Görünüşleri (Öztürk, 2009).

2.8. Ahlat (Andezit Tüf) Taşı

Van Gölü Havzası'nda bulunan ve günümüzde Bitlis ilinin ilçesi olan Ahlat, Türk sanatındaki önemli yerinin yanı sıra, bölgede "Ahlat Taşı" diye bilinen ve bölge mimarisinde önemli bir yeri olan taşıyla da ünlüdür. Bu taş yüzyıllardır olduğu gibi, günümüzde de hem modern mimaride hem de tarihi mimari eserlerin onarımında bölgede ve bölge dışındaki çok sayıdaki mimari yapılarda çokça kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 34,35. Ahlat Taşı İşleme Atölye Görünüşleri (Öztürk, 2011).

Oluşumu itibariyle magmatik taş grubundan olan Ahlat taşının rengi kırmızı, siyah, kül, gri, açık sarı ve beyazdır. Yapısı itibariyle Andezit olup, volkanik küllerin birikmesi sonucu meydana geldiğinden, Ahlat taşı bir volkanik tüftür. Bu çeşit taşlar lavlar ve bileşimindeki maddelere göre isimlendirildiklerinden, bu taşta bir “Andezit Tüf”tür (Şekil 34-35).

Ahlat taşının kimyasal bileşenleri şu şekilde saptanmıştır (Mutlu, 2007: 314-321). SiO₂: %59, Zr:100 ppm, Na₂O :%59, Al₂O₃: %17, CaO :%4, FeO: %9, Diğerleri: %1’dir.



Şekil 36-38. Van Kaya Çelebi Camii’nde Ahlat Taşının Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2014).

Ahlat taşı farklı renklerde bulunmaktadır. Taşın çeşitli renklerde olması, bölge mimarisinde süslemeye de çokça kullanılmasına neden olmuştur. Özellikle ocaktan yeni çıkartılmış ve ocak nemini henüz kaybetmemiş taşın işlenmesi oldukça kolaydır. Ahlat’ta bulunan Selçuklu Mezarlığı ve diğer mimari yapılar incelendiğinde Ahlat taşının dekoratif desen çalışmalarına ne kadar elverişli olduğu görülebilir. Bununla beraber taşta zamana paralel bir sertleşme söz konusudur.



Şekil 39. Bitlis/Ahlat Taşı Ocak Genel Görünüşleri (Öztürk, 2014).

Ahlat taşının rutubetli ortamda ve su içinde bulunduğu durumda su emme yüzdesinin fazla olması en olumsuz tarafı sayılabilir. Su, güçlü bir eritici olup, iyon alışverişini kolaylaştırarak malzemenin hacminin değişmesine sebep olur. Değişme su içinde bulunan saldırgan iyonların ve CO_2 , SO_2 , SO_3 , Cl , NO_3 ve SO_4 gazlarının varlığı nedeniyle meydana gelir. Soğuk ve don ise yalnız suyun değişim etkisiyle olaya karıştığı için zararlı olur. Su ısısının düşmesi CO_2 yoğunlaşmasını yükselttiği için aşınmayı artırır (Şekil 36-42).



Şekil 40. Bitlis/Ahlat Selçuklu Mezarlığı Genel Görünüşleri (Öztürk, 2017).

Taşın boşluk ve çatlaklarını dolduran suyun -22 C° de donması sonucu oluşan % 9 oranında hacim artışından dolayı meydana gelen basınç 1700 kg/cm^2 'dir. Bu basınç sert taştan yapılmış eserlerin bile tahribatına neden olur. Taşın bünyesinde nem sorun olduğu zaman, içinde bulunan tuzlar yüzeye doğru hareketlenmekte ve taş yüzeyinde beyaz çiçeklenme, kabuklaşma ve oyuk biçiminde tahribata yol açmaktadır (Tablo 3,4), (Mutlu, Öztürk, 2002: 42-44).

Tablo 3: Ahlat Taşının Fiziksel Deney Sonuçları (2002).

Özgül kütle	Birim kuru kütle	Birim doygun kütle	Kütlece su emme	Hacimce su emme	Görünen porozite	Doluluk oranı	Gözeneklilik derecesi	Los/Angeles aşınma Kaybı		Tabi don kaybı	Doygunluk katsayısı (hacimce)
								100 devir	500 devir		
Gr/cm	Gr/cm	Gr/cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2,60	1,43	1,83	27,9	39,9	39,9	55	45	27,5	80,2	0,2	89

Tablo 4: Ahlat Taşının Mekaniksel Deney Sonuçları (2002).

YÖN	Sürtünme ile aşınma kaybı		Darbe dayanımı		Çekme dayanımı		Basınç dayanımı		Don sonu basınç dayanımı	Dayanım azalması
	Kalınlık azalması	Hacim azalması	Kuru	Doygun	Kuru	Doygun	Kuru	Doygun		
	Cm/50cm ²	Cm ³ /50cm ²	Kgf/cm ²	Kgf/cm ²	Kgf/cm ²	Kgf/cm ²	Kgf/cm ²	Kgf/cm ²		
Tabakalanmaya Dik	0,7	35	20	12	16	12	90	86	48	
	0,7	35	20	20	18	15	112	90	48	
	0,8	40	20	20	18	15	116	93	52	
	-	-	20	30	19	17	120	98	57	
	-	-	30	30	19	17	121	98	57	
Ortalama	0,73	36,67	22,0	22,4	18,0	15,2	111,8	93,0	52,4	53,1
Tabakalanmaya paralel	0,7	35	12	12	13	10	62	69	48	
	0,8	40	12	12	14	11	71	66	50	
	1,1	55	12	12	14	13	77	67	53	
	-	-	16	16	15	14	81	70	54	
	-	-	16	16	18	17	85	81	55	
Ortalama	0,87	43,33	13,6	13,6	14,8	13,0	75,2	70,6	52,0	30,9



Şekil 41,42. Ahlat Taşı Ocak İşleme Genel Görünüşleri (Öztürk, 2020).

2.9. Moloz Taşı

Van Gölü Havzası'nda her cins taştan ve çeşitli büyüklüklerde çok sayıdaki mimari yapılarda Moloz taşın kullanıldığı görülmektedir. Çay ve dere yataklarında toplanan moloz taşlar, bölgede çoğunlukla duvar yapım, dolgu, yol ve döşeme kaplamalarında kullanılmaktadır.



Şekil 43. Urartu Dönemi Moloz Taşı Tahkimat Duvar Yapım Görünüşü (Öztürk, 2015).



Şekil 44-46. Moloz Taşı Zemin Yol Döşeme Kaplaması ve Duvar Yapım Görünüşleri (Öztürk, 2008).



Şekil 47,48. Moloz Taşı Sur Duvarı ve Beden Duvarı Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2014).

Mimari yapıların beden duvarlarında moloz taşlar; sıralı, sırasız moloz şeklinde ya da dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır (Şekil 43-48).

2.10. Kum Taşı

Van Gölü Havzası'nda daha çok Van ilindeki her tür mimari yapıda sıkça kullanıldığı görülmektedir. Kum taşının rengi çoğunlukla açık yeşil renktedir. Kum taşı, mimaride özellikle sivil mimari örneklerinde, mimari yapıların dış beden duvarlarının pencere, kapı sövelerinde veya cephelerde kesme taş şeklinde kullanılmaktadır.



Şekil 49-51. Kum Taşının Van Eski Tekel Binası ve Van Evi Subasmanında Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2010).

Toprak altında ya da sürekli nem, rutubet ve su ile temas eden yüzeylerde kullanıldığında, özellikle sıcak ve soğuk ilişkisi yaşanan mevsimlerde taşın içerisindeki nemin kurumması ile birlikte taşın pullanarak döküldüğü görülmektedir. Bu olumsuz özelliğine rağmen mimaride pek çok yerde kullanılmıştır (Şekil 49-53).

Bölgede Van ilindeki yapılarda ve Hakkâri'deki birkaç mezar şahide taşlarında kullanıldığı görülen Kum taşının fiziksel ve mekanik deney sonuçlarına rastlanmamıştır (Öztürk, Subaşı Direk, 2010: 182-194; Top, 2002: 1292,1993).



Şekil 52,53. Kum Taşının Hakkâri Mezar Şahidelerinde Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2012).

2.11. Mermer

Van Gölü Havzası'nda mermer yataklarının az olması nedeniyle sınırlı sayıda kullanılmıştır (Öztürk, Top, 2005: 373,374). Mermer, daha çok tarihi mimari yapılarının kitabelerinde kullanılmıştır (Şekil 54-56).



Şekil 54. Hakkâri Meydan Medresesi Mermer Kitabe Görünüşü (Öztürk, 2018).



Şekil 55,56. Tarihi Yapıların Kitabelerinde Mermer Kullanım Görünüşleri (Öztürk, 2015-18).

3. Sonuç

Van Gölü Havzası, anıtsal ve yöresel mimari eserler açısından adeta henüz tam anlamıyla keşfedilmemiş bir kültür hazinesi gibidir (Şekil 57-60). Mimari

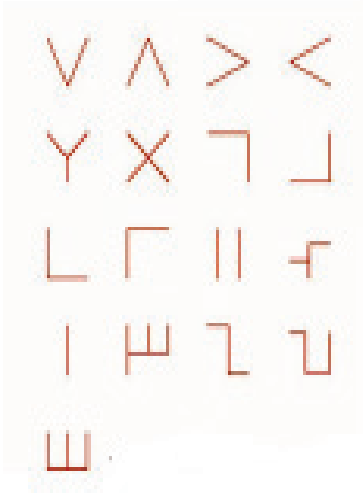
açıldan birer tapu niteliğindeki çok farklı uygarlıklara ve değişik inançlara ait eserler bölge mimarisinde yer almaktadır.

Ülkemizdeki birçok mimar, inşaat mühendisi, sanat tarihçi, arkeolog, tarihçi vb. uzmanların ve bazı akademisyenlerin bu eserlerden yeterince haberdar olmamaları üzüntü vericidir. Bölgedeki anıtsal mimari eserlerin oluşumunda görev alan işçi, usta, mühendis ve mimarların yanı sıra, kullanılan ana yapı malzemesi olan taşında önemli bir yeri vardır.



Şekil 57. Tarihi Muş Murat Köprüsü'nde Bazalt Taş Kullanım Görünüşü (Öztürk, 2022).

Günümüzden yaklaşık 2500 yıl önce Urartular tarafından inşa edilen eserlerdeki bazalt ya da kalker taşın kullandığı kale surları, 1.000 yıl öncesinde Selçuklular döneminde inşa edilen mezar şahide taşı ya da kümbetin hiçbir kimyasal, fiziksel veya mekanik deformasyona uğramadan, günümüzdeki her türlü olumsuzluklara rağmen ayakta kalmayı başarmışlardır. Günümüzde gerek modern mimari yapılarda ve gerekse tarihi yapıların onarımlarında kullanılan her türlü taşın, ömürleri ancak birkaç yıl ile sınırlı kalmaktadır.



Şekil 58,59. Bitlis Hatibiye Medresesi'nde Kullanılan Taşçı İşaretleri (Öztürk, 2010).

Van Gölü Havzası'nda tarihi mimari yapılarda kullanılan her türlü taş cinsi, ocaktan çıkarılışından mimari yapıda kullanıldığı ana kadar tüm aşamalarda usta ve işçilerin kullandıkları aletleri yardımıyla şekillenmişlerdir. Adeta usta ile taş arasında duygusal bir gönül ilişki oluşmuştur. Usta cansız taşta bir bakıma ruh vermiş, taş ise ustaya bizim anlamakta zorlandığımız yüzyıllarca ayakta kalma manevi sırrını vermiştir. Ustaların işledikleri taşların sathların perdahlanmış bir yüzey değil, taşın dört mevsim hava almasını sağlayan gözenekleri koruyarak pürüzlü bir yüzey oluşturmuştur. Her taşı işleyerek şekil veren usta kendine has çeşitli geometrik şekillerden oluşan usta işaretini taşın üzerine işlemiştir (Öztürk, Bingöl, 2011: 254-264), (Şekil 58,59). Böylece yapıda kullanılan her taşın hangi usta ya da işçi tarafından kullanıldığı belli olur.

Usta tarafından işlenmiş taşların sathındaki pürüzler yüzyıllarca adeta yaşayan bir organizma gibi atmosferdeki nem, rutubet ve hava ilişkisi taşın bünyesindeki dokular arasında hayatını devam ettirmiştir. Taşın bünyesindeki bu ilişki yaz ve kış mevsimlerinde yoğun bir şekilde cereyan ederek taşın mukavemet değerine artışına sebep olur.



Şekil 60. Bitlis/Ahlat Bayındır Kümbeti Ahlat Taşı
Kullanım Genel Görünüşü (Öztürk, 2022).

Günümüzde modern taş ocaklarından çıkartılan taşların mimari yapıda kullanılıncaya kadar tüm aşamalarda yüksek devirli kesici elmas uçlu testereler kullanılmaktadır. Kesme işleminde sırasında yüksek devirli kesici uçların taş yüzeyinde oluşan yüksek sıcaklıkla en az 1-2 cm. kalınlığında taşın cidarını adeta yakarak taşın doğal hava alan kılcal damarları toz ve sudan meydana gelen bir kil tabakası ile doldurularak iç ve dış atmosfer hava ilişkisi kesilmektedir. Her boy ve kalınlıkta adeta kibrit kutusu gibi taş blokları üretilerek, hem yeni yapılarda hem de onarılan tarihi yapılarda kullanılmaktadır. Yapıda kullanılan bu türden kesme taşların özellikle yaz mevsiminde sıcaklığın artışına bağlı olarak ve kılcal geçiş damarlarının kapalı olmasından dolayı bünyesindeki nem

ve rutubeti oluşan basınç etkisiyle taşın yüzeyleri pullanarak tahrip olmasına neden olmaktadır.

Van Gölü Havzası'nın yer aldığı Doğu Anadolu Bölgesi'nde kullanılan bu türden taşlar, yaz ve kış aylarında oluşan yüksek sıcaklık ve soğukluk farkından dolayı taşın işletim esnasında hava ilişkisi kesilen ve yanarak sıcaklık ve soğukluğa karşı dayanımı azalan taşlarda birkaç yıl içerisinde dökülmeler ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak, başta ilgili kamu kurum ve kuruluşların yöneticileri ile teknik denetim görevlileri olmak üzere usta, işçi, mimar ve ilgili mühendislerin tarihi eserlerin onarım çalışmalarında daha bilinçli olmaları gerekmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin her türlü zor iklim koşullarına rağmen yüzyıllarca ayakta kalan eşsiz mimari yapıları inşa edilen dönemin ekonomik, kültürel, siyasal birer göstergesi olarak adeta mührü niteliğindedir. Bölgedeki anıtsal tarihi yapıların onarımında kullanılan taşların her türden özelliklerine uygun onarımı yapılarak geçmişten günümüze kadar gelen eserleri gelecek kuşaklara aktarmamız zorunluluk arz etmektedir.

Kaynakça

Belli, O., Dinçol, A. M. (1982). *Hazine Kapısı ve Aşağı Zivistan Taş Ocakları, Anadolu Araştırmaları VIII*, 25 Mayıs 1982, Ankara, Türkiye.

Erzen, A. (1972). Çavuştepe Kazıları, VII. *Türk Tarih Kongresi Kongreye Sunulan Bildiriler*, 25-29 Eylül 1970, Ankara, Türkiye.

Çilingiroğlu, A. (1998). *Ayanis Kalesi Kazıları, XIX. Kazı Sonuçları Toplantısı I*, 02 Mart 1996, Ankara, Türkiye.

Mutlu, M. (2007). *Van Gölü Çevresinde Geleneksel Ahlat Taşı ile Yapılan Eserlerin Tahrip Olma Nedenleri, II. Van Gölü Havzası Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye.

Mutlu, M., Öztürk, Ş. (2002). “Van Gölü Çevresinde Geleneksel Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Ahlat Taşının Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri Hakkında Bir Araştırma”, *Standart Dergisi*, 482: 42-44, Ankara.

Öztürk, Ş. (2010). *Geleneksel Van Evlerinde Dış Yapı Elemanları ve Malzeme, V. Uluslararası Van Gölü Havzası Sempozyumu*, 9-13 Haziran, Van, Türkiye.

Öztürk, Ş. (2012). *Tarihi Süreç İçerisinde Van Gölü Havzası'nda Taşın Mimaride Kullanılması, IV. Taş Sempozyumu-Geleneksel ve Modern Mimaride Uygulama-Sorunlar-Çözümler-Öneriler Taş*, 22,23, Kasım, Antalya, Türkiye.

Öztürk, Ş. (2018). Geleneksel Van Evleri, C. I,II, Kayseri: Ormat Matbaacılık.

Öztürk, Ş., Subaşı Direk, Y. (2011). *Van Tekel Binası, VI. Uluslararası Van Gölü Havzası Sempozyumu, Van-Erciş, 09-11 Haziran, İstanbul, Türkiye.*

Öztürk, Ş., Bingöl, Y. (2011). *Hatibiye Medresesi Restorasyonu, VII. Uluslararası Van Gölü Havzası Sempozyumu Van-Erciş, 04-07 Ekim, İstanbul, Türkiye.*

Öztürk, Ş., Top, M. (2005). “Hakkâri Meydan Medresesi”, T.C. Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü’nün Vakıflar Dergisi, 29: 373-398, Ankara.

Sayın, Y., Öztürk, Ş. (2001). Bitlis Evleri, Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi.

Top, M. (2002). *Hakkâri’deki Osmanlı Devri Mezar Taşları, XIII. Türk Tarih Kongresi, 04-08 Ekim, Ankara, Türkiye.*

BÖLÜM VII

GÜNEY AMERİKA'DAKİ TİWANAKU UYGARLIĞI YAPI KALINTILARI VE TAŞ KULLANIM TEKNİĞİ

*Tiwanaku Civilization in South America,
Building Remains and Stone Usage Technique*

Sezgi GİRAY KÜÇÜK¹ & Sedat KURUGÖL²

¹(Doç. Dr.) Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,
Mimari Restorasyon Programı,
e-mail: sezgi.giray.kucuk@msgsu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-4556-4331

²(Prof. Dr.) Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,
Mimari Restorasyon Programı,
e-mail: sedat.kurugol@msgsu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7230-1193

1. Giriş

Tarihsel süreçte farklı coğrafyalardaki uygarlıklarda, konut, ibadet, ticaret, eğitim gibi çeşitli işlevlere sahip yapılar inşa edilmiştir. Doğal taşlar, doğadan elde edilmesi, bol olması, sağlam ve kalıcı yapıların inşasına olanak vermesi, taşıyıcı öge olmasının yanı sıra kaplama ve süsleme elemanı olarak da kullanılabilmesi gibi sebeplerle geçmiş dönemlerde en sık tercih edilen malzemelerin başında yer almıştır. Tarihteki uygarlıklar, günümüz teknoloji koşullarına sahip olmamalarına rağmen, deneyerek ve yanılarak taşların ocaktan çıkarılması, taşınması ve şekillendirilmesi konularında çeşitli sistemler geliştirmişlerdir.

Mısırlılar, M.Ö. 4000 yıllarında piramitler ve tapınaklar gibi büyük yapıları inşa etmek için granit, kireçtaşı ve kumtaşı gibi doğal taşları

kullanmışlardır. Çinliler, yaklaşık M.Ö. 2000 yılından beri, kireçtaşı, mermer ve granit gibi doğal taşları kullanarak, Çin Seddi başta olmak üzere birçok yapı inşa etmişlerdir. Antik Yunanlılar, M.Ö. 5. yüzyılda Akropolis gibi pek çok önemli yerleşimde mermer başta olmak üzere çeşitli doğal taşları kullanmışlar, Romalılar ise, M.Ö. 1. yüzyıldan M.S. 4. yüzyıla kadar olan dönemde, mimaride ve heykel gibi süsleme sanatında, mermer, traverten, granit vb. doğal taşlardan faydalanmışlardır. Orta Amerika'daki Maya Uygarlığında, granit ve kireçtaşı gibi doğal taşlar kullanılarak, piramitler, tapınaklar gibi önemli yapılar inşa edilmiştir. İnkâ Uygarlığında, Güney Amerika'da And Dağları'nda, granit ve andezit gibi doğal taşlar kullanılarak, Cuzco ve Machu Picchu gibi yerleşimlerde muhteşem yapılar inşa edilmiştir. Güney Amerika'daki bir diğer önemli uygarlık da Tiwanaku Uygarlığıdır. İnkâlardan önce var olmuş olan bu uygarlığa ait yapılar, yaklaşık M.S. 600 ila 700 arasında inşa edilmiştir (Gara vd., 2020). Bu dönemin yapılarından günümüze ulaşan kısımlarda görülen taşların ustaca işlenmiş kenarları, dikkatleri Tiwanaku Uygarlığına ait yapı kalıntlarına çekmiştir.

1.1. Amaç, Kapsam, Yöntem

Tiwanaku Uygarlığı, uzun yıllardır çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Güney Amerika'nın en bilinen medeniyetlerinden olan Maya ve İnkâlardan bile daha eskiye dayanan tarihi, bu dönemden günümüze ulaşan yapı kalıntılarının işlevi, oldukça başarılı ve hassas bir şekilde uygulanmış taş işçiliği, mevcut taş blokların monolitik (yekpare) oluşu ve dönemin teknolojik koşulları içerisinde şekillendirilmelerinin neredeyse imkânsız olması gibi konular, bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Bu çalışmanın amacı da yaklaşık 1400 yıl önce var olmuş olan bu uygarlığa ait günümüze ulaşan taşların nasıl bir teknoloji ile şekillendirildiğini ve mevcut yerine nasıl taşındığını sorgulamak olmuştur. Bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenmiş ve bu sürecin oldukça eskiye dayandığı ve uzun süredir araştırmalara konu olduğu anlaşılmıştır. Ancak bu konuda yapılmış olan yayınların genellikle İngilizce, İspanyolca veya Fransızca olması ve Türkçe herhangi bir yayına rastlanmaması sebebiyle, bu uygarlıkla ilgili yapılmış olan tespitlerin dilimize aktarılmasının önemli olduğu düşünülmüştür. Yöntem olarak mevcut yayınlar (kitap, makale, bildiri, haber, video vb.) incelenmiş, dilimize çevrilmiş ve derlenerek bir araya getirilmiştir.

Tiwanaku Uygarlığındaki taşlar üzerine yapılan analizlerin, diğer kültürlerle ait yapılara da uygulanmasıyla pek çok yeni bilginin literatüre kazandırılacağı düşünülmektedir.

1.2. Literatür Araştırması

Tiwanaku bölgesindeki yapılar, dünya genelindeki yapıların mimarisini ele alan (Ching vd., 2007) ve And Dağları etrafındaki yerleşimleri anlatan yayınlarda yer almaktadır. Tiwanaku ile ilgili yapılmış yayınların bir kısmında, bölgenin tarihçesine değinilerek, sosyo-politik, kültürel, sanatsal önemi aktarılmakta (Kolata, 1993; Stone-Miller,1995: 119-144), bir kısmında ise Tiwanaku, bölgedeki mevcut yapılar bazında incelenmektedir (Margottini, 2013). Tiwanaku içerisinde, güneyde yer alan Puma Punku'daki yapılar da pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Vranich (2006), Puma Punku'nun işlevleri bağlamında tapınakta yapılan ayinler ve hacıların buraya gelmesinden hareketle, Puma Punku Tapınağı'nın, şehrin ritüel giriş kapısı niteliğinde olduğuna değinmiştir. Davidovits ve ekip arkadaşları da Puma Punku'daki kalıntıları malzeme bazında oldukça detaylı incelemiştirler. Davidovits ve arkadaşları, (Davidovits vd., 2019a; Davidovits vd., 2019b; Davidovits vd., 2019c; Davidovits vd., 2020; Gara vd. 2020) Puma Punku'daki iki farklı taş çeşidi olan kırmızı kumtaşı ve andezit hakkında oldukça kapsamlı saha ve laboratuvar çalışmaları yapmışlardır¹.

2. Tiwanaku Uygarlığı ve Günümüze Ulaşan Yapıları

Tiwanaku, Güney Amerika'nın And Dağları bölgesinde yaklaşık 400-1200 yılları arasında var olmuş bir uygarlıktır (Şekil 1). Üç büyük And imparatorluğundan ikincisi olan Tiwanaku, tarih olarak Chavin ve İnka uygarlıkları arasında yer alır (Browman, 1981).



Şekil 1. Güney Amerika, Bolıvyada Tiwanaku Uygarlığının konumu.

¹ Araştırmalarının sunulduğu sempozyum konuşması için bkz. Url 7.

Güney And Dağları ve ötesinde geniş bir alana hâkim olan İspanyol öncesi güçlü bir imparatorluğun başkenti olan Tiwanaku şehri, Altiplano'da Titicaca Gölü'nün güney kıyılarının yakınında, Bolivya'nın La Paz Bölgesi'nin Ingavi Eyaleti'nde 3.850 metre yükseklikte yer almaktadır (Url 1). Küçük bir yerleşim yeri olarak kurulan Tiwanaku, daha sonra 400 ile 900 yılları arasında planlı bir şehre dönüşmüştür. 500 ile 900 yılları arasında da doruk noktasına ulaşmıştır (Url 1). Yapay teraslar, sürdürülebilir tarım yapılmasına olanak sağlamış ve dolayısıyla Tiwanaku Uygarlığı'nın kültürel gelişimine katkıda bulunmuştur. Bu yenilikler daha sonra farklı uygarlıklar tarafından benimsenmiş ve güneyde, Peru'daki Cuzco'ya kadar genişletilmiştir. Bu şehrin ekonomik temelini tarıma dayalı olduğu, yerel olarak Sukakollos olarak bilinen ve farklı kültürlerin iklim koşullarına kolayca uyum sağlamasına olanak tanıyan sulama teknolojileriyle karakterize edilen yaklaşık 50.000 tarım arazisiyle kanıtlanmıştır (Url 1). Tiwanaku yönetimi altındaki geniş bölgede birçok kasaba ve koloni kurulmuştur. Tiwanaku'nun siyasi hakimiyeti 11. yüzyılda azalmaya başlamış ve 12. yüzyılın ilk yarısında çökmüştür (Url 1).

Büyük ölçüde kerpiçten inşa edilen antik kentin büyük bir bölümü, günümüzde modern kentsel yerleşim tarafından kaplanmış durumdadır (Şekil 2). Ancak tören merkezinin anıtsal taş yapıları korunan arkeolojik alanlarda varlığını sürdürmektedir (Url 1). Tiwanaku, günümüzde arkeolojik bir dünya miras alanıdır. Arkeolojik araştırmalar, farklı dönemlerde işgallerin olması sebebiyle farklı stil ve tekniklerle oluşturulmuş yapıların yer aldığına işaret etmektedir (Margottini, 2013).

Tiwanaku Uygarlığından günümüze kısmen de olsa ulaşabilmiş yapılar; Kalasasaya Tapınağı, Yarı Yeraltı Tapınağı, Kantatallita Tapınağı, Akapana Piramidi ile Ay ve Güneş kapıları olup bunlar arkeolojik kalıntı şeklindedir. Güneyde ise Puma Punku Tapınağı yer alır. Tiwanaku'da konut yapıları, törensel yapıların çevresine, daha küçük, kerpiç yapılar olarak, sokağa yakın inşa edilmişlerdir (Margottini, 2013).



Şekil 2. Eski Tiwanaku kentinin günümüz yerleşim merkezi. Kırmızı renkli bölgeler, uygarlığa ait yapı kalıntılarını ifade etmektedir.

2.1. Kalasasaya Tapınağı ve Güneş Kapısı

Kalasasaya Tapınağı, geniş dikdörtgen bir açık tapınaktır (Şekil 3). “Kala” “taş” ve “saya” “ayakta duran” kelime anlamlarıyla, Kalasasaya, “Durdurulmuş Taşlar” olarak Türkçe’ye tercüme edilmiştir (Url 2). Gözlem için kullanıldığı düşünülür. Burası aynı zamanda Tiwanaku’daki törenlerin merkezi olmuştur (Url 2) (Şekil 3). Duvar örgüsü, kesme taşlardan oluşmuştur ve aralarda yekpare düşey dikdörtgen taşlar kullanılmıştır (Şekil 4). Duvar üzerinde çörtlenler mevcut olup duvar ile temas ettiği alt kısımları su etkisiyle renk değiştirmiştir (Şekil 4). Bir giriş takı/kapısı ile tapınağa giriş sağlanmaktadır.



Şekil 3. Kalasasaya açık tapınağı (Tatu, 2017).



Şekil 4. Kalasasaya Tapınağı dış duvarları üzerinde çörtlenler (Url 3).

Tapınağa, doğu duvarının ortasından yedi basamakla girilmekte, içerisinde iki büyük monolit taş ve kuzeybatısında Güneş Kapısı denilen, Tiwanaku sanatının önemli örneklerinden biri bulunmaktadır (Şekil 5). Güneş Kapısı'nın, nişleriyle beraber yekpare andezit taşından oyulduğu söylenmektedir (Url 1). Kapı açıklığının üzerinde, basamaklı bir platform üzerinde duran, detaylı bir başlık giyen ve her iki elinde birer asa tutan merkezi bir tanrıyı tasvir eden bir alçak kabartma friz vardır (Şekil 5). Tanrının yanında sıra kuşlar görülmektedir ve panelin alt kısmında bir dizi insan yüzü mevcuttur. Tüm bu işaretler, bir tarım takvimi olarak yorumlanmıştır (Url 1).



Şekil 5. Güneş kapısı ve üst kısmından detay (Url 1).

Kalasasaya Tapınağı'ndan, alt kotta yer alan Yarı Yeraltı Tapınağına doğru yedi basamak ile inilmektedir (Şekil 6 ve 7). Oldukça yıpranmış olan bu basamakların iki yanında, kapının üst kotu ile aynı hizada sonlanan duvarların

teras ile bağlantısı, yekpare taşlarla yapılmıştır. Kapının etrafındaki duvar kesme taş ile inşa edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. Kalasasaya Tapınağı ile Yarı Yeraltı Tapınağı arasındaki bağlantı (Google sokak görüntüsü üzerinden yazar tarafından hazırlanmıştır).



Şekil 7. Kalasasaya Tapınağından Yarı Yeraltı Tapınağına doğru inen merdivenler ve giriş kapısı (Url 3).

2.2. Yarı Yeraltı Tapınağı

Kalasasaya Tapınağı'nın doğusunda yer alan, alt kotta konumlandığı için bu isimle anılan mekânın avlusunun, kumtaşı ile örülmüş duvar örgüsü içerisinde, farklı boyutlarda irili ufaklı, kare veya dikdörtgen formlu pek çok taş yer almaktadır. Bunun yanı sıra yer yer dikdörtgen yekpare sütunlar da konulmuş, bu sütunların duvar hizasının üzerinde kalan kısımları yuvarlatılmıştır. Duvar örgüsünü içerisinde surat şeklinde taşlar yer almaktadır (Şekil 8). Bu tapınakta, taşa oyularak elde edilmiş 175 adet baş bulunmaktadır (Url 4). Her baş ünik olup

birbirinin tekrarı değildir (Url 5). Bölgedeki diğer yapılara kıyasla daha küçük bir tapınak olan bu tapınağın duvar örgüsü içerisinde, kırmızı kumtaşından yapılmış 48 sütun mevcuttur (Url 1). Duvarlara oyulmuş başların, savaşlarda mağlup olmuş düşmanların kopmuş kafalarını sembolize ettiği söylenmektedir (Url 1). Bu başlar ve duvar örgüsündeki diğer taşlar, hava koşullarının etkisiyle veya farklı bir sebeple tahrip olmuş, bir kısmı yüz hatlarını oluşturan keskin çizgileri kaybetmiştir. Bunun hava koşulları sebebiyle mi yoksa İspanyol istilasası sırasında kasıtlı olarak mı yapıldığı bilinmemektedir. Ancak bazı suratların tahrip olması, bazılarının bozulmamış durumda bulunması, bu deformasyonların hava koşulları, taşın iç yapısı veya kullanıcı etkisi sebebiyle olduğunu düşündürmektedir. Yumuşak bir yapıya sahip kumtaşlarına ziyaretçilerin dokunması, bu yıpranmayı hızlandırmaktadır. Galerinin ortasında üç adet dikilitaş mevcuttur (Şekil 9). Bu monolitik taşların üzerinde motifler bulunmaktadır.



Şekil 8. Yarı Yeraltı Tapınağı duvar örgüsünde baş formlu taşlar (Url 1).



Şekil 9. Yarı Yeraltı Tapınağının ortasında üç monolitik taş ve arka planda Kalasasaya Tapınağı giriş kapısı (Url 1).

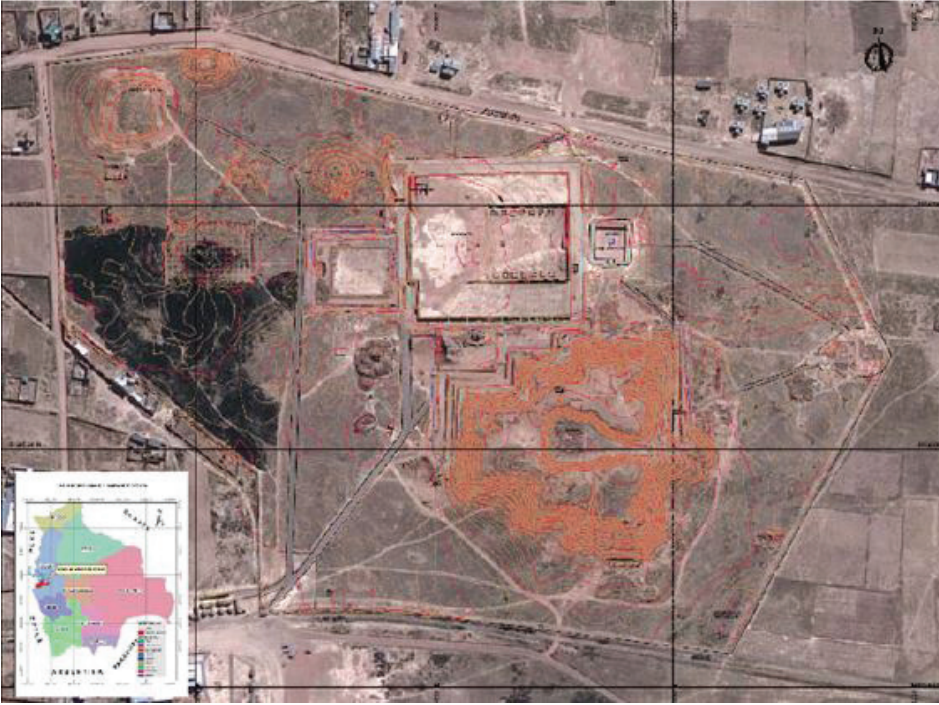
2.3. Akapana Piramidi

Akapana Piramidi, Kalasasaya Tapınağı'nın güneyinde yer almaktadır (Şekil 2). Günümüzde toprak ile gömülü bir höyüğün içerisinde yer almaktadır. Özgün halinde piramidin üst üste bindirilmiş yedi platformdan oluştuğu ve 18 metre yüksekliğinde taş istinat duvarlarına sahip olduğu bilinmektedir (Url 1). Günümüzde bu duvarların sadece alt kısmı ve ara duvarlardan biri kısmen mevcuttur. Piramidin girişi olduğu da düşünülen merdivenlerin iki yanında duvar üzerinde ve zeminde serbest bir şekilde, monolitik, haç formlu taşlar vardır (Şekil 10). Piramidin çevresinde, çok iyi korunmuş drenaj kanalları bulunmaktadır (Url 1).



Şekil 10. Akapana Piramidi etrafındaki kalıntılar ve arkadaki höyük içerisinde piramit a) (Remus, 2022). b) (Bortolon, 2022).

Bu yapı ile ilgili Margottini ve ekibinin (2013) yaptığı çalışmalar sonucunda, piramidin içerisinde yer aldığı höyüğün, kil, çakıl, vadideki alüvyonal bölgeler, göl ve nehir yataklarından gelen kumlu malzeme ile kaplı olduğu tespit edilmiştir. Bu höyüğün üzerinde bazı platformlar, merdivenler ve dikilitaşlar yer almaktadır. Toprak ile kaplı höyüğün homojenliğini sorgulamak için, jeofiziksel araştırmalar yapılmış, yapının elektrikli tomografisi elde edilmiştir (Şekil 11). Bu veriye göre, höyüğün içerisinde önemli bir öz direnç farklılığı tespit edilmemiştir. Yani höyüğü kaplayan malzemeler homojen bir şekilde konumlanmıştır. Piramidin toprak altında kalmasının sebebinin, kitle hareketleri, toprak ve dere erozyonu olduğu söylenmiştir (Margottini, 2013).



Şekil 11. Akapana Piramidi ve çevresinin topografyasının elektrikli tomografisi (Margottini, 2013).

2.4. Kantatallita Tapınağı

Akapana Piramidi'nin doğusunda yer alan Kantatallita Tapınağı, bilgilendirme levhasına göre, 29 metre eninde, 35 metre boyunda dikdörtgen bir zemin üzerine kurulmuştur. Andezit ve kumtaşı kesme taşlar, sıkıştırılmış kilden oluşan yapay platformların çevresi boyunca konumlanmıştır (Şekil 12). Kantatallita Tapınağı'na ait olduğu bilinen bir lento, kalıntılar arasında görülebilmektedir (Şekil 13). Kemer şeklindeki lento, gri andezitten yapılmıştır. 1,86 metre boyunda ve 30 santimetre kalınlığındadır. Taşın bulunduğu yerin özgün olduğu düşünülmektedir. Lentonun ön yüzünde 8 insan figürü görülmektedir. Lentonun üzerindeki deliklerin, taşın üzerinde eskiden bulunan ince altın katmanın buraya tespitini sağlayan altın çiviler olduğu, levhada yazmaktadır.



Şekil 12. Kantatallita Tapınağı kalıntıları (Tatu, 2017).



Şekil 13. Kantatallita Tapınağından çıkmış lento (Url 6).

2.5. Estela Fraile Heykeli

Tiwanaku'da yerindeki bilgilendirme panosunda yazıldığı üzere, Estela Fraile Heykeli, 2,45 metre yüksekliğinde, kırmızı kumtaşının oyulmasıyla oluşturulmuş oldukça yoğun işlemeli bir heykeldir. Kolları göğsünde olup elinde baston ve geleneksel bir içecek olan *keru* taşımaktadır (Şekil 14). Andezit taşından inşa edilmiştir. Bölgede farklı heykeller de yer almaktadır. Monolithy Ponce heykeli, Estela Fraile heykeline benzer şekilde monolitik olarak açık alanda konumlanmıştır (Şekil 15a). Yine iki elinde tuttuğu nesnelere bulunmaktadır. Estela Fraile heykelinden farklı olarak bir platform üzerinde yer almaktadır ve başında herhangi bir öge yoktur. Tiwanaku arkeolojik alanından çıkan nesnelere sergilendiği yer olan Tiwanaku müzesinde, bunlara benzer çok sayıda heykel mevcuttur (Şekil 15b). Tek parça halinde yapılmış olan bu heykellere, farklı motifli pek çok şekil verilmiştir.



Şekil 14. Andezit taşından yapılmış Estela Fraile Heykeli ve baş bölgesi taş işçiliği detayı (Url 3).



Şekil 15. Tiwanaku'ya ait diğer heykeller; solda, açık alanda yer alan Monolity Ponce heykeli, sağda, müze içinde yer alan bir heykel.

2.6. Puma Punku

Puma Punku (Pumapunku olarak da yazılır), Aymara dilinde² “Puma Kapısı” anlamına gelmektedir. Mevcut Tiwanaku yerleşim merkezinin güneyinde, sözü edilen tapınak ve piramit kalıntılarının güneybatısında yer almaktadır (Şekil 2). Burada da arkeolojik kalıntı halinde büyük blok taşlar, geniş platformlar ve oldukça hassas ve özenli olarak şekillendirilmiş taşlar mevcuttur. Taş blokların büyük olmasının yanı sıra iç ve dış açılarının tam 90 derece olacak şekilde ayarlanarak şekillendirilmiş olması, bu dönemde taşların genellikle yontularak şekil verildiği göz önüne alındığında, bu taşların nasıl bir yöntem ve teknikle mevcut hallerine getirildiğini düşündürmektedir. Bu dönemde, genellikle taştan daha sert bir malzeme ile taşların şekillendirilmesi -genellikle obsidyen kullanılarak- söz konusudur. Andezit gibi sert bir volkanik taşın şekillendirilmesi için ise ondan daha sert bir malzeme gerekmektedir. Bu durum oldukça zorlayıcı olup, 1400 yıl önce pek görülmeye alışkın bir durum değildi. Puma Punku'daki taşların nasıl şekillendirildiği ve buraya nasıl taşındığı gibi sorular insanları epeyce düşündürmüştür.

2.6.1. Puma Punku'daki Kırmızı Kumtaşı Kalıntıları

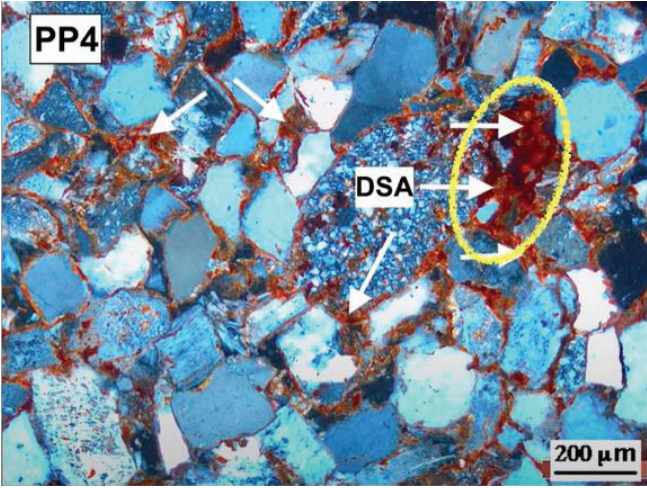
Davidovits ve ekip arkadaşlarının yaptığı bilimsel araştırmalar, Puma Punku'daki taş işçiliği hakkındaki sorulara ışık tutmuştur. Ekip, bölgede bulunan iki farklı taş türü olan kumtaşı ve andezit taş kalıntıları için ayrı ayrı laboratuvar çalışmaları yapmıştır. Bölgede bulunan dört adet büyük levhalar halinde, yaklaşık 130-180 ton arasında olduğu söylenen kumtaşlarının araştırması için, öncelikle taşın çıkarıldığı ocak tespit edilmeye çalışılmıştır (Davidovits, 2019c) (Şekil 16). Önce yakın çevredeki kumtaşı ocakları belirlenmiş, buralardan alınan taş örnekleriyle Puma Punku'daki kırmızı kumtaşından alınan numune kıyaslanarak, hangi ocağın taşı ile benzer kompozisyonda olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan ince kesit analizinde kuvars ve feldispat kristal boyları karşılaştırılmış, anıttan alınan numune ile Kallamarka'daki numune uyumuştur. Dolayısıyla taşın ocağının Kallamarka'da yer aldığı tespit edilmiştir. Ancak bu analizde, anıttan alınan numunede, kumtaşında rastlanması normal olmayan, kalın matrisli bir malzemenin bulunması dikkati çekmiştir. Şekil 17'de DSA (Disagregated Sandstone Agregate, ayrışık/taneli karakterde kumtaşı agregası) olarak gösterilen kısım, fazla miktarda olup, bu malzemenin sonradan eklendiği yönünde bir düşüncenin oluşmasına yol açmıştır (Url 7) (Şekil 17). Bu durum,

² Peru ve Bolivya'da, Titicaca Gölü çevresinde yaşayan, yerlilerin konuştuğu antik dil.

Puma Punku'dan alınan örneklerde bir bağlayıcı tespit edildiğine işaret etmektedir. Elde edilen bulgulardan hareketle bu yapıların oluşturulmasında, yapay jeopolimer kumtaşının kullanıldığı bu çalışma ile kanıtlanmıştır.



Şekil 16. Puma Punku'daki kırmızı kumtaşı levhalar (Url 8).



Şekil 17. Puma Punku'daki kırmızı kumtaşı örneğinin ince kesit analizinde görülen ayrışık kumtaşı agregası (DSA) (Url 7).

Numuneler üzerinde mineralojik yapı için X ışını (XRD) kırınımı analizi, SEM-EDS ve elektron mikroskobu incelemeleri de yapılmıştır. Kimyasal içerik analizi (EDS) sonucunda, Kallamarka'nın taşın kaynağı olduğu göz

önüne alındığında, Sodyum (Na) oranının Kallamarca'daki taşların yaklaşık iki katı olduğu saptanmıştır. Sodyumun buraya başka bir yerden gelmiş olduğu düşünülerek kaynağı araştırılmış, Natron (Na_2CO_3)'un, Altiplano'daki Salar de Uyuni'nin güneyindeki küçük bir göl olan Laguna Cachi'den, bu dönemde yaygın olarak kullanılan lama kervanlarıyla getirildiği tespit edilmiştir (Url 7).

Davidovits ve ekibi, yapılan laboratuvar analizleri sonucunda şu kanıya varmışlardır: Puma Punku Tapınağı'nın kumtaşı bloklarının yapımı için, Kallamarca bölgesinden, ince ayrışık halde kaolinitleşmiş kumtaşı getirilmiş, buna Laguna Cachi gölünden elde edilen Na_2CO_3 gibi yabancı elementler eklenmiştir. Adı geçen araştırmanın sonuçlarına göre 130-180 ton arasındaki megalitik plaklar, antik jeopolimerden 1400 yıl önce dökme yöntemiyle üretilmişlerdir. Bunlar, kırmızı kumtaşı jeopolimer betonlardır (Url 7), veya diğer bir deyişle yapay taşlardır.

2.6.2. Puma Punku'daki Andezit Taşı Kalıntıları

Puma Punku'daki andezit taşlarının da kumtaşlarına benzer yöntemlerle üretildiği düşünülerek bunlar üzerinde de araştırmalar yapılmıştır. H şeklindeki ve bir metre yüksekliğindeki taş bloklarda oldukça hassas, 90 derecelik açılarla birleşen boşluklar, bazı taşlarda da aynı yarıçaplı, aralarında sabit ölçüler olan boşluklar görülmüştür (Şekil 18, 19, 20). Bir taşa 30 cm derinliğinde 20 delik bulunmaktadır (Url 7). Mohs sertlik skalasında 6 ile 7 arasında bir değere sahip olan andezitlerin bu denli hassas bir şekilde ve başarılı işçilikle şekillendirilmesi, üstelik farklı taşlarda da şaşmadan aynı formun verilmesi çok zor görünmektedir.



Şekil 18. Puma Punku'daki andezit bloklar (Url 8).



Şekil 19. H formu andezit bloklar ve diğer taşlar üzerinde açılmış boşluklar (Url 8).



Şekil 20. Andezit taşlar üzerinde açılmış dairesel ve kare formu boşluklar (Url 8).

Puma Punku'dan alınan farklı andezit taşlarına ait örneklerde yerinde gözlem, laboratuvarında ince kesit analizi ve SEM/EDS (taramalı elektron mikroskobu) ile incelemeler yapılmıştır. Yerinde yapılan gözlemede, mevcut taşların yüzeylerinin ne kadar pürüzsüz olduğu dikkati çekmiştir. Üzerinde herhangi bir taş çıkarma veya işleme işareti mevcut değildir. Optik mikroskop ile taşlara bakıldığında ünük beyaz bölgeler görülebilmektedir (Şekil 21). Bunun yanında taşın yüzeyinde ve iç kısımlarda boşluklar mevcuttur. Polarizan mikroskopta ince kesite bakıldığında, küçük plajiolik feldispat kristalleri tespit edilmiştir (Url 7).



Şekil 21. a) Taşın üzerindeki beyaz bölgeler.
b) Taşın iç kısmındaki boşluklar (Url 7).

Yapılan laboratuvar testlerinde, SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu, Scanning Electron Microscopy) mikroskobuyla farklı andezit taşlardan alınan numunelere bakıldığında, katı bir volkanik taşta bulunması beklenmeyen organik maddeler olan karbon, nitrojen ve Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca mineralleri tespit edilmiştir (Davidovits vd., 2009b). Organik maddenin, katı bir volkanik taşta bulunması imkânsız değilse bile çok sık karşılaşılan bir durum değildir. Organik maddeler, seramik benzeri insan yapımı bir taşı akla getirmektedir. Araştırma, 1400 yıl önce (yaklaşık M.S. 600 yılında) üretilen bu mimari bileşenlerin bir tür organo-mineral esaslı bir bağlayıcı ile şekillendirildiğini göstermektedir (Davidovits vd., 2009b).

Yapılan araştırmalar, andezit blokların ezilip toz haline getirilmesiyle değil, doğal volkanik andezit kumu (tüf) ile bu taş blokların inşa edildiğini göstermiştir. Cerro Khapia volkanı bu kumun kaynağı olup, Puma Punku'daki andezit taş kalıntılarının minerolojik ve kimyasal bileşimi, bu volkanın etrafındaki andezit bloklarla aynıdır. Bu kumlar, sepetler, salları ve lama kervanlarıyla taşınarak Puma Punku'ya getirilmiş olmalıdır (Davidovits vd., 2020). Andezit jeopolimer bloklar elde etmek için, Puma Punku'daki işçiler bu volkanik kuma, yerel biyokütle (mısır ve bitkilerden elde edilen korboksil asit), gübre ve reaktif alüminosilikat minerallerinden elde edilmiş bir çeşit organo-mineral bağlayıcı eklemiştir (Davidovits vd., 2020).

Dolayısıyla, Puma Punku'daki yapılarda kullanılan kumtaşı ve andezit taşların, bu dönemde genellikle yapıldığı gibi, doğal taşın ocaktan çıktıktan sonra taşınarak ve işlenerek şekillendirilmesiyle değil, ince ayrılmış kumtaşlarının veya andezit tüflerinin farklı malzemeler ilave edilip, kalıplara dökülerek şekil verilmesiyle oluşturulduğu anlaşılmıştır. Bu bilgi, tarih öncesi devirlerdeki taş işçiliği konusunda çok önemli bir bilgi olup, bu bölgedeki diğer uygarlıklarda görülen müthiş taş işçiliğinin de mi benzer şekilde oluşturulduğunu akıllara getirmiştir.

3. İnka Uygarlığı, Yapıları ve Taş işleri

Tiwanaku Uygarlığından sonra, yaklaşık 1200-1535 yılları arasında, yine Güney Amerika topraklarında var olmuş İnka Uygarlığındaki taş kullanımı da en az Tiwanaku Uygarlığındaki kadar dikkat çekicidir. İnkalar, Güney Amerika'nın Ekvator'dan Şili'nin Pasifik kıyısına kadar uzanan bölümünde yaşamıştır. İnka egemenliğinin başlangıcı, Peru'daki Moche kültürünün fethi ile başlamıştır. İnkalar, güçlü bir orduya sahip savaşçılardı. Ordularının acımasızlığı ve hiyerarşik örgütlenmeleri nedeniyle en büyük Kızılderili toplumu haline gelmişlerdir. 15. yüzyıldaki saltanatlarının zirvesi, 1535'te

İspanyol fatihlerin topraklarını ele geçirmesiyle acımasız bir şekilde sona ermiştir (Url 9).

Şehirleri ve kaleleri çoğunlukla dağlık arazilerde ve And Dağları'nın dik yamaçlarında kurulmuştur. İnkalar mimarisinde yapılar, eğimli araziye oldukça başarılı bir şekilde uyarlanmıştır. Taş evler ve dini yapılardan oluşan şehirlerin tepelerine taş basamaklarla çıkılmıştır. Taş blokları birkaç ton ağırlığındadır ve birbirine aralarında boşluk kalmamacasına oturtulmuştur. Evleri de aynı taş malzemeden yapılmış olup çatıları çim ile kaplanmıştır (Url 9). Bu çim, bölgede sıklıkla görülen, samana benzer açık renkli bir tür çimdir (ichu grass). İnkalar, tekerleğe ulaşmamış olsalar bile, köyleri birbirine bağlayan, ulakların haber getirirken düşmesine engel olacak şekilde tasarlanan yol sistemi ve köprüleri ile İnkalar Uygarlığının başarılı mimari örneklerini sergilemişlerdir (Url 10). İspanyol istilasında, yüksek tepelerin arasında kaldığı için fark edilemeyen ve dolayısıyla tahrip olmadan kalabilmiş yegâne yerlerden biri Machu Picchu şehridir (Şekil 22). Bu büyük şehrin kalıntıları, başkent Cuzco'nun kuzeybatısındaki And Dağları'ndaki yüksek bir sırtta yer almaktadır. Binalar, özenle şekillendirilmiş ve harç kullanılmadan birleştirilmiş büyük beyaz granit bloklardan inşa edilmiştir (Url 10).

İnkalar Uygarlığının en belirgin taş duvar örgüsü, oldukça ince derzli ve büyük boyutlu taşların harçsız olarak bir araya getirilmesiyle oluşmuştur (Şekil 23a). Bunun yanı sıra blok halinde eğrisel taşlar veya derzleri daha geniş taşlar da örgü içerisinde kullanılmıştır (Şekil 23b ve 23c). Duvar üzerinde açılmış boşluklar geometrik olarak dörtgen şeklinde olup, alt kısmında genişleyen bir yamuk formundadır. Yapıların da benzer şekilde taban alanları daha geniş olup yukarı doğru daralmaktadır. Bunun deprem etkilerini azaltmak için yapıldığı söylenmektedir (Şekil 23c ve 24).



Şekil 22. İnkaların Machu Picchu şehri, ön planda şehir surları (Url 11).



Şekil 23. Machu Picchu şehrinde taş kullanımı örnekleri, a) duvar örgüsü (Url 11) b) Güneş Tapınağı'nın eğrisel duvarları (Url 11) c) duvar örgüsü, zemin kaplaması, lento uygulaması ve kapı açıklığı (Url 13).

Herhangi bir saldırıya karşı kendilerini savunmak için, İnkalar, dağların eteklerine kaleler inşa etmişlerdir. En önemli kalelerinden biri, başkentleri Cuzco'da yer alan *Sacsayhuamán*'dir. Peru topraklarında var olmuş *Sacsayhuamán*'dan (Saqsaywaman) günümüze kalan yapılarda yine esas malzeme olarak doğal taşın kullanılmış olduğu görülmektedir. Taşların harçsız birleşmesi ve farklı şekillerdeki geniş ve yüksek taş duvarların neredeyse boşluksuz olarak örülmesi, bu dönemin mimarisinin en önemli özelliklerinden biridir. Tipik İnka mimarisi özellikleri taşıyan Saqsaywaman kalesine giriş kapısının da zemin alanı daha geniş olup duvarlar yukarı doğru daralmaktadır (Şekil 24).



Şekil 24. Saqsaywaman Kalesi giriş kapısı (Url 12).

İnkaların 10-15 ton ağırlığındaki taş blokları tekerlekli araçlar kullanmadan şantiyeye nasıl taşıdıkları çözülmeye çalışılmaktadır. Aynı şekilde, blokları mükemmel birleşim noktalarına oturtmak için ne tür alet ve teknikler kullanıldığı da bilinmemektedir (Url 12). 2004 yılında yayınlanan bir makalede, son araştırmaların, İnkaların yapı taşlarını Cuzco'dan Ekvador, Saraguro'ya taşıdığını belirtilmektedir. 16. ve 17. yüzyıl yazıtlarında da İnkaların Cuzco'dan imparatorluğun kuzey kısmına taş getirmek için bir dizi proje yürüttüğü belirtilmiştir (Ogburn, 2004). Ancak bu kadar eğimli bir arazide, oldukça büyük boyutlu taşların taşınmasının, bu dönemin teknolojisiyle oldukça zahmetli olduğu görünmektedir.

4. Değerlendirme ve Sonuç

Puma Punku'daki taşlar üzerinde yapılan araştırmalar, taşların ocaktan çıkarılıp, uzak mesafelere taşınmadığı, tüf ve kumtaşı tozlarının yapıların bulunduğu alanlara taşınarak bunlara mineral esaslı bazı katkıları ilave ederek dökme yöntemiyle bir çeşit yapay taş elde edildiğini, dolayısıyla yapıların inşa edileceği yerde bütün bu uygulamaların yapıldığını ortaya koymaktadır. Protzen ve Stella (1997) İnka taş duvarcılığında yuvarlak iç açılımlar bulunduğunu ve bunların darbe etkisiyle şekillendirilmenin kanıtları olduğunu ileri sürmektedir. Eski yazıtlarda da İnka Uygarlığında taşların taşınmasına yönelik yazıtlar olduğu göz önüne alındığında, benzer coğrafyalarda ve dönemlerde yaşamış olmalarına rağmen, Tiwanaku ve İnka Uygarlıklarının taş yapım ve uygulama tekniklerinin farklı olduğu söylenebilir. Yine de Puma Punku'daki taşlar üzerinde

yapılan laboratuvar analiz çalışmalarının, İnka yapılarında da uygulanmasıyla daha net bilgilerin elde edilebileceği düşünülmektedir.

Tarihsel süreçte doğal taşların ocaktan çıkarılıp şekillendirildikten sonra yapılarda geleneksel kullanımının yanı sıra, yapılan bazı araştırmalar, bazı uygarlıklarda doğal taş parçacıklarının çeşitli katkı ve bağlayıcılarla karıştırılıp, dökme yoluyla üretilmiş, doğal taş görünümlü yapay bir malzeme olarak da kullanıldıklarını göstermektedir. Geçmişte bu tür bir uygulama ve üretim tekniği belki de dünyanın başka bölgelerindeki bazı eski uygarlıklarda da mevcut olabilir. Benzer durum Mısır piramitlerinde kullanılan taşlar için de ileri sürülmektedir. Çoğu zaman işçiliğinin sırrını, yapım gizemini hala koruyan Mısır Piramitleri, Stonehenge'ler, Uzak Doğunun dini tapınakları gibi anıtsal ve tarihi yapıların da bu çerçevede ele alınarak incelenmesi, farklı ve ilgi çekici bilgilerin ortaya çıkmasına sebep olabilir.

Kaynakça

Browman, D. L. (1981). New Light on Andean Tiwanaku: A detailed reconstruction of Tiwanaku's early commercial and religious empire illuminates the processes by which states evolve, *American Scientist*, 69, 408.

Ching, F. D. K., Jarzombek, M. M. ve Prakash V. (2007). *A Global History of Architecture*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Davidovits J., Huaman L. ve Davidovits R., (2019a). Ancient geopolymer in South American monuments. SEM and petrographic evidence, *Material Letters*, 235, 120-124. DOI: doi.org/10.1016/j.matlet.2018.10.033.

Davidovits, J., Huaman, I. E., Davidovits, R. (2019b). Ancient organo-mineral geopolymer in South-American Monuments: Organic matter in andesite stone. SEM and petrographic evidence, *Ceramics International*, 45, 7385-7389. DOI: 10.1016/j.ceramint.2019.01.024.

Davidovits J., Huaman L., Davidovits R. (2019c). Tiahuanaco monuments (Tiwanaku / Pumapunku) in Bolivia are made of geopolymer artificial stones created 1400 years ago, *Archaeological Paper #K-eng, Geopolymer Institute Library*, www.geopolymer.org. DOI: doi.org/10.13140/RG.2.2.31223.16800.

Davidovits, J. ve Davidovits, F. (2020). Ancient geopolymers in South-American Monuments, Part IV: use of natural andesite volcanic sand (not crushed), *Geopolymer and Archaeology*, 36-43.

Gara, T. A., Davidovits, J. ve Davidovits, F. (2020). Considering Certain Lithic Artifacts of Tiahuanaco (Tiwanaku) and Pumapunku (Bolivia) as Geopolymer Constructs, *Geopolymer and Archaeology*, 1, 44-53.

Isbell W. H. ve Burkholder JoE, (2002). Iwawi and Tiwanaku. W.H. Isbell and H. Silverman (Ed.), *Andean Archaeology I* içinde. New York, USA: Springer Science+Business Media, LLC.

Isbell W. H. (2013), Nature of an Andean City: Tiwanaku and the Production of Spectacles. A. Vranish and C. Stanish (Ed.), *Visions of Tiwanaku, Monograph 78* (Chapter 10, s. 167-196) içinde. Los Angeles, USA: Cotsen Institute of Archaeology Press, UCLA.

Janusek J. W. (2008). Ancient Tiwanaku, *Cambridge University Press*, New York.

Kolata, A. L. (1996). The Tiwanaku: Portrait of an Andean Civilization, *The Journal of the Royal Anthropological Institute*, 2(4), 723-724.

Margottini, C. (2013). Surface Erosion and Mass Movement Constrains in the Conservation of Akapana Pyramid Mound (Tiwanaku, Bolivia). Margottini, C., Canuti, P., Sassa, K. (Ed.), *Landslide Science and Practice (s.521-527)* içinde. Berlin, Heidelberg: Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-642-31319-6_68

Ogburn, D. (2004). Power in Stone: The Long-Distance Movement of Building Blocks in the Inca Empire, *Ethnohistory*, 51 (1): 101–135. <https://doi.org/10.1215/00141801-51-1-101>

Protzen, J. P. (1986). Inca Stonemasonry. *Scientific American, a division of Nature America, Inc.*, 254 (2). 94-105.

Protzen J. P. ve Nair S., (2013). *The Stones of Tiahuanaco: A Study of Architecture and Construction, Monograph 75*. Los Angeles, USA: Cotsen Institute of Archaeology Press, UCLA.

Protzen J.P., ve Stella, (1997). Who taught the Inca Stonemasons their Skills? A Comparison of Tiahuanaco and Inca Cut-Stone Masonry. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 56 (2): 146-167. Published by University of California Press.

Remus, M. (2022). *Akapana*, <https://www.google.com/maps/place/Akapana/>

Stone-Miller, R. (1995). *Art of the Andes from Chavin to Inca*, Thames and Hudson Ltd, Hudson.

Tatu, C. (2017). *Kalასasaya*, earth.google.com.

Url 1. <https://whc.unesco.org/en/list/567/>.

Url 2. <https://www.ytur.net/gezi-rehberi/tiwanaku/durdurulmus-taslar.html>

Url 3. <https://www.megalithicbuilders.com/south-america/bolivia/tiwanaku-kalasitasaya#gallery7825ae6be6-14>

Url 4. <https://whc.unesco.org/en/list/567/video/>

Url 5. https://www.youtube.com/watch?v=sybbruxeJu8&ab_channel=AncientAmericas

Url 6. <https://weepingredorger.wordpress.com/2017/05/>

Url 7. https://www.youtube.com/watch?v=rf9qK9QTlq0&ab_channel=GeopolymerInstitute, Tiwanaku / Pumapunku Megaliths are Artificial Geopolymers.

Url 8. <https://www.amusingplanet.com/2015/05/the-mystery-of-pumapunkus-precise.html>

Url 9. <https://web.archive.org/web/20100929164840/http://www.mnsu.edu/emuseum/prehistory/latinamerica/south/cultures/inca.html>

Url 10. <https://web.archive.org/web/20050823025021/http://lsa.colorado.edu/~lsa/texts/Incas.html>

Url 11. <https://www.annees-de-pelerinage.com/machu-picchu-architecture-explained/>

Url 12. <https://www.worldhistory.org/Sacsayhuaman/>

Url 13. <https://www.flickr.com/photos/25171569@N02/51812811108>

Vranich, A. (2006). The Construction and Reconstruction of Ritual Space at Tiwanaku, Bolivia (a.d. 500-1000). *Journal of Field Archaeology*, 31(2): 121-136.

BÖLÜM VIII

GELENEKSEL KONUTLARIN RESTORASYONUNDA DOĞAL TAŞ KULLANIMI: AYAZİNİ BÖLGESİ SİVİL MİMARLIK ÖRNEKLERİ

The Use of Natural Stone in The Restoration of Traditional Houses: Examples of Civil Architecture in The Ayazini Region

Seda MAZLUM¹ & Fatih MAZLUM² & Şerife Ebru OKUYUCU³

¹(Öğr. Gör.), Afyon Kocatepe Üniversitesi,
e-mail: smazlum@aku.edu.tr
ORCID: 0000- 0003- 2170-6531

²(Öğr. gör.), Afyon Kocatepe Üniversitesi,
e-mail: ebruokuyucu@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-0262-3669

³(Doç. Dr.), Afyon Kocatepe Üniversitesi,
e-mail: ebruokuyucu@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-9507-5467

1. Giriş

Tarihi süreç içinde toplumlar, çeşitli ihtiyaçları doğrultusunda yapılar üretmişler ve üretilen bu yapılar zamanla tarihi binalara dönüşerek, yapıldığı döneme ait sosyal ve kültürel izleri gelecek nesillere aktarmaya devam etmektedir. Ancak atmosferik etkiler, doğal afetler, endüstrinin gelişmesi ve insan eliyle yapılan müdahaleler, tarihi eserleri zamanla tahribata uğratmıştır. Kültürel miras niteliğinde olan tarihi binaların sürdürülebilirliğinin sağlanması adına, binaların korunması ve sağlamlaştırılması gerekmektedir. Tarihi binaların restorasyonu sırasında doğru malzemenin seçilmesi ve doğru bir biçimde kullanılması, kültürel mirasın özgün işlevinin sürdürülebilirliği için önemlidir. Özellikle sağlam yapılı ve dayanıklı olan taş malzemeyle üretilmiş olan tarihi binalar, yüzyıllar boyunca işlevini sürdürmüş ve bu bağlamda taş malzeme, mimarının en önemli yapı malzemesi haline gelmiştir. Doğal taşla inşa edilen

tarihi binalar, hiçbir bağlantıya gerek duyulmaksızın yüzyıllar boyunca ayakta kalabilmiştir. İnsanoğlunun var olmasından günümüze kadar uzanan süreçte, Hititler, Frigler, Yunanlılar, Romalılar, Selçuklular, Osmanlılar ve birçok uygarlık, anıtlarında ve yapılarında doğal taşı kullanmışlardır. Özellikle barınma amaçlı inşa edilmiş olan konutların inşasında kullanılan doğal taşlar sayesinde, uzun süre işlev korunabilmiştir.

Tarihi binalar inşa edilirken, buldukları bölgede yer alan yerel malzemelerin kullanılması, mimari bir gelenek haline gelmiştir. Özellikle bölgede yer alan taş ocaklarından çıkarılan doğal taşların, binaların yapımında kullanılması, yerel malzemenin ön plana çıkmasında etkili olmuştur. Bu bağlamda tarihi binaların restorasyonu sırasında da, binanın bulunduğu bölgeye ait yerel malzemenin kullanılması, tarihi binanın doğal dokuyla uyumlu olmasını sağlamaktadır.

Taş ocaklarının bulunduğu bölgelerden biri olan Afyonkarahisar kenti İhsaniye ilçesine bağlı Ayazini Bölgesi, Frig döneminden günümüze kadar uzanan süreçte, tuf taşıyla üretilmiş mekanlardan oluşmaktadır. Tuf taşından oluşmuş kayalar, yüzyıllar boyunca oyularak farklı işlevlere sahip mekanlara dönüştürülmüştür. Günümüzde ise Ayazini Köyü'nde yer alan geleneksel konutların işlevlerinin sürdürülebilmesi için sokak iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Çalışma kapsamında Ayazini Köyü'nde yer alan geleneksel konutların cephe restorasyonu sırasında kullanılan tuf taşının özellikleri çerçevesinde, kullanım şekli, dokusu, biçimi, dizimi bağlamında analizi yapılmıştır.

2. Geleneksel Sivil Mimarlık Örneklerinde Doğal Taş Kullanımı

Tarihsel süreçte yapı malzemesi bakımından taşın, birçok form ve biçimlerde kullanıldığı bilinmektedir. Erken dönemde kayaların oyulmasıyla doğrudan barınma fonksiyonuna hizmet eden taş, geçen süre içerisinde gelişmiş ve dönüşmüştür (Erbaş, 2018). Bu gelişme ve dönüşümler ile taşın kullanımında, ilkel mağara formlarından günümüze dek özgün niteliklerle, özgün mimari eserler meydana getirildiği görülmektedir. Doğal taşın yapısı gereği dayanıklılığı, uzun ömürlü olması mimari yapıların da uzun ömürlü olmasını sağlayarak günümüze kadar ulaşmasında en temel etken olmuştur. Bu sebeple doğanın temel malzemelerinden olan doğal taş, insanlık tarihi ile bağlantılı olarak mimari eserler için önemli bir yapı malzemesidir. Bulduğu yer ile ilişkisi bağlamında inşa edilen mimarlık eserlerine, yapısal ve uygulama özellikleri, nitelikleri ile kimlik kazandırdığı görülmektedir.

Çevre faktöründen bağımsız düşünilemeyen mimarlık örneklerinin, bulunduğu çevre ile ilişkisi geleneksellik kavramını ortaya çıkarmaktadır.

Geleneksel anlayıştaki yapım teknikleri ve doğadan elde edilen malzemelerin bir araya gelmesiyle oluşan geleneksel yerleşim alanları, bölgesel anlamda farklılıklar göstermektedir. Tamamıyla çevre şartlarına ve bölge halkının kültürüne göre şekillenen mimaride belirli bir stilden söz edilememektedir. İklim, topoğrafya ve coğrafi konum gibi etkenler, çevrede bulunan, dolayısıyla yapı üretiminde kullanılacak olan malzemeyi belirlemektedir (Korkmaz, Özcan, 2021). Yerel anlamda kullanılan uygulama yöntemleri, yapısal ve karakteristik özellikleri ile inşa edilen yapının ve bulunduğu çevrenin kimliğini etkilemektedir. Bu sebeple geleneksel yapı, bulunduğu coğrafyanın önemli temsilleri haline dönüşmektedir.

ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi “geleneksel mimari miras” kavramını, “Teknoloji ve iletişim olanaklarının gelişmesiyle hızla çeşitliliğini yitiren dünyada, yöreye özgü malzeme ve tekniklerle, yöresel yapım geleneklerini, yerel kimliği yansıtan geleneksel yapı, yapı grupları ve yerleşmeler” olarak tanımlanmaktadır (ICOMOS, 2013). Bu hususta geleneksel mimari miras kavramı kapsamında ele alınabilecek geleneksel sivil mimarlık örnekleri için yöresellik kavramını niteleyici olan malzeme kavramı ön plana çıkmaktadır. Malzeme yönünden ülkemizin zengin doğal kaynaklara sahip olduğu bilinmektedir. Bunun sonucu olarak da farklı yörelerde oluşturulan sivil mimarlık örnekleri kendine has özellikleri ile bulunduğu bölgenin mimari karakterini tanımlamaktadır.

Karagülle ve Demir (2011) “Yerel verilerin konut tasarım sürecinde değerlendirilmesi: Mardin örneği” başlıklı çalışmasında konutun tasarım sürecinde etken olduğu düşünülen doğal verileri “iklim”, “topografya”, “manzara” ve “bitki örtüsü ve toprak yapısı” olarak tanımlamıştır. Doğal verilerin bir çıktısı olarak geleneksel yöntemler, geleneksel yapı malzemeleri dolayısıyla doğal taş kültürüne özgün kimlik kazandırmaktadır. Bu kapsamda doğal taşın kullanımları üzerine bir değerlendirme yapmak amacıyla bu bölümde farklı bölgelerdeki yapılar ele alınmaktadır.

Başkan (2008), ‘Geleneksel Doğu Karadeniz Evleri’ ni ele aldığı çalışmasında, bölgedeki geleneksel yapı sanatına dair anlayışın oluşumunda, yapıların biçim ve mekân organizasyonları ile birlikte yaşamsal ihtiyaçların ortaya çıkmasında pek çok etkenin söz konusu olduğunu söyler. Yapı sistemleri ve yapı üzerine etkili olan bu önemli etkenlerin; iklim, topografya, yöresel yapıcılık deneyimi, yerleşme zorunlulukları, gelenek-görenek, halkın sosyo-ekonomik düzeyi, kültürel ve tarihsel ilişkiler şeklinde belirlenebileceğini ifade etmektedir. Taşın yapıda kullanımını ve özelliklerini şu şekilde tanımlamaktadır: Bölgede, geleneksel mimarinin yapı malzemesi olarak taşın ahşap gibi yoğun şekilde kullanıldığını ifade eder. Kolay işleme özelliğine bağlı olarak kalker

esaslı taşların kullanımı ile bazalt ve andezit gibi sert taşların da iki şekilde kullanımı görülmektedir. İlk olarak görülen örgü sistemi, dış sınırlara gelen kenarlarda düzeltilmemiş çeşitli ölçülerde taşların bir araya getirilmesi suretiyle oluşturulan moloz taş duvarlardır. Diğer uygulama yöntemi ise, belirli bir düzende kesilmiş dört köşe formunda taşlarla örülen duvarlardır. Bu formlardaki taşların uygulamaları, yoğunluk olarak cephe kaplamalarında veya pencere kenarları ile bina köşeleri gibi özellikli bölümlerde kullanılmıştır. Kolay işleneme özelliğinin görülmediği sert taşlar, moloz taş duvar örgü sisteminde, kolay işlenebilen özellikteki taşlar ise kesme taş tekniğiyle yapı uygulamasında kullanılabilir. (Resim 1, 2).



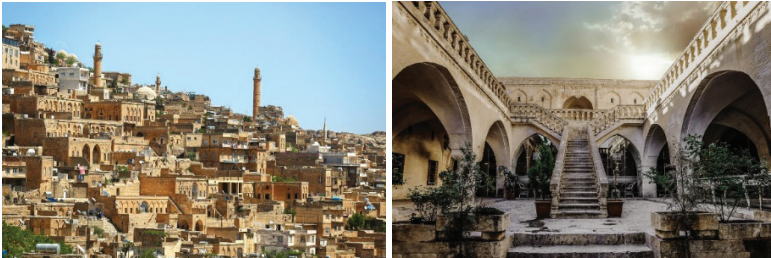
Resim 1. 2. Fındıklı, Çağlayan Köyü , Şevketbeyoğlu Konağı, / Kent merkezinde bir konak - Rize (Başkan,2018)

Bozkır vd (2015), Foça (İzmir) ‘Sivil Mimari Örnekleri ve Restorasyon’ başlıklı çalışmaları kapsamında Foça’da bulunan sivil mimari örneklerini ele almışlardır. Doğal taş kullanımı üzerine tespitlerinde; bulunulan bölge bağlamında oluşturulan yapıların bütününde yöreye özgü Foça taşı kullanıldığı görülmektedir. Yapı mekanlarının iç duvar yüzeyleri sıvanmış ve kireç badanayla boyanmış, dış duvar yüzeyinde ise sıvasız taşın özgün haliyle bırakıldığı tespit edilmiştir. Yapının kimliğini oluşturacak biçimde, dış cephe kapı pencere kenarlarında taş söveler ile çatı saçaklarında da bir ya da birkaç sıra taş saçak silmesi yapıldığı analiz edilmiştir. Bazı yapıların cephe düzenlerinde görülen kesme taş uygulamasının altında yığma taş duvar örgüsü uygulandığı tespit edilmiştir. Yapıdaki fonksiyonu ve estetik kaygısı itibariyle önemle ele alınan ocak bacaları taş duvar içinden çıkarak, yöresel taş malzemeyle yapılmıştır (Resim 3, 4).



Resim 3.4. Eski Foça Evleri (URL1)

Gürdal vd. (2011), ‘Mardin Kireçtaşları’ başlıklı çalışmasında bölgede kaynağı bulunan taşın mimaride kullanımı ve özelliklerini ele almışlardır. Bölge itibariyle taş ocağının çokluğuna bağlı olarak sarı kalker taşı, yapı oluşumunda egemen olup, kapı, pencere gibi yapı elemanları ile asma kat gibi birimler dışında ahşabın kullanımı görülememektedir. Taşın kullanımı, süslemeden taşıyıcı sisteme kadar her yapı elemanı için belirleyici bir unsur olmuştur. Yapılarda ana yapım malzemesi olan kireçtaşı, bölgedeki taş ocaklarından çıkarılmaktadır. Bölgesel bir etken olan iklim koşullarına bağlı olarak konut yapılarının istenilen konfor koşullarına sahip olması amacıyla ana yapı malzemesi olarak taşın tercihi söz konusudur. Taşın kaynağına yakınlığı dolayısıyla, yapısal ve estetik amaçlarla konutlarda yoğun kullanımı söz konusu olmuştur. Tarihsel süreçte de özellikle Artuklular’ın Mardin’de oluşturdukları birçok tarihi yapının varlığı, aynı yapım geleneğinin yüzyıllarca sürdürülmesinde etken olmuştur (Resim 5, 6).



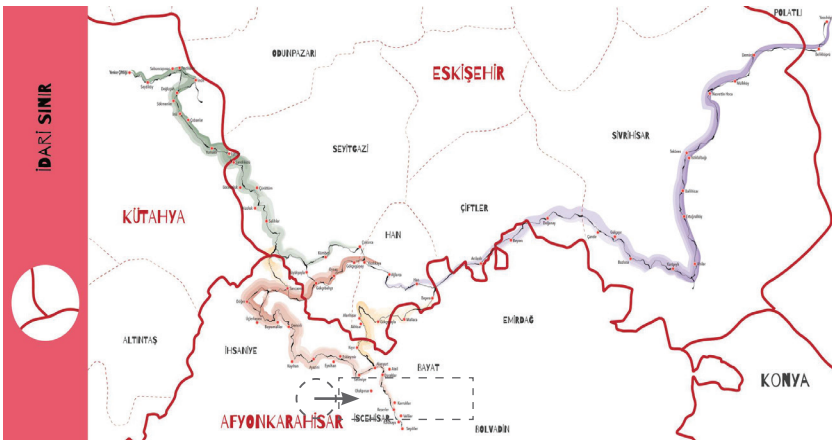
Resim 5.6. Mardin Evleri (URL 2)

Yüzyıllardır insanlık yararına kullanılan, mimari öğeleri kalıcı birer sembol haline getiren doğal taşların geleneksel sivil mimari örneklerinin özgünlüğü

ve karakteri için önem taşıdığı örnekler üzerinde de görülmektedir. Kültürel izleri taşıma, yöreye özgü malzeme kullanımı, yapısal ve coğrafi gelenekler ile bu geleneksel mimari miras öğelerini oluşturan sivil mimarlık eserlerinin korunması ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu bağlamda yapılacak restorasyon çalışmalarında aslına uygun müdahalelerin yapılması önemlidir.

3. Ayazini Bölgesi Ve Bölgede Yer Alan Doğal Taşlar

Frigler'in Anadolu'ya geldikleri tarih net olarak bilinmemektedir. M.Ö. 9. yüzyılda Gordion'u başkent olarak seçmişler ve Ankara, Sinop, Boğazköy, Malatya, Afyonkarahisar ve Manisa'ya kadar geniş bir bölgede yaşamlarını sürdürmüşlerdir (Memiş, 2005). Kapadokya Bölgesi'ndeki gibi bir kayaç dokusuna sahip olan ve Frig Vadisi olarak tanımlanan coğrafi bölge, Eskişehir, Afyonkarahisar ve Kütahya çevresinde yer alan genişçe bir alanı kapsamaktadır. Afyonkarahisar ili, İncehisar İlçesi'nin, Seydiler Kasabası'ndan, İhsaniye İlçesi'nin Döğer Kasabası'na kadar uzanan geniş alanda, peri bacaları şeklinde kayaç oluşumları, yoğunlukla görülmektedir. Ayazini ve çevresini de kapsayan bölgede farklı biçimlerde peri bacaları, peri bacası vadileri görülmektedir. Afyonkarahisar'ın ilçesi olan İhsaniye sınırları içerisinde yer alan Ayazini Köyü'ne, Afyonkarahisar-Eskişehir karayolunun 30. km'sinde yer alan Kayihan Kasabası ve köy sapağından doğuya ayrılan yol ile ulaşım sağlanmaktadır (İçlek, 2019). Ayazini Bölgesinde insanların, kendini korumak için kaya içlerine oyarak yaptığı mağaralar yer almaktadır. Arkeolojik veriler açısından Frig Vadisi olarak tanımlanan alan özellikle kayalardan oyulmuş kült ve mezar anıtları bakımından oldukça zengindir. Bunlar yüksek düzeydeki taş ve kaya işçiliğinin somut örnekleridir (Şekil 1).



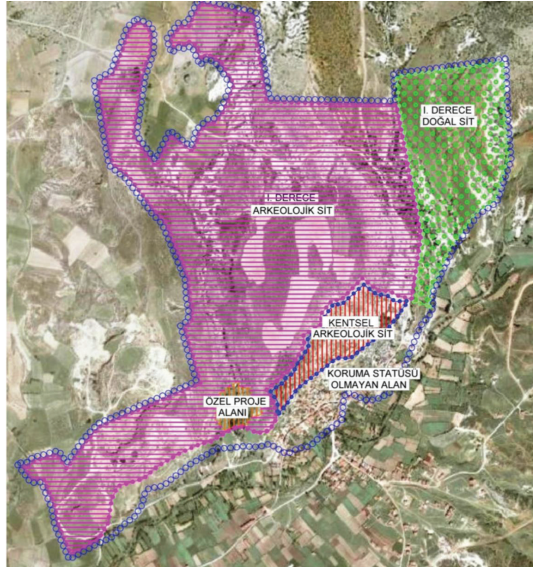
Şekil 1: Ayazini Yerleşim Yeri

3.1. Ayazini Bölgesinin Mimari Dokusu

Ayazini Bölgesi, farklı sit alanlarına sahip, çok fazla uygarlığa ev sahipliği yapmış, çok katmanlı bir bölgedir. Bilgin'e göre (2021), Ayazini Bölgesi'nde yapılan arkeolojik kazılar sonucunda, MÖ 3. - 2. binyıla (ETÇ - Hitit Dönemi) ve Demir Çağı'na (MÖ 8.-6. yy) tarihlendirilen seramik buluntular da tespit edilmiştir. Nekropolis (Hellenistik-Roma Dönemi Mezarlığı) ve kaya mekânlarında yapılan incelemeler de dikkate alındığında, Ayazini (Metropolis) yerleşmesinin MÖ 4. binyıldan itibaren günümüze kadar kesintisiz olarak 6000 yıl boyunca yerleşime tanıklık ettiği anlaşılmıştır.

Afyonkarahisar ilinde yer alan volkanik tüflerin yoğun olduğu bilinmektedir. Geçmişten günümüze pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmış ve günümüzde de Frig Vadisi olarak tanımlanan Ayazini Bölgesi, toplumların yaşayabilmeleri için uygun inşa ortamlarına sahip olması ve tapınak gibi, konut gibi, anıt gibi yapıları kolay bir biçimde üretebilmeleri nedeniyle binlerce yıl yerleşim yeri olarak kullanılmıştır. Ayazini Bölgesi'nde doğal kaya oluşumlarının haricinde ibadet amaçlı kullanılan kayalara oyulmuş açık hava tapınaklarının, şapellerin, kiliselerin, barınma amaçlı kullanılan kaya mekanlarının ve anıtların olduğu bilinmektedir.

Ayazini Bölgesi, 1. Derece Arkeolojik, Kentsel Arkeolojik ve 1. Derece Doğal sit alanlarından ve herhangi bir koruma statüsüne sahip olmayan alanlardan meydana gelmiştir. Ayazini Metropolisinin tektonik yapısını oluşturan kaya yerleşimleri, Ayazini taşı olarak nitelendirilen tuf taşının oyulmasıyla meydana gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ayazini Koruma Amaçlı İmar Planı

Frigler'in ilk yerleştikleri bölge olan Ayazini'nde işlenmesi kolay tüflü (volkanik) kayalar bulunduğu için, demirden yaptıkları araç-gereçlerle kayaları oyarak kaya anıtlarını inşa etmişlerdir (Memiş, 2005). Dağlık Frigya bölgesinde, megaron plân şemasına sahip ve geleneksel Frig konutlarını referans alan kaya mezarları bulunmaktadır. Voigt (2007), kült anıtlarının dışında kayalara oyulmuş kral, aile veya soylu mezarlarının Frig kültürü için çok önemli olduğunu ve Taciser, (2008), Frig oda mezarlarının planının kare veya dikdörtgen şeklinde olduğunu, basit bir girişi olduğunu ve yüksek yerlere inşa edildiğini ifade etmektedir.

Ayazini Bölgesi'nde tuf kayalara oyulmuş mekânlardan başka, Meryem Ana Kilisesi, antik döneme ait kral veya soylu mezarları ve Bizans döneminde yapılmış mezarlar yer almaktadır. Frig Döneminden kalan kaya yerleşimlerinin Romalıların, Bizanslıların da kullanması ve günümüzde de geleneksel sivil mimarlık örneklerinde de yapı malzemesi olarak tuf taşının kullanılması, kaya mekânlarının kullanımının kesintisiz devam ettiğinin göstergesidir. Haspels (1971), Ayazini Bölgesi'nde yaşamlarını sürdüren uygarlıkların, olumsuz hava şartlarından ve tehlikeden korunmak için kayaları oyarak oluşturdukları mekânları, farklı işlevler için kullandıklarını belirtmiş ve gerek barınma, gerek günlük yaşam ihtiyaçlarına giderme, gerekse dini ibadetler için ve sosyalleşebilmek için bu mekânları tasarladıklarını eklemiştir. Kayalar oyularak farklı işlevler için kullanılan mekânlar, (Evcim, 2016) zamanla Bizanslılar tarafından Hıristiyanlığın kabul edilmesiyle, dini inanca uygun ibadet mekânlarına dönüştürülmüştür ve Bizans mimarisinin özelliklerini taşıyan ve farklı plan tipolojilerini içeren yeni yapı örnekleri eklenmiştir (Resim 9, 10).



Resim 9. 10. Ayazini Meryem Ana Kilisesi ve Kaya Mezarı

Ayazini arkeolojik sit alanının devamında yer alan Ayazini Köyü'nde ise, geleneksel mimari dokuya sahip sivil mimari örnekleri yer almaktadır. Bu

evler, ahşap atklı, taş dolgulu, kargir yapılardır ve geleneksel Türk evi mimari özelliklerini taőırmaktadır (Mazlum vd., 2021) (Resim 11, 12, 13, 14).



Resim 11.12. 13. 14. Ayazini Yerleşim Yeri ve Konut Dokusu

Tarihten günümüze kadar uzanan süreçte, Ayazini Bölgesi'nde bulunan tf taşları, bölgedeki sivil mimarlık örneklerinde ve farklı yapı türlerinde yapı malzemesi olarak sıklıkla kullanılmıştır. Günümüzde tf taşlarının temin edildiği taş ocakları, Ayazini Bölgesi'nde yer almaktadır (elik, vd. 2019) (Resim 15, 16).



Resim 15.16. Ayazini Doğal Taş Ocağı

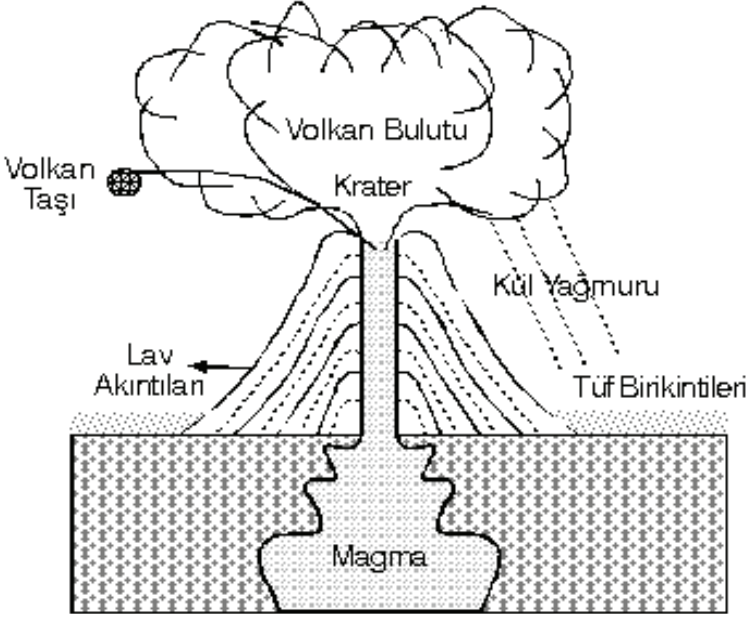
3.2. Ayazini Bölgesinde Bulunan Yerel Taşların Özellikleri

Taşların doğru yerde kullanılabilmesi ve restorasyon sırasında doğru taşın tespit edilmesi için kimyasal maddelerin etkisi, kimyasal bileşim, suyun etkisi gibi kimyasal özelliklerin; mineralojik bileşim, renk, doku, kristallenme derecesi, homojenlik, çökeltme şekli, sertlik gibi jeolojik özelliklerin; aşınma dayanımı, basınç direnci, eğilme dayanımı donma dayanımı, çekme dayanımı gibi mekanik özelliklerin; kullanışlılık ve üretim maliyeti gibi ekonomik özelliklerin; su emme, birim ağırlık, özgül ağırlık, geçirgenlik, porozite gibi fiziksel özelliklerin detaylı bir biçimde analiz edilmesi gerekmektedir (Öcal ve Dal, 2012). Bu bağlamda Ayazini tufünün, kullanım alanlarını saptayabilmek için tufün özelliklerinin analiz edilmesi gerekmektedir.

Frig döneminden günümüze kadar pek çok uygarlığın yerleşim yeri olan Afyonkarahisar kentinde günümüzde de halen ayakta olan medrese, cami, han ve köprü gibi tarihi anıt yapılar, kültürel miras bağlamında önemli bir yer tutmaktadır. Çelik ve Sel' e göre (2006), bu tarihi yapıların birçoğunda, tuf ve aglomera türü volkanosedimanter kayalar; yumuşak olması ve kolay işlenebilmeye olanak sağlaması nedeniyle kullanılmıştır.

Ayazini Bölgesi'nde yer alan taş ocaklarından çıkarılan Ayazini tüfleri günümüzde de pek çok inşaat alanında yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. İç Batı Anadolu'da önemli bir yeri olan Afyon volkanitleri, Bayat – İncehisar – Kırka – Sandıklı – Şuhut arasındaki bölgede çok geniş alanlar kaplamakta olup, Ayazini ve civarındaki tüflerin alanı yaklaşık olarak 20 km² civarındadır. Tüflerin kalınlık ölçüsü ise bölgesel olarak değişmekle birlikte, genellikle 50-150 metre arasındadır. Tuf taşları, genellikle süt beyazı renginde veya krem renginde karşımıza çıkmaktadır ve çok kalın bir katmanlanmaya sahiptir (Kavas ve elik, 2001).

Karaman ve Kibici (2008), tüflerin çok şiddetli patlamalar sonucunda toz bulutlarının çökmesiyle meydana geldiğini ve volkanizma sırasındaki patlamalarla birlikte püsküren ve genellikle 2 mm'den daha küçük boyuttaki toz ve lav parçalarının, karalarda üst üste birikerek taşlaşmasıyla oluşan kor kırıntılı kayalar olduğunu ifade etmektedirler (Şekil 3).



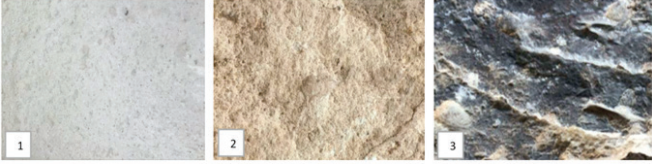
Şekil 3. Tüflerin oluşumu

Schmid, (1981), tüflerin volkanik kökenli piroklastik malzemelerden sedimanter ortamlarda oluştuğunu belirtmiştir. Ek olarak, çökme ortamında iyi pekişmemiş tüflerin bol gözenekli bir yapı sunduğunu ve bu yapı nedeniyle diğer yapı taşlarına göre daha kolay ayrıştığının altını çizmiştir. Schmid, (1981), tüflerin bileşiminde değişik oranlarda cam parçalarının (pumis, cam), kristallerin ve kayaç parçalarının (litik) bulunduğunu ifade etmektedir.

Çelik vd. (2019), tüflerin dayanımının, kimyasal bileşimine, gözeneklilik oranına, camsı madde içeriğine ve minerallerin cins ve miktarına göre değiştiğini ve gözeneklerinin yüksek oranda olmasından dolayı doğal nem içeriğinin oluştuğunu ve bu bağlamda tüflerin, taş ocaklarından çıkarıldıkları anda kolay bir biçimde şekil alabildiğini ifade etmektedir.

Tüfler, işlendikten sonra hemen kullanılmadıkları için, günümüze kadar ulaşabilmişlerdir. Sağlam kalanların kullanılması amacıyla şekillendirilen tüfler, açık havada kurumaya bırakılarak Çelik ve Tan (2016), doğal seleksiyon yöntemi uygulanmıştır. Bu işlem, atmosferden kaynaklanan ayrışmalardan etkilenen tüflerin yerinde dağılması ve dolayısıyla kullanımı engellemiş ve böylelikle sağlam kalan taşların kullanılması sağlanmıştır. Tüflerin fiziksel ve mekanik özellikleri kısaca Tablo 1 üzerinde özetlenmiştir.

Tablo 1: Tüflerin fiziksel ve mekanik özellikleri (Pirsson 1975; Aslaner 1989; Ergül, 2009).

		
Fiziksel Özellikler	Ortalama Erime Sıcaklığı 1343 °C'dir	760 °C'nin altında bir sıcaklıkta hacminde bir değişiklik olmaz 760 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tüflerin dış yüzeylerinde bulunan liflerin buruşması ve çekilmesi sonucunda hacimde küçülme meydana gelir 480-650 °C sıcaklığı aralığındaki alevlerde yapısal bozulma veya parçalanma olmaz
	Doğal Nem Oranı	Poroziteye göre yüksek
	Porozite	% 37.3
	Birim Hacim Ağırlığı	1853,30 kg/m ³
	Özgül Ağırlığı	2,4227 gr/cm ³
	Sertlik	Mohs sertlik skalasına göre sertliği 5,5-6 arasında
	Basınç Mukavemeti	95-130 kg/cm ² arasında
	Yoğunluk	Camın kendine has yoğunluğu 2,5 gr/cm ³ olmasına rağmen tüfün gözenekli yapısından dolayı 1 gr/cm ³ 'ten daha küçük
	Gözenek Boyutları	200.000-10 nm
	Ultra Ses Geçiş Hızı	1990 m/s
Mekanik Özellikler	Tek Eksenli Basınç Dayanımı	222,11 kgf/cm ²
	48 Saatlik Su Emme Sonucu Dayanım Değeri	%44 azalarak 124,44 kgf/cm ²
	Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanım Değeri	%5,4 azalarak 210,15 kgf/cm ²
	Eğilme Dayanımı	13,74 kgf/cm ²
	48 Saatlik Su Emme Sonucu Eğilme Dayanım Değeri	%43 azalarak 7,83 kgf/cm ²

Tüflerin mimaride kullanım alanlarının belirlenmesine ilişkin en önemli parametrelerin, taşın fiziksel ve mekanik özellikleri olduğu bilinmektedir. Tüflerin, tek eksenli basınç dayanımı ve eğilme dayanımı değerleri arasında pozitif yönlü ilişkilerin, porozite ve kütlece su emme değerleri arasında negatif yönlü ilişkilerin olduğu bilinmektedir. Çelik, (2017), tüflerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin olumsuz olmasında porozite miktarının önemli bir ölçüt olduğunu ve tek eksenli basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve yoğunluk değerleri ile kütlece su emme değerleri nin porozite miktarına göre azalıp, artmakta olduğunu ifade etmiştir. Tüfler, yüksek porozite ve su emme, düşük özgül ağırlık ve dayanım özellikleri Çelik, Tıgılı, (2019) gibi olumsuz görünen özelliklere sahip olsa da, Ergül, (2009) tuf taşlarının, yapı veya kaplama taşı olarak; kullanım yerlerinin niteliği ve tektonik yapısı dikkate alındığında kullanılabilmesinin altını çizmiştir.

Yoğunluğu düşük olan tuf taşlarının, işlenmesi ve taşınması kolaydır. Tarih boyunca farklı yapı elemanlarının üretilmesinde kullanılmış ve günümüzde de kullanılmaya da devam edilmektedir. Tarihi dönemlerden günümüze uzanan süreçte sağlam kalabilmiş tarihi yapıların üretiminde, tufün kullanılmış olması; tufün doğal bir yapı taşı olarak nitelendirilebileceğinin göstergesidir.

Gözenekli yapıya sahip olması, hafif olması, yüksek izolasyona sahip olması, kolay işlenebilmesi ve yüksek puzolanik aktivitesi Ergül, (2009), nedeniyle, Ayazini tüflerinin, beton agregası, çimento sanayinde tras, briket üretimi ve yapı taşı gibi pek çok farklı alanda kullanıldığı görülmektedir. Kusçu ve Yıldız (2001), Ayazini tüflerinin betonarme karkas yapılarda yapı malzemesi olarak, duvarda dolgu malzemesi olarak ve yığma yapıların temellerinde, su basman seviyesinin üst bölümlerinde yapı taşı olarak kullanılacak nitelikte olduğunu ve desenleri ve renkleri güzel olan taşların ise binaların dış cephe kaplamalarında kullanılmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir. Demir ve dig. (2006), ise Ayazini tüflerinin mekanik özellikleri bakımından yapı taşı olarak kullanılabilmesini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda Ayazini tuf taşının, Frig döneminden günümüze kadar uzanan süreçte yapı taşı olarak kullanılması ve tuf taşıyla yapılan anıtların ayakta kalması, tuf taşının bir mimarlık geleneği haline geldiğinin göstergesidir.

Ayazini bölgesinde yer alan ve tarihi süreçte çeşitli ihtiyaçlar doğrultusunda üretilen yüzyıllarca ayakta kalmış mimarlık eserleri, kültürel miras olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu tarihi yapılar, zamanla atmosferik etkiler sonucunda tahribata uğramaktadır. Bu bağlamda, Ayazini bölgesinde yer alan tarihi yapıların ve özellikle sivil mimarlık örneklerinin işlevlerini

sürdürebilmesi için, doğru malzemenin kullanıldığı restorasyon çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayazini Köyü'nde sokak sağlıklılaştırma ve restorasyon çalışmaları çerçevesinde Ayazini tuf taşı, yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Yerel tuf taşı, sivil mimarlık örneklerinin şekillenmesinde rol oynayarak köyün mimari silüetini şekillendiren önemli bir faktör olmuştur.

4. Ayazini Sivil Mimarlık Örneklerinin Restorasyonunda Doğal Taş Kullanımı

Taşların duvar örgüsü olarak kullanımı, yıllar boyunca farklı şekillerde karşımıza çıkmıştır. Farklı biçimlerde oluşan taş duvar örgüleri, bölgede bulunan taşın özelliğine göre ve bölgenin coğrafi özelliklerine göre çeşitlenmektedir. Yardımlı ve Dal'a (2021) göre, taş duvar örgü biçimleri; kuru taş duvar, moloz taş duvar, mozaik taş duvar, kaba yonu taş duvar, ince yonu taş duvar ve kesme taş duvar olarak sıralanmaktadır. Taşların örgü biçimleri, taşın boyutlarına göre, rengine göre, dekoratif özelliklerine göre çeşitlenmektedir. Geleneksel yapım yöntemlerinde taş duvar örgü türlerinde hatıllara yer verilmektedir. Duvar yüksekliği boyunca yaklaşık 1-1.5m aralıklarla, duvar her iki yüzeyden farklı malzemelerle bağlanarak hatıllarla çevrelenmektedir (Yardımlı vd., 2018). Tayla, (2007), hatıl uygulamalarının genellikle ahşap ve tuğla ile bazen de metal elemanlarla yapıldığını ifade etmektedir. Ayrıca duvarın her iki tarafından bağlanmasına yarayan hatıllar, duvar genişliklerine göre iki, üç ya da daha fazla ahşabın birlikte kullanılmasıyla yapılabilmektedir.

Tarihi veya kültürel değere sahip olan binaların taş duvarlarında yüzey rengi değişiklikleri, Young (2007), yapı taşının orijinal rengi bakımından çok önemlidir. Bina dış cephelerinde renk değişiminin en yaygın örneği olan kararma, söz konusu binanın görsel algısı açısından estetik bozulma olarak kabul edilmektedir. Suyun doğrudan veya dolaylı olarak etkili olduğu bütün ayrışma ve bozulmalar için ilgili yapı taşlarına sıklıkla restorasyon ve konservasyon çalışmaları gerekli olmaktadır. Yüzeydeki eçbozulmalar ile taşın meydana getirdiği yapı elemanlarındaki bozulmalar da restorasyon süreçlerini gerektirmektedir. Bu bilinçle yapılan restorasyon çalışmalarının yapısal ve bölgesel mimarlık anlayışının sürdürülebilmesi için önemli olduğu görülmektedir.

Tarihsel niteliği bulunan Ayazini yerleşim bölgesinde turizme kazandırılması amacıyla sivil mimarlık üzerinde restorasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada restorasyon sürecinde cephe düzenlerinde



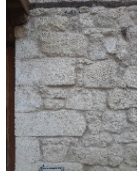



taşın uğramış olduğu yenilenme süreci ele alınmaktadır. Bu kapsamda İl Kültür Turizm Müdürlüğü ve özel bir restorasyon firması tarafından düzenlenen raporlardan, yapıların restorasyon öncesi süreçlerine dair fotoğraf ve mevcut yapı durum tespitlerinden faydalanılmıştır. Bölge içerisinde özellikle Ayazini tufunun malzeme olarak kullanılmış olduğu 222 Ada seçilmiş, yenilenme sürecinin yapıldığı sivil mimarlık örnekleri ele alınmıştır (Tablo 2).


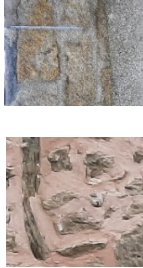
Tablo 2’de Ayazini Fatih Mahallesinde 222 Ada içerisinde bulunan ve günümüze ulaşmış, yenileme sürecinde ele alınan alan çalışması kapsamında değerlendirilmiş yapıların parsel gösterimi yer almaktadır.

Tablo 2. 222 Ada’da yenilenme sürecinin ele alındığı konutlar






Tablo 3. Ayazini Sivil Mimarlık Örneklerinde Doğal Taş Kullanımının Restorasyon Sürecindeki Analizi




222 Ada	Yapı Fotoğrafi / Taşın Detay Fotoğrafi (Restorasyon Sonrası)		
	Eski	Yeni	Taş
1.Parsel			
	Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme		
	Eski	Yeni	
	<p>Yöresel taş malzeme ile iki katlı olarak inşa edilmiş olan konut yola cepheli olup iki sokak keşişiminde yer aldığından dolayı üç cephelidir. Konut taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiş olup yüzeyler sıva+boya şeklinde yapılmıştır (KTB, 2020).</p>	<p>Yapının sıvalı bölümünü oluşturan bu cephenin tamamında sıva raspası yapılmıştır. Müştemilat bölümünde olduğu gibi düzen olarak kesme taş ve moloz taş uygulaması bulunduğu görülmektedir. Sıva altından çıkartılan bu düzende dokuya uygun derz müdahaleleri yapılmıştır. 1. Katta pencere kenarlarının ahşap payandalarla desteklendiği görülmektedir. Cephe düzenindeki farklı malzeme uygulamaları (balkon korkulukları, pencere vb.) ahşap malzemeye çevrilmiştir.</p>	
1.Parsel	Yapı Fotoğrafi / Taşın Detay Fotoğrafi (Restorasyon Sonrası)		
	Eski	Yeni	Taş
			
Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme			
Eski	Yeni		
	<p>Konutun bitişiğinde moloz taş örgülü müştemilat bölümü yer alır. Aynı parselde bulunan bu yapı samanlık olarak kullanılmaktadır. Parselin arka cephesinde yer alan müştemilat bölümü moloz taş örgülü olup tek kanatlı bir girişe sahiptir. Girişin sağında iki adet pencere yer alır(KTB, 2020).</p>	<p>Taş örgülü cephelerde ise derz araları boşaltılarak dokuya uygun derz uygulaması yapılmıştır. Yapının müştemilat bölümünde cephe boşluğunu ve köşelerini sağlayan bölümlerin sınırlarında kesme taş uygulama yapılmıştır. Kalan bölümler moloz taş örgü sistemler korunmuştur.</p>	

222	Yapı Fotoğrafi / Taşın Detay Fotoğrafi (Restorasyon Sonrası)		
Ada	Eski	Yeni	Taş
			
4.Parsel	Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme		
	Eski	Yeni	
<p>Arka cephede sokağa açılan avlu girişi çift kanatlıdır. Arazi eğiminden dolayı alçak görünümlü cephesi tamamen sağır olup moloz taş örgülüdür. Ana caddeye bakan cephe sağ yanda komşu parsele bitişik, sol yanda ise sağır olarak yapılmıştır. Yöresel taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiş olan yapının cephesinde zemin kat seviyesi tamamen sağır olup derzli olarak yapılmıştır. Üst kat seviyesinde ise iki adet oda penceresi yer alır. Ahşap doğramalı olan pencereler düşey dikdörtgen formludur. Parselin bir kısmında ise duvar kalıntısı veya hafriyat malzemesi yer alır. Yapının üzeri düz damlı olup saçakları ahşap kirişler üzerine yatay uzanan ahşap malzeme ile yapılmıştır (KTB, 2020).</p>	<p>Evin yola bakan ön cephe beden duvarı oldukça eğik olduğu için belirli bir kısmı yıkılarak tekrar moloz taş duvar yapılmıştır. Ana giriş cephesindeki konut bölümü kaldırılarak eski yapıya ait beden duvarlarında müdahaleler yapılmıştır. Cephe bünyesindeki ahşap dikey taşıyıcılar mevcut haliyle bırakılmış, payandalar yenilenmiştir. Yapının giriş cephesindeki beden duvarlarında derz dolguları temizlenerek kiremit tozu karışımı ile yeni derz rengi uygulaması yapılmıştır. Bu bölümde moloz taş örgü sistemi görülürken bahçe duvarında kaba yonu taş biçimine dönmektedir. Buradaki uygulamalarda derz daha gri renge dönen bir ton olmakla birlikte duvar üstü de yine gri renkte beton harç ile tamamlanmıştır.</p>		

222 Ada	Yapı Fotoğrafı / Taşın Detay Fotoğrafı (Restorasyon Sonrası)		
	Eski	Yeni	Taş
			
Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme			
5.Parsel	Eski	Yeni	
	<p>Kapının olduğu avlu duvarı da cephe ile uyumlu olarak taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiştir. Üzeri düz damlı olan bu kısım tek katlıdır. Arka cephe ise arazi eğiminden dolayı alçak tutulmuş olup tamamen sağırdır. Yöresel taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiş olan konutun ön cephesinin zemin katı ile yan cepheler taş örgülü cephe olarak günümüze ulaşmıştır. Ön cephenin üst kat cephesi ise çamur sıva üzerine badanalı olarak yapılmıştır. Düz damlı olan yapının saçakları ahşap kirişlemelidir. Bacaları ise dokuya uygun olarak taş örgülüdür (KTB, 2020)..</p>	<p>Yapının 1. Katındaki sıvalı yüzeyin raspası yapılarak, özgün hali olan taş dolgulu hımiş teknik ortaya çıkartılmıştır. Tüm duvarlarda derz boşlukları temizlenerek taşın dokusuna uygun derz uygulaması yapıldığı görülmektedir. 1.katı taşıyıcı durumda olan ahşap malzemelerin yenilemesi yapılmıştır. Ahşap arası dolgu sistemde moloz taş uygulaması görülürken, zemin katta köşelerde kesme taş ile aralarda moloz taş uygulaması görülmektedir.</p>	

222 Ada	Yapı Fotoğrafı / Taşın Detay Fotoğrafı (Restorasyon Sonrası)		
6.Parsel	Eski	Yeni	Taş
			
	Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme		
	Eski	Yeni	
Sağ ve sol yan cephe ile arka cephe tamamen moloz taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiş olup sağır bırakılmıştır. Üzeri tek yön eğimli çatı ile örtülü olan konutun ön cephesi sıvalı diğer cepheleri derzli olarak yapılmıştır (KTB, 2020).	Yapının sıvalı olan tüm cephesinin sıva raspası yapılarak taş duvarı ortaya çıkartılmıştır. Köşelerde ve boşluk geçişlerinde özellikle zemin katta kesme taş uygulaması hakimdir, birinci katta bu biçimlenme moloz taşa dönüşmüştür. Taş örgünün derzleri temizlenerek dokuya uygun derz yapılmıştır. Yapının belli bölümlerinde görülen ahşap karkas detayların gerekli görülen hasarlı yerlerinde değişiklikler yapılmıştır. Payanda şeklinde bölünen kısımlarda ara dolgu uygulamalarda forma uygun taş biçimleri kullanılmaya özen gösterilmiştir.		

222 Ada	Yapı Fotoğrafı / Taşın Detay Fotoğrafı (Restorasyon Sonrası)		
9.Parsel	Eski	Yeni	Taş
			
	Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme		
	Eski	Yeni	
<p>Bütünüyle sıva+boyalı olan cephe ahşap kirişli saçak uygulaması yapılmıştır (KTB, 2020).</p>	<p>Yapının sıvalı olan tüm cephesinin sıva raspası yapılarak taş duvarı ortaya çıkartılmıştır. Köşelerde ve kapı, pencerelerin boşluk sınırlarında kesme taş uygulaması yapılmıştır. Birinci katta ahşap karkas sistemin yer yer etkili olduğu görülmektedir. Yatayda, dikeyde ve payanda şeklinde ahşap yerleşimleri yapılmış olup aralarına dolgu formuna uygun şekillerde moloz taş uygulaması yapılmıştır.</p>		

222 Ada	Yapı Fotoğrafı / Taşın Detay Fotoğrafı (Restorasyon Sonrası)		
11. Parsel	Eski	Yeni	Taş
			
	Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme		
	Eski	Yeni	
<p>Çift cepheli olan yapının sol yan cephesi komşu parselde bitişik olup bir kısmı izlenebilmektedir. Arka cephesi ise moloz taş duvarlı olup yığma olarak inşa edilmiştir. Yöresel taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiş olan konutun cephesi çimento harcı ile sıvanarak boyanmıştır (KTB, 2020).</p>	<p>Yapının sıvalı olan ön cephesinin sıva raspa yapılarak taş duvarı ortaya çıkartılmıştır. Arka cephedeki moloz taşın derzleri temizlenerek her iki cephede de dokuya uygun derz uygulaması yapılmıştır. Ön cephede balkon çıkıntılarında, lentolarda görülen ahşap uygulamalar cephe düzeninde geleneksel bir dil kazanmasını sağlamıştır. Arka ve yan cepheye göre daha düzenli bir şekilde ön cephede kesme taş örgü sistem görülmektedir.</p>		

222 Ada	Yapı Fotoğrafı / Taşın Detay Fotoğrafı (Restorasyon Sonrası)		
	Eski	Yeni	Taş
			
	Cephe Düzeninde Taşın Kullanımına Yönelik Değerlendirme		
12.Parsel	Eski	Yeni	
	<p>Parsel üzerinde yer alan konut parselin gerisinde kalıp avlu konut ilişkili olarak inşa edilmiştir. Ancak avlu duvarı yıkılmıştır. Cephede yer alan balkon ahşap kirişler ile taşınır ve betonarme olarak yapılmıştır. Arka cephe olan üçüncü cephe ise moloz taş örgülü olup derzli olarak yapılmıştır. Taş duvar yüzeyine sıva+boyalı olan cepheler ahşap saçak ile sonlanır. Yöresel taş malzeme ile yığma olarak inşa edilmiş olan konutun ön cephesi ile sol yan cephesi çimento harcı ile sıvanarak boyanmıştır (KTB, 2020).</p>	<p>Yapının sıvalı olan ön ve yan cephesinin sıva raspası yapılarak taş duvarı ortaya çıkartılmıştır. Arka cephedeki moloz taşın derzleri temizlenerek her üç cephede de dokuya uygun derz uygulaması yapılmıştır. Ön ve yan cephede köşelerde görülen kesme taş uygulama aralarında kaba yonu şeklinde bir düzene dönerken arka cephede moloz taş düzeninde görülmektedir. Ön cephede taş duvar örülerek küçültülen ahşap kapı, özgün açıklığı içerisindeki taş duvar ve doğramalar kaldırılarak yerine çift kanatlı ahşap kapı uygulaması yapılmıştır.</p>	

5. Sonuç

Kültürel mirasın aktarımında, tarihi binaların sürdürülebilirliğinin sağlanması, binaların korunması ve sağlamlaştırılması gerekmektedir. Tarihi bina restorasyonlarında doğru malzemenin belirlenmesi ve doğru bir uygulama yönteminin kullanılması, kültürel mirasın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Tarihte inşa edilen binaların, yüzyıllar boyunca işlevini sürdürebilmiş olmasında büyük bir rol alan taş malzeme, mimarinin en önemli yapı malzemesi haline gelmiştir. Doğal taşla inşa edilen tarihi binalar, hiçbir bağlantıya gerek duyulmaksızın yüzyıllar boyunca ayakta kalabilmiştir. Bilinen insanlık tarihinden günümüze kadar uzanan süreçte, Hititler, Frigler, Yunanlılar, Romalılar, Selçuklular, Osmanlılar ve daha birçok uygarlık, anıtlarında ve yapılarında doğal taşı kullanmışlardır. Tarihi binalar inşa edilirken, buldukları bölgede ya da bölgeye ulaşımı nispeten kolay bir lokasyonda yer alan yerel malzemelerin kullanılması, mimari bir gelenek haline gelmiştir. Özellikle bölgede yer alan taş ocaklarından çıkarılan doğal taşların, binaların yapımında kullanılması, yerel malzemenin ön plana çıkmasında etkili olmuştur. Yapılan alan çalışması neticesinde, Ayazini Köyü'nde yerel malzeme olarak kullanılan tuf taşının, bölgedeki yerel mimari dokuyu oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamda Ayazini sivil mimarlık örneklerinde doğal taş kullanımının restorasyon sürecindeki analizine dair yapılan çalışmada, Yardımlı ve Dal'ın (2021) ifade etmiş olduğu duvar örgüsünde uyulması gereken temel özellikler referans alınmıştır.

1	Duvar kalınlıkları 50 cm'den az olmamalı,
2	Derzler 3cm'den kalın olmamalı,
3	Bir noktada 3 ten fazla derz kesişmemeli
4	Çimentolu veya takviyeli harç ile örülmeli,
5	Belirli bir yükseklikten sonra hatıllarla bağlanmalı,
6	Duvarda kullanılan taşlar kompakt bir yapıya sahip olmalı,
7	Taşlar doğa koşullarına karşı dayanıklı olmalı,
8	Taşın yüksekliği, boyunun 1/3-1/5 i kadar olmalı,
9	Köşelerde büyük taşlar kullanılmalı,
10	Düşey derzler en çok iki sıra üst üste gelebilmeli,

Tüm bu verilerden yola çıkarak;

- Ayazini Bölgesi'nde yer alan taş ocaklarından çıkarılan tuf taşının, yerel malzeme olarak bölgedeki restorasyon çalışmalarında yoğun olarak kullanıldığı,

- Tüf taşı kullanılarak oluşturulmuş oyma kaya mekanlarının mimari dokusuyla, yeniden üretilmiş sivil mimarlık örneklerindeki taş dokusunun uyumlu olduğu,

- Kaya mekanlarını oluşturan tüf taşı renginin, zamanla koyulaşarak değiştiği ve sivil mimarlık örneklerinde kullanılan tüf taşında da aynı renk değişiminin olduğu,

- Yerel niteliği olan Ayazini tüf taşının restorasyon sürecinde yıkımı meydana gelmiş yok olan alanlarda yenilenerek kullanıldığı,

- Taşın üzerinde çevresel faktörlere bağlı deformasyona uğrayan bölümler için temizleme çalışmalarının yapıldığı,

- Çoğu yapıda restorasyon sürecinin özellikle derz aralarındaki temizlik ve yenileme çalışmaları ile dokuya uygun şekilde uygulandığı,

- Cephelerde sıva işlemlerinin yapılmış olduğu sivil mimarlık örneklerinde, hassas temizleme işlemleri ile taş dokunun ortaya çıkartıldığı ve çimentolu veya çimento- kiremit tozu karışımı ile oluşturulan harcın kullanıldığı,

- Sivil mimarlık örneklerinin cephe restorasyonlarında kullanılan tüf taşının moloz taş, kesme taş, düzenli ve düzensiz dizilim gibi farklı biçimlerde kullanıldığı,

- Tüf taşının fiziksel ve mekanik özellikleri bağlamında, Ayazini Köyü'nün sivil mimarlık örneklerinde, tüf taşının duvar dolgu malzemesi olarak ve yapı taşı olarak kullanılabilecek nitelikte olduğu ve farklı doku ve renklere sahip farklı biçimlerdeki taşların binaların dış cephe kaplamalarında kullanıldığı ve köşe sövelerinde genellikle büyük taşların kullanıldığı,

- Duvar kalınlıklarının 50 cm veya 50 cm'den fazla olduğu,
- Derzlerin genellikle 3cm'den kalın olmadığı ancak bazı duvarlarda derz kalınlıklarının 3 cm'den kalın olduğu,

- Genellikle derzlerin kesişmediği,
- Taş duvarların bazılarında hatılların tüm duvar boyunca kesintisiz kullanıldığı bazılarında ise hatılların parça parça kullanıldığı,

- Taş duvarların kompakt bir yapıda olduğu ve tüf taşının dayanıklı olduğu,
- Taşın yüksekliği ile boyunun oranının 1/3 ve 1/5 gibi düzenli bir oranda olmadığı,

- Düşey derzlerin en çok iki sıra üst üste geldiği tespit edilmiştir.

Bu bağlamda yapılan analizlerde restorasyon sürecinde kullanılan aslına uygun şekilde yerel malzemenin tercih edildiği Ayazini'nde bölgesel bir kimlik sürecinin sürekliliğinden söz edilebilmektedir.

KAYNAKÇA

Aslaner, M., (1989). Kor ve kor kırıntılı kayaçlar, *K.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yay*, 49, Trabzon.

Başkan, S. (2008). Geleneksel Doğu Karadeniz Evleri. *Erdem*, (52), 41-90. doi:10.32704/erdem.2008.52.041

Bilgin, M. (2021). Ayazini Tarih, Arkeoloji, Sanat Tarihi Çalışmaları Bilim Heyeti Komisyon Raporu.

Bozkır, F. Sarioğlu Bozkır, N., & Kuyumcu, E. (2015). Foça (İzmir) Sivil Mimari Örnekleri ve Restorasyon. 5. *Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu*.

Çelik, M.Y., (2017). Afyonkarahisar Yöresi Tüflerinin Fiziko- Mekanik Özelliklerinin Ultrases Dalga Hızı ile İlişkisinin İncelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 20(4): 961-970.

Çelik, M. Y., M.Arsoy, Z. & Kahraman, B. (2019). Ayazini (Afyonkarahisar) Tüflerinde Sıcaklığın Zamana Bağlı Su Emme Özelliğine Etkisinin İncelenmesi, IMCET 2019 Proceedings of the 26th International Mining Congress and Exhibition of Turkey *Türkiye 26. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 1625-1635.

Çelik, M.Y., & Sel, H. (2006). Restorasyonda Kullanılan Doğal Taş Seçiminin Önemi ve Afyon Kalesi Restorasyonu, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mersem Türkiye V. Mermer Sempozyumu*

Çelik M.Y. , & Tan G., (2016). Döğer (İhsaniye-Afyon) Tüflerinin Doğal Yapı Taşı Olarak Teknolojik Özellikleri ve Mevlevi (Türbe) Cami Restorasyonu. *Politeknik Dergisi*, 19 (4) : 399-408.

Çelik M, & Tıgılı R (2019), Afyonkarahisar Yöresinde Yapı Taşı Olarak Kullanılan Tüflerin Karakterizasyonu ve Tuz Kristallenmesine Dirençlerinin İncelenmesi, *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 58 (3): 197 - 209.

Erbaş, İ. (2018). Taş Ve Taş Yapı Kültüründe Değişim ve Dönüşüm, *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, 2, (1).

Ergül, A. (2009). Afyonkarahisar'da Yapıtaşı Olarak Kullanılan Tüflerdeki Poroziteye Bağlı Su İçeriğinin, Fizikomekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. (Basılmamış Yüksek Lisans tezi) Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.

Eski Foça Evleri. (2023). Visit İzmir, İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir. ErişimAdresi:(21.03.2023):<https://www.visitizmir.org/tr/Destinasyon/5815>

Evcim, S., (2016). Frigya Bölgesi'nde Bizans Dönemi Kaya Mimarisi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi* 6(3): 861-876.

Gürdal, E. , Akıncı, G., & Ersan, H. Ö. (2011). Mardin Kireçtaşları. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, (6),8-16.

Haspels, C. H. E. (1971). *The Highlands of Phrygia, Sites and Monuments*. Princeton: Princeton University.

ICOMOS (2013). Turkey Report on Conservation of Architectural Heritage (in Turkish).

İçlek, G. (2019). Afyonkarahisar Ayazın Ören Yeri'nin (Metropolis) Sürdürülebilir Turizm Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Karagülle, C., & Demir, Y. (2011). Yerel verilerin konut tasarım sürecinde değerlendirilmesi: Mardin örneği. *İTÜ DERGİSİ/a*, 9(2).

Karaman, M.E., & Kibici, Y., (2008). *Temel Jeoloji Prensipleri*. Belen Yayıncılık ve Matbaacılık, Ankara, 335.

Kavas, T., & Çelik, M.Y., (2001). Ayazini (Afyon) Tüflerinin Çimento Sanayiinde Tras Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, *Madencilik Dergisi*, 40, (2-3), 39-46.

Korkmaz, B. Özcan, U. (2021). Geleneksel Yerleşimler Üzerinden Mimaride Doğal Taş Kullanımı, *Natura Dergi*, Kasım-Aralık, 98.

Kuşçu, M. & Yıldız, A. (2001., Ayazini (Afyon) Tüflerinin Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Türkiye III. Mermer Sempozyumu*, 85-98, Afyon.

Kültür ve Turizm Bakanlığı (2020). Ayazini Köyü 1. Kısım Sokak Sağlıklaştırma Uygulamasına Ait Rölöve ve Restorasyon Projeleri, 222 Ada Raporu.

Mardin Evleri. (2023). Mardin Valiliği. Mardin. Erişim Adres: (22.03.2023): <http://www.mardin.gov.tr/yeni-mardin-evleri>

Mazlum, F., Mazlum, S., & Okuyucu, Ş. E. (2021). Kültürel Miras Niteliğindeki Ayazini Metropolisi'nin Tanıtımına Yönelik Mimari Ölçekte Yapılan Çalışmalar, *II. Turizmde Mimarlık ve Kültürel Miras Kongresi*, Karabük Üniversitesi.

Memiş, E. (2005). Eskiçağda Afyonkarahisar, *Merfes'05 Mermer Sempozyumu*, Afyonkarahisar, 1□10.

Öcal, D.A., Dal, M., (2012). *Doğal Taşlardaki Bozunmalar*, Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, İstanbul.

Pirsson, L.V. (1975). *The Microscopical charecters of volcanic tufss*”, *Sedimentary rocks: Consept and History*, Ed. By A. V. Carozzi, Wiley, 199-214, Pennsylvania.

Schmid R., (1981). Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: recommendations of the IUGS Subcommision on the Systematics of Igneous rocks, *Geology*, 9, 41-3: 1432-1149.

Taciser, S., (2008). *Kabartmalı Bir Frig Kaya Mezarı: Karacakaya/Gelin Kız Mezarı*, Muhibbe Darga Armağanı Sadberk Hanım Müzesi Yayını, İstanbul

Tayla H., (2007). *Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları I*, Taç Vakfi, 164-182, 188-189, İstanbul, ISBN: 978-975-97484- 5-6

Voigt, Mary M. (2007). *Gordion Kazıları, Friglerin Gizemli Uygarlığı*, (Eds: H. Sivas-T.T.Sivas), Yapı Kredi Yayınları-2613, İstanbul, 65-76.

Yardımlı S., Dal M., & Mıhlayanlar E., (2018). Investigation of Earthquake Behaviour of Construction System and Materials in Traditional Turkish Architecture, *ITM Web of Conferences CMES-2018*, 01034 :8 doi.org/10.1051/itmconf/20182201034.

Yardımlı, S., & Dal, M. (2021). *Mimari Yapılarda Taşıyıcı Ve Kaplama Tamamlama Elemanı Olarak Doğal Taş Malzeme*. Mimarlık Bilimleri ve Teknolojisi, Livre De Lyon, 27-65, ISBN: 978-2-38236-093-4

Young M.E., (2007). Dampness penetration problems in granite buildings in Aberdeen UK: causes and remedies. *Constr Build Mater*, 21:1846–59.

