



**MUDANYA AYDINPINAR (H. APOSTOLOI),
DEREKÖY VE ERDEK BALLIPINAR KİLİSELERİ
YAPIM SİSTEMLERİ VE MALZEME
KARAKTERİZASYONLARININ BELİRLENMESİ**

Şule AYENGİN



T. C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUDANYA AYDINPINAR (H. APOSTOLOI), DEREKÖY VE ERDEK
BALLIPINAR KİLİSELERİ YAPIM SİSTEMLERİ VE MALZEME
KARAKTERİZASYONLARININ BELİRLENMESİ**

Şule AYENGİN

Doç. Dr. Özlem KÖPRÜLÜ BAĞBANCİ

(Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Işıl POLAT PEKMEZCİ

(İkinci Danışman)

(İstanbul Teknik Üniversitesi)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

BURSA - 2017

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Şule Ayengin tarafından hazırlanan " Mudanya Aydınınar (H. Apostolu), Dereköy ve Erdek Ballıpınar Kiliselerinin Yapım Sistemleri ve Malzeme Karakterizasyonlarının Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Özlem Köprülü Bağbancı

İkinci Danışman: Yrd. Doç. Dr. Işıl Polat Pekmezci, İstanbul Teknik Üniversitesi

Başkan: Doç. Dr. Özlem Köprülü Bağbancı

Uludağ Ü. Mimarlık Fakültesi

Mimarlık Anabilim Dalı

İmza

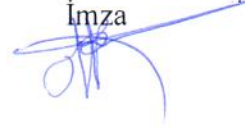


Üye: Doç. Dr. Fatma Nurhayat Değirmenci

Balıkesir Ü. Mimarlık Fakültesi

Mimarlık Anabilim Dalı

İmza



Üye: Doç. Dr. Bilal Bağbancı

Uludağ Ü. Mimarlık Fakültesi

Mimarlık Anabilim Dalı

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

.././....

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

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

beyan ederim.

../../....

Şule AYENGİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MUDANYA AYDINPINAR (H. APOSTOLOI), DEREKÖY VE ERDEK BALLIPINAR KİLİSELERİ YAPIM SİSTEMLERİ VE MALZEME KARAKTERİZASYONLARININ BELİRLENMESİ

Şule AYENGİN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Özlem Köprülü Bağbancı

İkinci Danışman: Yrd. Doç. Dr. Işıl Polat Pekmezci (İstanbul Teknik Üniversitesi)

Bursa Mudanya İlçesi'nde yer alan Aydınpınar ve Dereköy Kiliseleri ile Balıkesir Erdek İlçesinde bulunan Ballıpınar Kilisesi'nin, yapı malzemeleri ve yapım sistemleri çalışma kapsamında incelenmiştir. Bu yapılar 19.yy'a tarihlenmektedir ve 1923 mübadelesi sonrasında bir süre cami olarak hizmet verdikten sonra günümüzde atıl haldedir ve hızla bozulmaktadır.

Tarihi yapıların korunması çalışmalarında, o yapılarda kullanılan yapı malzemelerinin karakterlerinin belirlenmesi bu yapılara yapılacak uygulamalar açısından çok önemlidir. Yapılardan özgün malzeme numuneleri alınmış ve tez kapsamında incelenmiştir.

Tezin giriş bölümünü oluşturan birinci bölümde, bu çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde incelen üç yapı hakkında detaylı bilgiler verilmiş, bu yapıların tarihçesi, konumu, korunma durumu, plan özellikleri, kullanılan malzemeler anlatılmıştır. Yapıların plan çizimleri ve bozulma hızını ortaya koyan eski fotoğraflarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde kiliselerde kullanılan ve tez kapsamında incelenen malzemeler (taş, harç ve sıva) hakkında bilgiler bulunmaktadır. Dördüncü bölümde yapılardan alınan numuneler hakkında görsel ve mikroskobik tespitlerin yanı sıra bu numunelere uygulanan analizlerin yapılışı ve analiz sonuçları yer almaktadır. Bu bölümde numunelerin fiziksel, mekanik, kimyasal, petrografik ve minerolojik özellikleri belirlenmiştir. Yapılan karakterizasyon çalışmalarının sonucunda, alınan örnekler sınıflandırılmıştır. Beşinci bölüm değerlendirme ve sonuç bölümüdür. Bu bölümde incelenen üç yapıdan alınan örnekler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır, yapıların önemine değinilmiş ve koruma çalışmalarında yapılan analiz çalışmalarının öneminden bahsedilmiştir.

Bu çalışmanın o dönemde inşa edilen kiliselerde kullanılan malzemelerin niteliklerinin saptanması için bir altlık oluşturmaları ve ileride yapılabilecek çalışmalarda karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarihi yapı malzemeleri, Malzeme karakterizasyonu, Yapım sistemi

2017, xiii + 137 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

MUDANYA H. APOSTOLOI, DEREKÖY AND ERDEK BALLPINAR CHURCHES
CONSTRUCTION SYSTEMS AND DETERMINATION OF MATERIAL
CHARACTERIZATION

Şule AYENGİN

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özlem Köprülü Bağbancı

Second Supervisor: Asst. Prof. Dr. Işıl Polat Pekmezci (Istanbul Technical University)

The building materials and construction systems of Aydınpınar and Dereköy Churches located in Mudanya District of Bursa and Ballıpınar Church located in Erdek District of Balıkesir have been examined within the context of the study. These churches are dated to the 19th century. After being served as mosque until the population exchange (1923), they are now idle and rapidly deteriorating.

In the preservation of historic buildings, identification of the building materials characteristics is very important in regards to future applications. The original material samples from the buildings were taken and examined.

In the first chapter of the thesis, information has been given on the purpose and methods of this study. In the second chapter, detailed information about the three churches examined is given and their history, position, preservation situation, plan features, materials used are explained. The plan drawings of the constructions and the old photographs revealing the decay rate are given. In the third chapter, information about the materials (stone, mortar and plaster) used in the churches and examined in the thesis are available. In the fourth chapter, besides the visual and microscopic determinations about the samples taken from the churches, the analysis and analysis results applied to these samples are included. Physical, mechanical, chemical, petrographic and mineralogical properties of the samples are determined in this chapter. As a result of the characterization studies made, the samples taken are classified. The fifth chapter is the evaluation and conclusion part. Comparisons were made among the samples taken from the three churches examined in this chapter, the significance of the churches was mentioned and the significance of the analysis studies carried out in conservation studies was mentioned.

It is anticipated that this work will provide a basis for the identification of the qualities of the materials used in the churches built during that period, and to enable comparison in future works.

Keywords: Historical building materials, Material characterization, Construction system

2017, xiii + 137 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca yaptıkları yorumlar, verdikleri bilgi ve tavsiyeler ile bu çalışmayı yönlendiren ve destekleyen danışman hocalarım Doç. Dr. ÖZLEM KÖPRÜLÜ BAĞBANCİ ve Yrd. Doç. Dr. IŞIL POLAT PEKMEZCİ'ye teşekkürü borç bilirim. Ayrıca çalışma süresince desteğini eksik etmeyen Doç. Dr. BİLAL BAĞBANCİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarımıdaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. ZEKARİYA NUR ve malzemelerin mekanik özelliklerinin tespitindeki yardımları için Yrd. Doç. Dr. Ali MARDANİ-AGHABAGLOU'na teşekkür ederim. Malzemelerin fiziksel analizleri sürecindeki yardımları için amcam ADEM AYENGİN'e (İnşaat Mühendisi) teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimde katkıları bulunan Uludağ Üniversitesi'ndeki hocalarıma, meslektaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın her aşamasında yanımda olan ve desteklerini daima hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Şule Ayengin

../../....

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KİLİSELER: MÜLKİYET DURUMLARI, KONUMLARI VE MİMARİ ÖZELLİKLERİ	6
2.1.A ydınpınar Kilisesi (Hagios Apostoloı Kilisesi)	6
2.1.1. Mülkiyet ve Koruma Durumu	6
2.1.2. Konumu ve Çevresel Özellikleri	7
2.1.3. Tarihçesi	8
2.1.4. Plan Tipi ve Mimari Özellikleri	12
2.1.5. Malzeme ve Yapım Tekniği	14
2.1.6. Süsleme	16
2.1.7. Kilisede Mübadele İle Başlayan Değişim Süreci	17
2.2. Dereköy Kilisesi	18
2.2.1. Mülkiyet ve Koruma Durumu	18
2.2.2. Konumu ve Çevresel Özellikleri	19
2.2.3. Tarihçesi	21
2.2.4. Plan Tipi ve Mimari Özellikleri	24
2.2.5. Malzeme ve Yapım Tekniği	27
2.2.6. Süsleme	28
2.3. Ballıpınar Kilisesi	29
2.3.1. Mülkiyet ve Koruma Durumu	29
2.3.2. Konumu ve Çevresel Özellikleri	31
2.3.3. Tarihçesi	32
2.3.4. Plan Tipi ve Mimari Özellikleri	33
2.3.5. Malzeme ve Yapım Tekniği	35
2.3.6. Süsleme	36

3. İNCELENEN YAPILARIN BULUNDUĞU BÖLGELERDE YAPI MALZEMESİ ÖZELLİKLERİ	38
3.1. Taş.....	38
3.2. Harç ve Sıvalar	41
3.2.1. Harçlar	41
3.2.2. Sıvalar	44
4. MALZEME ANALİZ YÖNTEMLERİ VE SONUÇLARI.....	45
4.1. Malzeme Analizleri	45
4.2. Örnek Alma ve Görsel Tespit	45
4.3. Fiziksel Analizler	64
4.3.1. Kılcallık Deneyi	64
4.3.2. Toplam Su Emme Deneyi	68
4.3.3. Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini	71
4.3.3.1. Gerçek Yoğunluk Deneyi.....	72
4.3.3.2. Toplam ve Açık Gözeneklilik ve Görünür Yoğunluk Deneyi	73
4.3.4. Mekanik Deneyler	78
4.3.4.1. Ultrases Deneyi	78
4.3.4.2. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi	82
4.4. Kimyasal Analizler.....	88
4.4.1. Kızdırma Kaybı Analizi	88
4.4.2. Asit Kaybı Analizi.....	93
4.4.3. Agregaların Elekle Boyut Dağılım Analizi.....	102
4.4.4. Tuz, Protein-Yağ ve İletkenlik Analizleri	116
4.4.5. Petrografik Analiz	122
4.4.6. X-Işını Kırınımı (XRD) Analizi.....	127
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	130
KAYNAKLAR	134
ÖZGEÇMİŞ	137

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

Açıklama

ASTM	American Society for Testing and Materials
BKTVKK	Bursa Kùltür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu
GEEAYK	Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu
KUDEB	Koruma, Uygulama Denetim Müdürlüğü
TS EN	Türk Standartları
XRD	X-Ray Diffraction (X-ışını difraksiyonu)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Aydınınar Kilisesi'ne ait tescil fişi (BKVKBK arşivi).....	6
Şekil 2.2. Aydınınar Mahallesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017'den değiştirilerek kullanılmıştır).....	7
Şekil 2.3. Aydınınar Kilisesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017) ile kilise ve yakın çevresini gösteren fotoğraf.....	7
Şekil 2.4. Aydınınar Kilisesi, içten güney duvar (Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV 1983).....	9
Şekil 2.5. Aydınınar Kilisesi, içten doğuya bakış (BKVKBK arşivi 20.06.1986 tarihli fotoğraf).....	9
Şekil 2.6. Aydınınar Kilisesi, içten batıya bakış (BKVKBK arşivi 20.06.1986 tarihli fotoğraf).....	10
Şekil 2.7. Yapıya ait eski fotoğraf (BKVKBK arşivi 03.01.1996 tarihli fotoğraf).....	10
Şekil 2.8. Aydınınar Kilisesi batı ve güney cepheleri.....	11
Şekil 2.9. Aydınınar Kilisesi, içten batıya bakış.....	11
Şekil 2.10. Aydınınar Kilisesi planı (Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV 1983).....	13
Şekil 2.11. Aydınınar Kilisesi planı (Yıldız 2015).....	13
Şekil 2.12. Aydınınar Kilisesi batı ve kuzey cepheleri (BKVKBK arşivi).....	14
Şekil 2.13. Aydınınar Kilisesi duvar örgüsü.....	15
Şekil 2.14. Aydınınar Kilisesi, naostan genel görünüş (BKVKBK arşivi).....	15
Şekil 2.15. Aydınınar Kilisesi ana giriş kapısı (BKVKBK arşivi).....	16
Şekil 2.16. Aydınınar Kilisesi ambonu (BKVKBK arşivi).....	17
Şekil 2.17. Aydınınar Kilisesi, kaçak kazılarla ilgili kaynak (BKVKBK arşivi).....	18
Şekil 2.18. Dereköy Kilisesi'ne ait tescil fişi (BKVKBK arşivi).....	19
Şekil 2.19. Dereköy Mahallesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017'den değiştirilerek kullanılmıştır).....	20
Şekil 2. 20. Dereköy Kilisesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017) ile kilise ve yakın çevresini gösterir fotoğraf.....	20
Şekil 2.21. Dereköy Kilisesi, içten doğuya bakış (Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV, 1983).....	21
Şekil 2.22. Dereköy Kilisesi, içten batıya bakış (BKVKBK arşivi 20.08.1996 tarihli fotoğraf).....	22
Şekil 2.23. Dereköy Kilisesi, içten doğuya bakış (Bursa Ansiklopedisi cilt 3 2002).....	22
Şekil 2.24. Dereköy Kilisesi batı cephesi.....	23
Şekil 2.25. Dereköy Kilisesi, içten batıya bakış.....	23
Şekil 2.26. Dereköy Kilisesi planı (Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV 1983).....	24
Şekil 2.27. Dereköy Kilisesi planı (Ayengin 2016).....	24
Şekil 2.28. Dereköy Kilisesi batı cephesi.....	26
Şekil 2.29. Dereköy Kilisesi doğu cephesi.....	27

Şekil 2.30. Dereköy Kilisesi, narteksin dıştan görünümü.....	28
Şekil 2.31. Dereköy Kilisesi, ambon (solda) ve ikonostasisten ayrıntı (sağda) (Türkiye’de Vakıf Abideleri Eski Eserler IV 1986)	29
Şekil 2.32. Dereköy Kilisesi, naosta bulunan madalyonlardan biri	29
Şekil 2.33. Ballıpınar Kilisesi’ne ait tescil fişi (BKVKBK arşivi)	30
Şekil 2.34. Ballıpınar Köyü’ne ait hava fotoğrafı (http://www.haritamap.com/yer/ballipinar-koyu-yolu-erdek 2017’den değiştirilerek kullanılmıştır.)	31
Şekil 2.35. Ballıpınar Kilisesi’ne ait hava fotoğrafı (http://www.haritamap.com/yer/ballipinar-koyu-yolu-erdek 16.05.2017) ile kilise ve yakın çevresini gösteren fotoğraf	31
Şekil 2.36. Ballıpınar Kilisesi’ne ait eski fotoğraflar (BKVKBK arşivi)	32
Şekil 2.37. Ballıpınar Kilisesi planı (Aksoy Mimarlık 2015)	33
Şekil 2.38. Ballıpınar Kilisesi batı cephesi	34
Şekil 2.39. Ballıpınar Kilisesi doğu ve güney cepheleri	35
Şekil 2.40. Ballıpınar Kilisesi’ne ait fotoğraf, naostan genel görünüş.....	36
Şekil 2.41. Ballıpınar Kilisesi kitabesi.....	37
Şekil 2.42. Ballıpınar Kilisesi duvar resmi	37
Şekil 3.1. Bursa ve Balıkesir’de bulunan magmatik kayalar http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx	40
Şekil 4. 1. Ultrases deneyi yapılan DT2 kod’lu numunenin görüntüsü	80
Şekil 4. 2. Tek eksenli basınç dayanımı testine tabii tutulan DT6 kod’lu numunenin görüntüsü.....	83
Şekil 4. 3. Solda BH4 ve sağda DH7 numuneleri	93
Şekil 4. 4. AT1 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	125
Şekil 4. 5. AT2 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	125
Şekil 4. 6. AT5 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	125
Şekil 4. 7. DT3 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	126
Şekil 4. 8. DT4 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	126
Şekil 4. 9. DT5 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	126
Şekil 4. 10. BT2 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları.....	127
Şekil 4. 11. AH5 numunesi XRD difraktogram çekimi	128
Şekil 4. 12. DH2 numunesi XRD difraktogram çekimi	129
Şekil 4. 13. BH2 numunesi XRD difraktogram çekimi	129

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3. 1. Doğal taşların sınıflandırılması (Kudeb 2013)	39
Çizelge 4 .1. Görsel Tespit	47
Çizelge 4. 2. Taş numunelere ait fiziksel büyüklük bilgileri	66
Çizelge 4 .3. Taş numunelere ait kılcallık deney sonuçları.....	66
Çizelge 4 .4. Taş numunelerin kılcallık yöntemi ile su alımlarının zamana bağlı grafiği	67
Çizelge 4 .5. Kılcallık katsayısı değerleri	68
Çizelge 4 .6. Numunelerin Toplam Su Emme Deneyi.....	70
Çizelge 4 .7. Ağırlıkça su emme değerleri (%).....	70
Çizelge 4. 8. Gerçek yoğunluk değerleri.....	73
Çizelge 4. 9. Numunelerin kuru, su içinde ve suya doymuş ağırlıkları, g	76
Çizelge 4. 10. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik değerleri.....	77
Çizelge 4. 11. Taş numunelerin ultra ses analiz sonuçları	80
Çizelge 4 .12. Elastisite modülü ve yoğunluk arasındaki ilişki	81
Çizelge 4. 13. Elastisite modülü ile gözeneklilik arasındaki ilişki	82
Çizelge 4. 14. Numunelerin basınç dayanımları	83
Çizelge 4. 15. Elastisite modülü ile basınç dayanımı arasındaki ilişki	84
Çizelge 4. 16. Taş numunelerin fiziksel ve mekanik deney sonuçları	85
Çizelge 4. 17. Kızdırma kaybı deney sonuçları, harç numuneler	91
Çizelge 4. 18. Kızdırma kaybı deney sonuçları, sıva numuneler.....	92
Çizelge 4. 19. Asit kaybı analizi sonuçları, taş numuneler için	95
Çizelge 4. 20. Asit kaybı analizi sonuçları, harç numuneler için.....	96
Çizelge 4. 21. Asit kaybı analizi sonuçları, sıva numuneleri için	97
Çizelge 4. 22. Harç numunelerin bağlayıcı-agrega oranları	98
Çizelge 4. 23. Sıva numunelerin bağlayıcı-agrega oranları	99
Çizelge 4. 24. Asit kaybı ve kızdırma kaybı analizi karşılaştırması, harçlar	100
Çizelge 4. 25. Asit kaybı ve kızdırma kaybı analizi karşılaştırması, sıvalar	101
Çizelge 4. 26. Elek analizi dağılımlar, (%)	102
Çizelge 4. 27. Aydınpınar Kilisesi'ne ait harçların elek analizi grafiği.....	104
Çizelge 4. 28. Dereköy Kilisesi'ne ait harçların elek analizi grafiği	105
Çizelge 4. 29. Ballıpınar Kilisesi'ne ait harçların elek analizi grafiği	105
Çizelge 4. 30. Aydınpınar Kilisesi'ne ait sıvaların elek analizi grafiği	106
Çizelge 4. 31. Dereköy Kilisesi'ne ait sıvaların elek analizi grafiği.....	106
Çizelge 4. 32. Ballıpınar Kilisesi'ne ait sıvaların elek analizi grafiği	107
Çizelge 4. 33. Elek açıklığına göre dağılımlar, harçlar.....	108
Çizelge 4. 34. Elek açıklığına göre dağılımlar, sıvalar	113
Çizelge 4. 35. Tuz, Protein-Yağ ve İletkenlik Analizleri.....	120
Çizelge 4. 36. Taş numunelerin petrografik tanımlaması	123
Çizelge 4. 37. Harç numunelerin XRD analizi sonuçları.....	128

1. GİRİŞ

Bursa ve çevresi IV. yy.'dan itibaren Hristiyanlar için önemli yerleşmelerden biri olmuştur. Savaş ve siyasi belirsizlikler nedeniyle kurtuluşu inanç ve ibadette arayan Hristiyan halk en ücra noktalara kadar manastır ve kiliseler inşa etmiştir (Yıldız 2014).

Osmanlı döneminde Hristiyanların dini yapıları ile ilgili inşa faaliyetlerinde uyulması zorunlu kurallar vardı. Tanzimat dönemine kadar yeni kilise inşa edilmesi yasaktı (Karaca 2008). XIX. yy, imparatorluk içinde büyük değişimlerin yaşandığı bir süreç olmuştur. 1839 Tanzimat Fermanı ile vatandaş statüsü kazanan bu toplulukların, herkese kendi dininin gereklerini kendi göreneklerine göre yerine getirme ve Hristiyanlara kiliselerini onarma ya da hükümete başvurduktan sonra yenilerini inşa etme hakkının verilmesiyle kısa süre içerisinde gayrimüslimlerin yaşadığı bölgelerde yoğun bir imar faaliyeti başlamıştır (Yıldız 2014). Bursa ve Balıkesir XIX. yy.'da sahip olduğu gayrimüslim nüfus nedeniyle bu imar etkinliğini yaşayan bölgelerden olmuştur.

Çalışma için seçilen üç kilise bu imar faaliyetlerinin hızlandığı dönem inşa edilmiş yapılardır. Ortodoks Rumlar tarafından inşa edilmiş ve tümü XIX. yy'a tarihlenen bu kiliseler (B.I.Kandis 1883 yılında yayınladığı "*Η Προνοία*" (Prusa) adlı kitabında Aydınpınar (Hagios Apostolos) Kilisesi'nin 1846-1870 yılları arasında inşa edildiğini belirtmektedir. 1857 yılında Dereköy ve 1895 yılında Ballıpınar Kiliseleri inşa edilmiştir.). Bu kiliseler 1923 yılına kadar özgün işlevlerini devam ettirmiştir.

I. Dünya Savaşı'ndan sonra Lozan'da 30 Ocak 1923 tarihinde "Türk-Yunan Nüfus Mübadelesi'ne İlişkin Sözleşme ve Protokol" imzalanmıştır. Bu uygulama ile Türkiye ile Yunanistan devletleri arasında kendi topraklarında kalan Türkler ve Rumlar için karşılıklı nüfus değişimi yapılmıştır. Mübadele sonucunda yer değiştiren farklı dine sahip bu insanlar için ibadet yapıları bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bursa ve Balıkesir'de bulunan bu yapıların cemaati olmadığı için özgün işlevi ile kullanılamamış ve mübadiller tarafından cami işlevi ile kullanılmaya başlanmıştır. Köylere camilerin inşa edilmesi ile birlikte bu kiliseler terk edilmiş ve çok hızlı bir bozulma sürecine girmiştir.

Yeni işlev yüklenmediği ve özellikle yakın çevresindeki halka koruma bilincinin kuvvetli bir şekilde aşılmadığı için kısa sürede bozulan bu yapılar hava koşullarının ve insanların yıkıcı etkilerine karşı açık hale gelmiştir.

Geleneksel yapılarda kullanılan doğal taşlar, taşları birbirine bağlamak üzere kullanılan harçlar ve bitirme tabakasını oluşturan sıvaları konu alan, farklı dönemler ve farklı bölgeler için hazırlanan çalışmalar mevcuttur. Ancak her yapı için kullanılan özgün malzemelerin nitelikleri farklılaşabilmektedir. Bu nedenle her yapı kendine has kabul edilip tüm çalışmalar her yapı için tek tek hazırlanmıştır.

“Mudanya Aydınpınar (H. Apostolı), Dereköy ve Erdek Ballıpınar Kiliseleri’nin yapım sistemleri ve malzeme karakterizasyonlarının belirlenmesi” başlıklı tezde; hızla bozulmakta olan tescilli kültür varlıklarından Balıkesir ili, Erdek ilçesi, Ballıpınar Köyü’nde yer alan Ballıpınar Kilisesi ile Bursa ili Mudanya ilçesi Aydınpınar ve Dereköy Mahalleleri’nde yer alan Aydınpınar (Hagios Apostolı) ve Dereköy Kiliseleri’nin yapım sistemlerinin ve malzeme özelliklerinin saptanması amaçlanmıştır.

1964 yılında Venedik’te düzenlenen “II. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi” sonrasında yayınlanan Venedik Tüzüğü’nde tarihi yapıların onarımları ile ilgili temel ilkeler belirlenmiştir. Bu tüzükte; onarımların uzmanlık gerektiren bir iş olduğu, onarımların güvenilir belgelere ve özgün malzeme kullanımına saygı ile bağlı olduğundan söz edilmektedir. Ayrıca onarım için geleneksel tekniklerin yetersiz kaldığı durumlarda koruma ve inşa için bilimsel verilerle ve deneylerle saptanmış tekniklerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Bunlara ek olarak anıtların tüm özgünlükleri ile ele alınması gerektiği ve onarım işleminde özgün ile uyumlu bir çalışmanın yapılmasının önemi vurgulanmaktadır.

Taşınmaz kültür varlıklarının koruma basamakları temelde sırasıyla belgeleme, teşhis, uygulama (temizleme, yapıştırma-dolgu-tümleme, sağlamlaştırma-koruma vb.) ve bakım şeklindedir (Güleç 2015). Tarihi bir yapının sürekliliğini sağlamak amacıyla yapılan malzeme analizleri koruma basamaklarının teşhis aşamasında yer almaktadır.

Malzeme analiz çalışmaları;

- Yapı malzemelerinin karakterizasyonlarını saptamak,
- Tarihi yapının problemlerini saptamak,

- Mümkünse bozulmalara sebep olan etkenlerin önüne geçebilmek; eğer bu mümkün değilse malzemelerin bunlara karşı dayanımlarını sağlamak,
- Onarım gerekiyorsa özgün malzemeler ile fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından uyum sağlayacak, ısı, nem ve hava koşullarına benzer tepkiler verecek, renk ve doku açısından da özgün malzemeye uyum sağlayabilecek yeni malzemelerin tespiti,
- Zaman içinde yapıda gerçekleştirilen onarım ve değişiklikleri saptamak (Eskici ve ark. 2006)

için gereklidir.

Malzeme analizleri yapılmadan onarım için uygun olmayan ve niteliksiz yapı malzemeleri kullanımı sonucunda tarihi yapılarda özgün malzemenin kaybı söz konusu olmakta ve yapıların bozulma süreçleri hızlanmaktadır.

Çalışmada kiliselerin farklı bölümlerinden (bodrum, nef, narteks gibi) ve farklı kotlarından harç, sıva, taş örnekleri alınmıştır. Alınan bu örneklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak amacıyla fiziksel, kimyasal, petrografik ve minerolojik analizler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışma ile ilgili genel bilgiler amacı, kapsamı, yöntemi ve çalışmanın bilimsel katkısı anlatılmıştır. İkinci bölümde, çalışılan kiliselerin mimari özellikleri, üçüncü bölümde çalışılan yapı malzemeleri hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde yapılan malzeme analizleri anlatılmış ve beşinci bölümde analizlerin değerlendirildiği sonuç kısmına yer verilmiştir.

Tarihsel yöntem ile çalışılan kiliseler ile ilgili başka araştırmacıların hazırladıkları çalışmalar incelenmiş ve kullanılan yapı malzemeleri ile ilgili hazırlanan diğer çalışmaların verilerinden faydalanılmıştır. Deneysel yöntem alınan numunelerin görsel tespitlerinden sonra yapılan analizlerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Analizler sonucu elde edilen veriler karşılaştırma yöntemi kullanılarak tablo ve grafiklerle gösterilmiştir.

Yapılacak alışma ile belirlenen kiliselerde kullanılan özgün yapı malzemelerinin nitelikleri tespit edilmiş ve belgelenmiştir. Bu alışma onarım ile kullanılacak yeni malzemelerin belirlenmesi için altlık oluşturabilecek niteliktedir. Bu nedenlerden ötürü

restorasyon çalışması yapılacağı zaman bilimsel nitelikte yeterince araştırma yapılmadan özgün yapı malzemelerine uyum sağlamayan yeni malzeme kullanımının önüne geçilebilecektir.

Zafer Karaca (2008) İstanbul'da bulunan kilise yapılarının birbirleri ile benzer mimari özellikler ve yaklaşımlar bulundurduğunu “*İstanbul'da Osmanlı Dönemi Rum Kiliseleri*” adlı kitabında belirtilmiştir. Ayrıca bu durumun Bursa için de geçerli olduğu Emel Yılmaz'ın hazırlamış olduğu “*Bursa'daki Bizans Sonrası Hristiyan Dini Mimarisi*” yüksek lisans tezinden de saptanabilmektedir. Tez kapsamında incelenen Bursa ve Balıkesir'deki kiliseler hem İstanbul'da bulunan kiliseler ile hem de birbirleri ile pek çok ortak mimari özellikler taşımaktadır. Birbirine yakın coğrafyalarda benzer mimari özelliklerde, benzer yapı malzemeleri ile aynı yüzyılda inşa edilmiş bu kiliselerin malzeme özellikleri incelenmiş ve malzemelerin iç yapılarının da benzerlikler gösterip göstermediği saptanmıştır. Çalışma o dönemde inşa edilen kiliselerde kullanılan malzemelerin niteliklerinin saptanması amacıyla da bir altlık oluşturacaktır. Aynı dönem için ileride yapılabilecek çalışmalarda karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlayacaktır.

Çalışma kapsamında üç adet kilise incelenmiştir. Bunlar Bursa ili Mudanya ilçesine bağlı Dereköy ve Aydınpınar Mahallelerinde bulunan iki kilise ile Balıkesir ili Erdek İlçesi Ballıpınar köyünde bulunan kilisedir.

İncelenen kiliseler ile ilgili yapılan literatür taraması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda:

Aydınpınar Kilisesi (H. Apostolu); B.I.Kandis yapı hakkında araştırmalarını 1883 yılında yayınladığı “*Η Προυσα*” (Prusa) adlı kitabında aktarırken, Prof. Dr. Yıldız Ötüken ve ekibi tarafından 1986 yılında yayınlanan “*Türkiye’de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV*” adlı kitapta tarihçe, güney ve doğu cephelerin görüntülenmesi ve plan çiziminin yapılması ile ele alınmıştır. Ayrıca kilise; Emel Yıldız'ın 2014 yılında tamamladığı “*Bursa'daki Bizans sonrası Hristiyan Dini Mimarisi*” isimli yüksek lisans tezinde incelediği on üç kiliseden biridir. Yıldız'ın tezinde ise kilisenin tarihçesi ve genel bir tanımının yanı sıra bozulma süreci ilerleyen yapının güncellenmiş planına ve fotoğraflarına yer verilmiştir.

Dereköy Kilisesi, Dereköy; Yapı; Prof. Dr. Yıldız Ötüken ve ekibi tarafından 1986 yılında yayınlanan ‘‘Türkiye’de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV’’ kitabında bulunan plan çizimi, fotoğraflar ve tarihçe bilgileri ile ele alınmıştır.

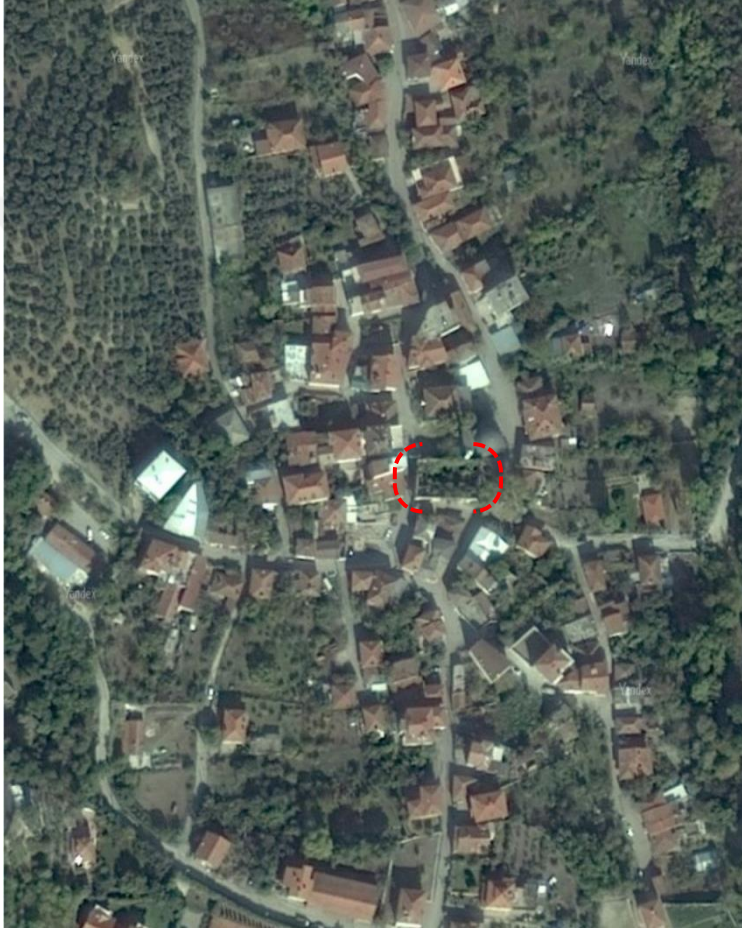
Ballıpınar Kilisesi, Ballıpınar; Aksoy Mimarlık tarafından, yapının rölövesi alınmış ve ‘‘Ballıpınar Kilisesi Teknik Raporu’’ hazırlanmıştır.

Yapılarla ilgili yapılan kaynak taramalarında bu yapıların malzeme nitelikleri ile ilgili bir çalışmanın yapılmamış olduğu ve bu konuda detaylı bilgiler ve malzeme analizlerinin mevcut olmadığı tespit edilmiştir.

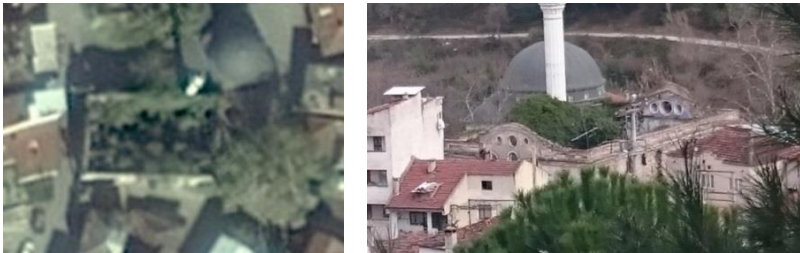


2.1.2. Konumu ve Çevresel Özellikleri

Kilise; Mudanya İlçesi Aydınpınar Mahallesi'nin merkezinde yer almaktadır. Batı cephesinden ana girişi bulunan kilise doğu cephesinden iki katlı bir yapı ile bitişik konumdadır. Alt katı ticaret ve üst katı konut olarak kullanılan ve özel mülkiyete ait bu yapı, mimari özellikleri ve kilise ile bütünlük arz etmesini yanı sıra yöre için önemli bir yapı olmasından dolayı tescillenmiştir.



Şekil 2.2. Aydınpınar Mahallesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017'den değiştirilerek kullanılmıştır)



Şekil 2.3. Aydınpınar Kilisesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017) ile kilise ve yakın çevresini gösteren fotoğraf

2.1.3. Tarihçesi

Aydınpınar (Mesaipolis)'daki kilisenin batı cephesindeki giriş kapısı üzerinde yer alan kitabede bulunan 1901 tarihinden kilisenin o yıl inşa edildiği düşünülse de kilise üzerine araştırma yapan B.I.Kandis 1883 yılında yayınladığı “*Η Πρωσσα*” (Prusa) adlı kitabında yapının 1846-1870 yılları arasında Bursa metropoliti olan Konstantios döneminde inşa edildiğini belirtmektedir (Ötüken ve ark. 1986).

Kitabe 1

ΩΣ ΑΓΑΠΗΤΑ ΤΑ ΣΚΗΝΩΜΑΤΑ ΣΟΥ ΚΥΡΙΕ
1901

ŌS AGAPĒTA TA SKĒŌMATA SOU KYRIE (Okunuşu: I.Kuçuradi)

Tanrım, evlerin ne kadar sevilir (Çeviri: I.Kuçuradi)

Kitabe 2

ΜΕΘΟΔΙΟΥ
ΕΚΝΑΕΟΥ

METHODIOU EK NAEOU (Okunuşu: I.Kuçuradi)(Ötüken ve ark. 1986)

Kilisenin giriş kapısı üzerinde yer alan üçgen alınlıkta yer alan kitabe 1’de tek satırlık bir yazı ve 1901 tarihi bulunmaktadır. Apsis zemininde bulunan ikinci kitabede ise ‘Methodios’ ismi geçmektedir (Ötüken ve ark. 1986).

Yapı; mübadeleye kadar kilise olarak kullanılmıştır. 1923 yılında yapı camiye çevrilmiş, 1951’e kadar, batı cephede yer alan çan kulesi minare olarak kullanılmıştır. 1953 yılında kilisenin kuzey cephesine minare inşa edilmiştir. 1980 yılında köye cami inşa edildikten sonra bir süre depo olarak kullanılmış günümüzde ise terk edilmiş bir durumdadır.

Yapının kullanılmadığı dönemden itibaren ne kadar hızlı tahrip olduğu 1983,1986, 1996 ve 2016 yıllarına ait fotoğraflarda (Şekil 2.4 – 2.9) açıkça izlenebilmektedir.



Şekil 2.4. Aydınpınar Kilisesi, içten güney duvar (Türkiye’de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV 1983)



Şekil 2.5. Aydınpınar Kilisesi, içten doğuya bakış (BKVKBK arşivi 20.06.1986 tarihli fotoğraf)



Şekil 2.6. Aydınpınar Kilisesi, içten batıya bakış (BKVKBK arşivi 20.06.1986 tarihli fotoğraf)



Şekil 2.7. Yapıya ait eski fotoğraf (BKVKBK arşivi 03.01.1996 tarihli fotoğraf)



Şekil 2.8. Aydınpınar Kilisesi batı ve güney cepheleri



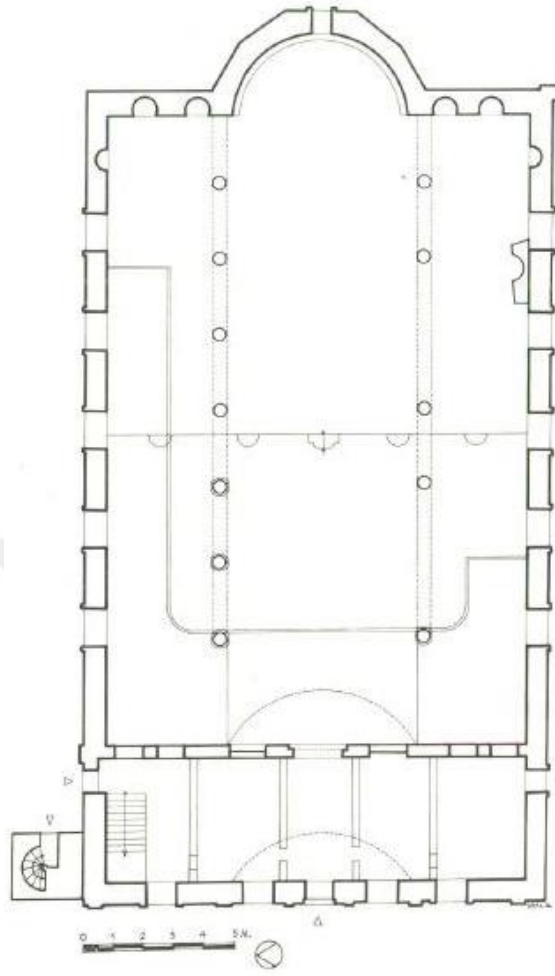
Şekil 2.9. Aydınpınar Kilisesi, içten batıya bakış

2.1.4. Plan Tipi ve Mimari Özellikleri

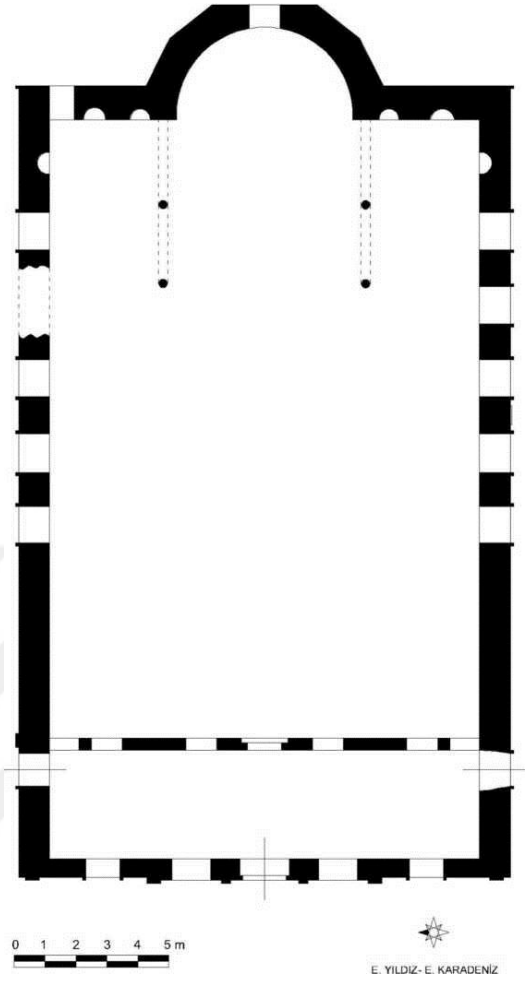
Doğu-batı doğrultusunda dikdörtgen planlı (yaklaşık 25,30m x 18,25m) olarak inşa edilen kilisenin girişi batı cephesi üzerindendir. Kilisenin doğusunda dışarıya taşmış durumda olan apsis, batısında ise narteks bulunmaktadır. Dikdörtgen planlı naosu üç nefe ayıran yedişerden iki sıra sütundan doğu tarafında her iki sırada ikişer sütun ayakta kalmıştır. Sütunlar birbirlerine yuvarlak kemerlerle bağlanmaktadır. Eski fotoğraflarından orta nefin ahşap beşik tonozla, yan neflerin ahşap düz tavanla örtüldüğü görülebilmektedir. Ancak ne yazık ki çatı örtüsü günümüze ulaşamamıştır (Şekil 2.6). Narteks doğu-batı doğrultusunda dikdörtgen planlıdır. Doğudaki kapı ve pencerelerle naosa açılmaktadır. Batı eksenindeki giriş kapısı ve yandaki ikişer pencere; kuzey ve güney duvarlarda eksenin doğrultusundaki birer kapı ve üstlerindeki birer pencere bulunmaktadır.

Naosun batı, kuzey ve güneyden U şeklinde bir galeri ile çevrelendiği ve kuzey duvarın batısındaki merdiven ile bu galeriye çıkış sağlandığı ve batıda bulunan narteksin iki katlı olduğu bilgisi “*Türkiye’de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV*” adlı kitapta yer almasına rağmen galeri katı, galeri merdiveni ve narteksin birinci kat döşemesi günümüzde mevcut değildir (Şekil 2.10-2.11).

Batı cephe (ön cephe) dört pilasterle üç bölüme ayrılmıştır. İki kenardaki bölümler yan neflerin, orta bölüm ise orta nefin genişliğindedir. Orta bölüm yuvarlak kemerli bir alınlıkla sonuçlanmakta, yan bölümler düz tavan şeklindedir. Orta bölümün merkezinde dikdörtgen ve yuvarlak kemerli giriş kapısı üzerinde kitabenin de bulunduğu üçgen bir alınlık mevcuttur. Kapının her iki tarafında bulunan yuvarlak kemerli ve eş boyuttaki pencereler demir parmaklıdır. Cephenin ortasında bulunan aynı tipteki üç pencereden giriş kapısının üzerindeki diğerlerinden yüksektir. Alınlıkta bir yuvarlak, iki küçük oval pencere mevcuttur. Cephenin yan bölümlerinde aynı eksende olacak şekilde yuvarlak kemerli altlık ve üstlük pencereler bulunmaktadır. Altta yüksek kaidelere oturan üstte ise çift sıra halinde profilli başlıklarla sınırlanan pilasterlerde yer yer malzeme kayıpları oluşmuştur (Şekil 2.8).

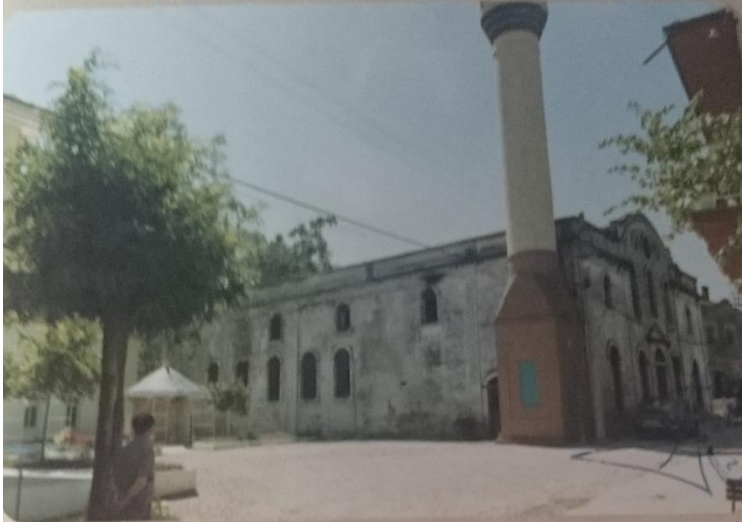


Şekil 2.10. Aydınınar Kilisesi planı (Türkiye’de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV 1983)



Şekil 2.11. Aydınınar Kilisesi planı (Yıldız 2015)

Kuzey ve güney cepheler cephe düzenleri açısından birbirine benzemektedir. Cepheler bir tanesi narteks hizasında olmak üzere dört pilasterle üçer bölüme ayrılmıştır. Narteksin hem kuzey, hem de güney cephedeki bölümlerinde birer kapı bulunmaktadır. Bunun yanı sıra cephelerde beşer altlık ve dörder üstlük pencere mevcuttur. Tüm açıklıklar yuvarlak kemerli olup ve üstlük pencereler daha küçüktür. Kuzey cephenin batı köşesinde minare yer almaktadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Aydınınar Kilisesi batı ve kuzey cepheleri (BKVKBK arşivi)

Doğu cephe ekseninde içten yarım yuvarlak, dıştan beş cepheli apsis yer almaktadır. Apsiste eksende yuvarlak kemerli günümüzde kapatılmış bir pencere ve altta apsis yuvarlağını çevreleyen tek basamaklı synthronon bulunmaktadır. Apsisin her iki yanında birer yuvarlak kemerli nişler mevcuttur. Cephe yan nefler hizasında düz, orta nef hizasında yuvarlak bir alınlıkla sonlanmaktadır. Alınlığın altında, ortadaki dairesel, yanlardaki oval olmak üzere toplam üç; yan nef hizalarında eş büyüklükte birer yuvarlak kemerli pencere yer almaktadır.

2.1.5. Malzeme ve Yapım Tekniği

Yapının içi beyaz badana ile boyanmıştır. Cepheler ise sıvalıdır (Şekil 2.12). Ancak bu boya ve sıva tabakaları günümüzde büyük ölçüde dökülmüştür. Duvarları moloz taş arasına iki sıra tuğla konularak almaşık teknikte örülmüş olup yer yer devşirme mermer parçalarına rastlanmaktadır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Aydınpınar Kilisesi duvar örgüsü

Yapının özgününde mermer plakalarla kaplı olan zemini tamamen tahrip olmuştur (Şekil 2.14). Yapıda nefleri birbirinden ayıran sütunlar, başlık ve kaideleri ve galeri ahşaptır.



Şekil 2.14. Aydınpınar Kilisesi, naostan genel görünüş (BKVKBK arşivi)

Günümüze ulaşmayan galerinin oturduğu konsollar içten taş, dıştan ahşap kaplamalıdır. Orta nefin üzeri ahşap beşik tonozla, yan neflerin üzerleri ise ahşap düz tavanla

örtüldüğü eski fotoğraflarda görülebilmektedir. Çatı örtüsü günümüze ulaşamamıştır (Şekil 2.6). Kilisenin batı cephesinde bulunan kapısı metaldir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Aydınpinar Kilisesi ana giriş kapısı (BKVKBK arşivi)

2.1.6. Süsleme

Yapıda eski fotoğraflardan görebildiğimiz üzere özellikle ahşap süsleme dikkat çekmektedir. Naostaki dikmeler içten taş olup, dıştan ahşap ile kaplanmıştır; dikmelerin üstü ahşap yeşil boya ile mermer taklidi olarak boyanmıştır (Şekil 2.14). Aynı şekilde galerinin oturduğu konsollar içten taş, dıştan ahşap kaplamalıdır. Orta nef tonozu, koyu mavi üzerine yıldız motiflerle bezenmiştir. Galerinin korkuluklarında ve bugün kiliseden ayrı bir yerde muhafaza edilen ahşap ambonda oyma tekniğinde bezemeler görülür (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Aydınınar Kilisesi ambonu (BKVKBK arşivi)

Apsis kemeri alınlığındaki üç yuvarlak pencerede özgün vitraylar yer almaktadır. Yapı camiye çevrildikten sonra apsis içine, kuzey ve güney duvarlara kalem işi dua ve ayetler yazılmıştır.

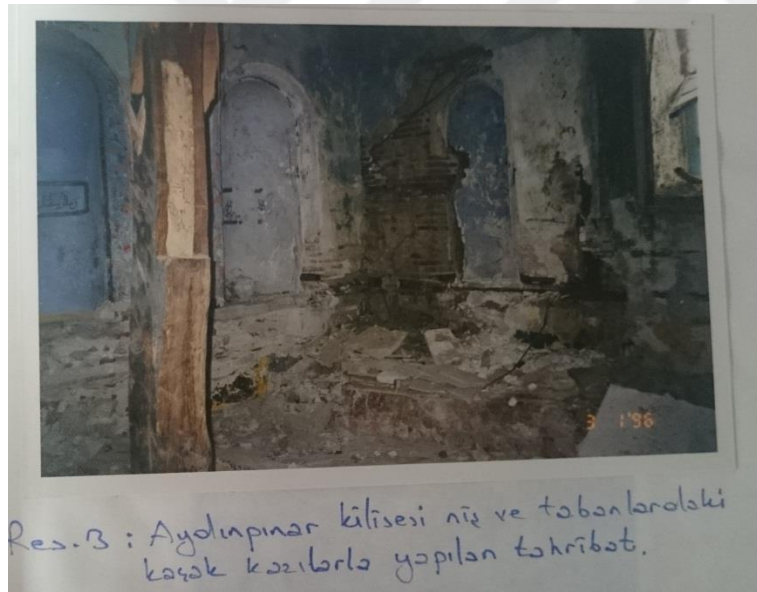
2.1.7. Kilisede Mübadele İle Başlayan Değişim Süreci

Mübadele sonrası camiye dönüştürülen yapıda birtakım değişiklikler meydana gelmiştir. Bunların bazıları; güney duvarda eksen doğrultusunda, naosa girinti yapan mihrap nişi eklenmesi, 1951'e kadar minare olarak kullanılan çan kulesinin bu tarihte yıkılarak 1952-53 yılında kuzey cephesinin batı köşesine kübik kaideli, silindir gövdeli, tek şerefeli bir minare inşa edilmesi (Şekil 2.12), narteks bölümü doğu batı doğrultusunda dört duvarla beş bölüme ayrılması, iç kısımdaki galerinin imam lojmanı olarak tahsis edilmesi, naosun batı duvarındaki giriş kapısının yanlarındaki yuvarlak kemerli pencerelerin örülerek kapatılması ve apsis içine, kuzey ve güney duvarlara kalem işi dua ve ayetler yazılması şeklindedir.

Cami olarak kullanıldığı dönemlerde çok fazla tahribata uğramayan yapı 1980 yılında köye yeni caminin yapımının ardından hızlı bir bozulma sürecine girmiştir. Yapının depo olarak kullanılmaya başlandığı bu tarihten itibaren yapıya hiçbir bakım-onarım çalışması yapılmadığı gibi köy muhtarlığınca 1985 ve 1986 yıllarında yapılan başvuru dilekçelerinde kilisenin yıkılıp yerine Atatürk Büstü yapılması ve tarım ürünleri tartım

alanı olarak değerlendirilmesi konusunda girişimlerde bulundukları görülmektedir. Olumsuz sonuç aldıkları ve Bursa Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü arşivinde bulunan bu dilekçelerle yapının köy sakinleri tarafından tamamen gözden çıkarılmış olduğu belgelenmektedir.

Araştırmalar sonucu elde edilen belgelere dayandırılarak; 1994 yılında yapının üst örtüsünü taşıyan ahşap dikmelerin giderek tahribata uğradığı, 1996 yılında kilisenin iç kısmında zaman zaman kaçak kazı yapıldığı (Şekil 2.17), çatısının yer yer açılması sonucunda tahribatın hızlandığı, özellikle kapısının kilitlenilmemesi sebebiyle kiliseye ait taşınırın parça parça sökülerek taşındığı, 2006 yılında kar yüküne dayanamayan ahşap çatının çökmüş olduğu yine Bursa Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü kaynaklarından saptanmıştır. Defalarca koruma altına alınması ve onarımının yapılması konusunda taleplerde bulunulmasına rağmen yapı günümüzde ne yazık ki harabe durumundadır.



Şekil 2.17. Aydınınar Kilisesi, kaçak kazılarla ilgili kaynak (BKVKBK arşivi)

2.2. Dereköy Kilisesi

2.2.1 Mülkiyet ve Koruma Durumu

BKTVKK tarafından 13.11.1993/3520 sayılı karar ile tescillenen kilise (Şekil 2.18); Bursa ili, Mudanya ilçesi Dereköy Mahallesi, 154 ada, 14 parselde bulunmaktadır. Mülkiyeti Mudanya Belediyesi'ne aittir.



Şekil 2.19. Dereköy Mahallesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 2017'den değiştirilerek kullanılmıştır.)



Şekil 2. 20. Dereköy Kilisesi'ne ait hava fotoğrafı (Google earth pro 16.05.2017) ile kilise ve yakın çevresini gösterir fotoğraf

2.2.3 Tarihçesi

1857 yılında yapılmış olan Dereköy Mahallesi'ndeki yapı; mübadeleye kadar kilise olarak kullanılmıştır. 1923 yılında cami olarak kullanılmaya başlanmış, 1972 yılında köye cami inşa edilene kadar kullanılmıştır. 1983 yılında Prof. Dr. Yıldız Ötüken ve ekibi yapı ile ilgili çalışma yaparlarken kilisenin bir kısmının iç bölümlere ayrılarak ahır olarak kullanıldığını "*Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV*" adlı kitapta belirtmiştir. Yapı günümüzde ne yazık ki bir harabeye dönmüştür.

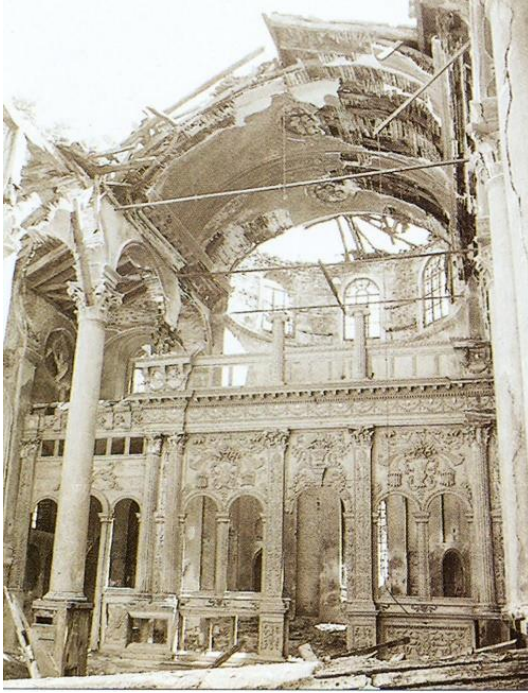
Yapının kullanılmadığı dönemden itibaren ne kadar hızlı tahrip olduğu 1983,1996, 2002 ve 2016 yıllarına ait fotoğraflarda (Şekil 2.21-Şekil 2.25) açıkça izlenebilmektedir.



Şekil 2.21. Dereköy Kilisesi, içten doğuya bakış (Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV, 1983)



Şekil 2.22. Dreköy Kilisesi, içten batıya bakış (BKVKBK arşivi 20.08.1996 tarihli fotoğraf)



Şekil 2.23. Dreköy Kilisesi, içten doğuya bakış (Bursa Ansiklopedisi cilt 3 2002)



Şekil 2.24. Deriköy Kilisesi batı cephesi

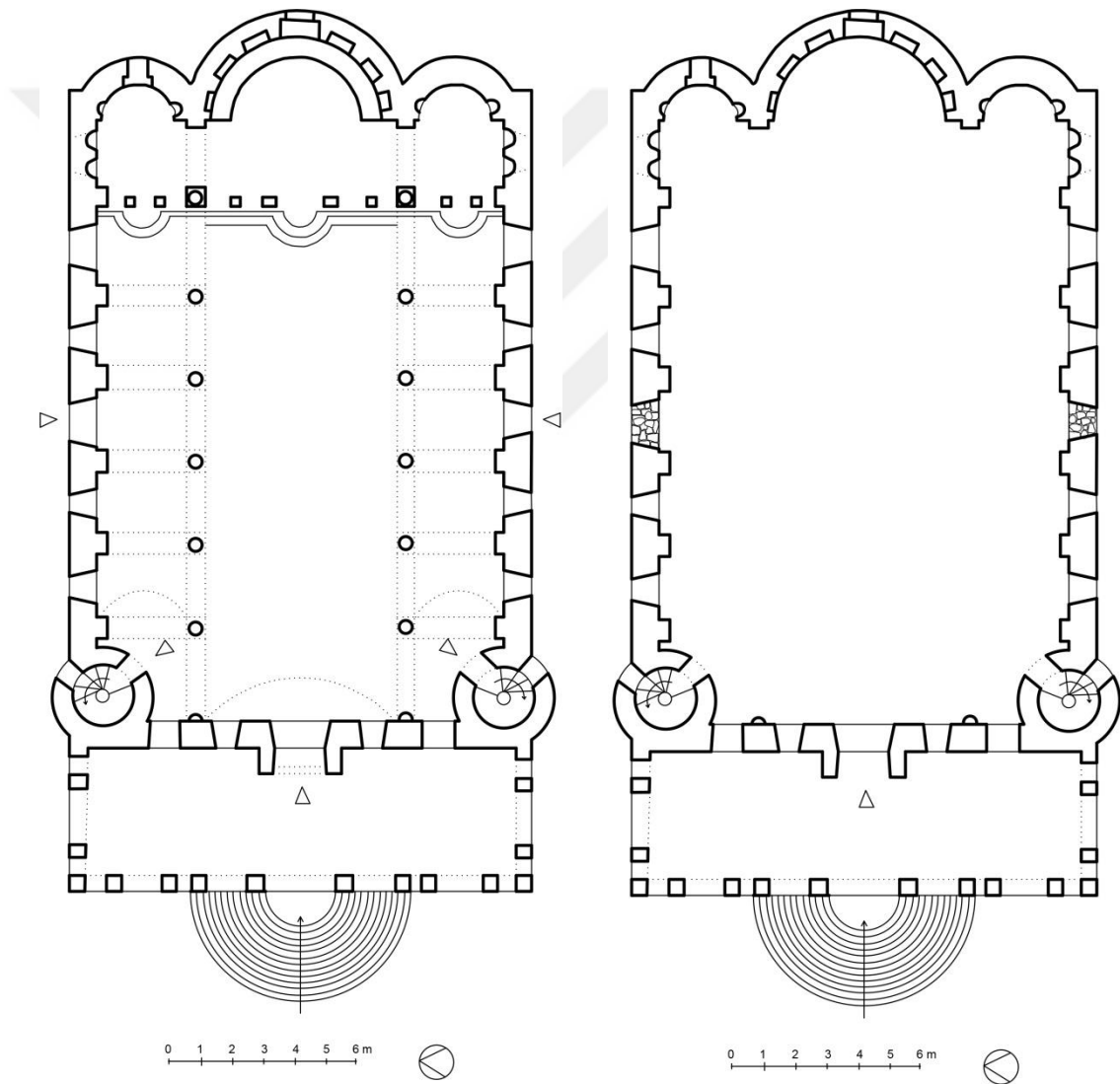


Şekil 2.25. Deriköy Kilisesi, içten batıya bakış

2.2.4 Plan Tipi ve Mimari Özellikleri

İçten 13.05x20.85 m (apsis dahil) boyutlarındaki kilise doğu-batı doğrultusunda üç nefli bazilikal plan şemasına sahiptir.

Dikdörtgen planlı naos doğuda bema ve üç yuvarlak apsis, batıda kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen planlı nartekle sınırlanmaktadır. Naosu üç nef ayıran altışardan iki sıra dikme tamamen yıkılmış olup; dikmeleri birbirine bağlayan kemerlerde yapı zemininde harap haldedir (Şekil 2.25).



Şekil 2.26. Dereköy Kilisesi planı (Türkiye’de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV 1983)

Şekil 2.27. Dereköy Kilisesi planı (Ayengin 2016)

Doğuda bema sınırını belirlediği anlaşılan kakma ve kabartma tekniğiyle bezenmiş ahşap ikonostasisin kabartmaları Yunanistan'dan gelen "turistler" tarafından sökülerek ülkelerine götürüldüğü "*Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV*" adlı kitapta (1986 tarihli) belirtilmiştir. Günümüze ulaşmayan ikonostasisin önünde, orta nefte üç, yanlarda iki basamaklı yuvarlak merdivenler bulunduğu eski fotoğraflarda görülebilmektedir (Şekil 2.21).

Kuzey cephesinde dört altlık pencere ve naosun merkezinde yapının yan girişi bulunmaktadır. Ayrıca biri bema hizasında ve diğeri kapının hizasına denk gelecek şekilde altı üstlük pencere bulunmaktadır. Yapının kuzey ve güney cephelerinde cephe düzenleri benzerdir. Tüm pencereler çift kademeli yuvarlak kemerli, kapılar ise dikdörtgendir.

Kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen planlı bemanın kuzey ve güney duvarlarında altta ikişer yuvarlak niş bulunmaktadır. Doğu cephesinde bulunan ana apsis ekseninde bir altlık, üç üstlük pencere, altlık pencerenin iki yanında üçer dikdörtgen niş ve tek basamaklı bir synthronon mevcuttur. Birbirine simetrik yan apsislerde eksende birer yuvarlak kemerli pencere açılmıştır. Naosun kuzey ve güney duvarlarında karşılıklı birbirine simetrik beşer pencere ve ortadakilerin altında yapının yan girişleri yer almaktadır. Batı duvar eksenindeki kapı ve ona simetrik ikişer pencere nartekse açılmaktadır. Apsis pencereleri ve batı duvardaki yan neflere bakan pencereler dışında, naosun tüm açıklıkları dışa doğru daralmaktadır.

Naosun kuzeybatı ve güneybatı köşelerinde bulunan yuvarlak merdiven kuleleri, narteksin üzerindeki günümüzde mevcut olmayan galeriye çıkışı sağlar; girişleri ve pencereleri doğuda, çapraz eksenlerde bulunmaktadır (Şekil 2.26-2.27).

Kilise; sokak kotundan yüksekte yer almaktadır. Nartekse oniki basamaklı yuvarlak bir merdivenle çıkılmaktadır. Merdiven basamakları yer yer kırılmıştır (Şekil 2.28). Narteks, doğuda yuvarlak kemerli derin bir niş içine alınmış kapı ve yanlarındaki pencerelerle naosa batıda on, kuzey ve güneyde dörder dikdörtgen kesitli destek üzerine oturan yuvarlak kemerle dışa açılmaktadır. Eksenlerdeki kemerler, diğerlerine göre daha geniştir.

Batı cephe üç yatay silme ile üç bölüm ve üstte üçgen alınlığa ayrılmıştır (Şekil 2.24). Zemin seviyesinde nartekse çıkışı sağlayan merdivenin iki yanında birer basık kemerli kapı kilisenin alt yapısına açılmaktadır (Şekil 2.28). Batı cephede galeri seviyesinde, eksende dışa taşkın çan kulesinin yarım silindirik gövdesi bulunmaktadır. Çan kulesinin her iki yanında ikişerden dört yuvarlak kemerli pencere mevcuttur (Şekil 2.24). Pencereler arasında yuvarlak kemerli kör nişler, kulenin batı yüzünde yuvarlak kemerli, uzun dikdörtgen bir açıklık yer almaktadır. Cephe üstte üçgen bir alınlıkla sonlanmıştır. Merdiven kulelerinde, galeri hizasında ve nartekste birer yuvarlak kemerli pencere bulunmaktadır.



Şekil 2.28. Dereköy Kilisesi batı cephesi

Doğu cephede dışa taşkın üç yuvarlak apsis yer almakta; ana apsis saçak seviyesine, yan apsisler cephenin yarı yüksekliğine kadar uzanmaktadır (Şekil 2.29). Ana apsis derinliği yan apsislerden daha fazladır. Ana apside altta eksende bir, üstte birbirine simetrik üç; yan apsislerde eksende ve onlarla aynı hizada, doğu duvarın üst kısmında birer yuvarlak kemerli pencere mevcuttur. Yapı dıştan çift pahlı çatı ile örtülmüştür.

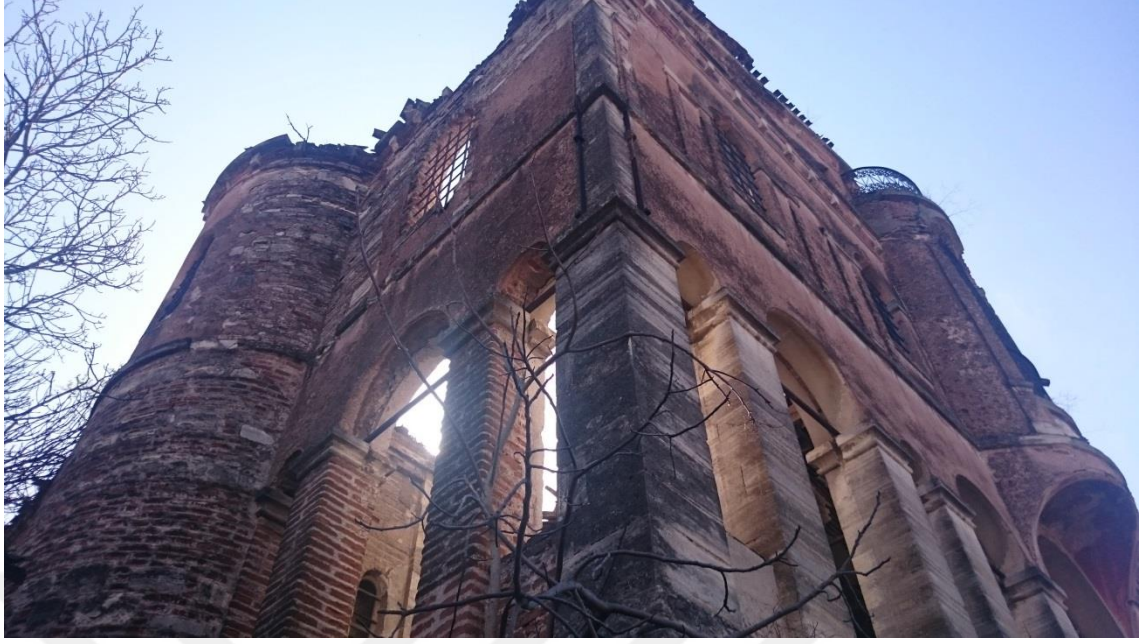


Şekil 2.29. Dereköy Kilisesi doğu cephesi

Yüksek kübik kaidelere oturan naos dikmeleri korint tarzı başlıklar taşımaktadır (Şekil 2.23). Kuzey destek dizisinin batıdan üçüncüsünde ahşap ambon bulunmakta ve ambona dikmenin çevresini dolanan korkuluklu bir merdivenle çıkılmaktadır (Şekil 2.31). Ambon ve merdiveni günümüze ulaşmamıştır.

2.2.5 Malzeme ve Yapım Tekniği

Kilisenin beden duvarları dıştan tuğla, moloz ve kesme taş ile almalı teknikte inşa edilmiştir. Yapının köşelerinde büyük kesme taş bloklar kullanılmıştır. Yer yer devşirme mermer parçaları bulunmaktadır. Açıklıkların kemerleri ve narteks destekleri tuğladır (Şekil 2.30).



Şekil 2.30. Dereköy Kilisesi, narteksin dıştan görünümü

Çalışmada verilen fotoğraflarda orta ve yan neflerinin beşik tonozlarla örtülü olduğu görülebilmeye rağmen çatı örtüsü günümüze kadar ulaşamamıştır (Şekil 18-19). Köyde yapılan caminin çatısını örtmek için kiliseye ait kiremitlerin alınması ile üst örtü hızlı bir şekilde tahrip olmuş ve yapı içindeki ahşap elemanlar bozulmuştur. İkonastasis, ambon, sütunlar ve nef tonozları ahşaptır. Cephelerde metal kılıç elemanları bulunmaktadır.

2.2.6 Süsleme

Kilisede alçı ve ahşap süslemeler oldukça yoğun kullanılmıştır. Naosun kuzey ve güney duvarlarındaki pencerelerin üstünde yuvarlak madalyonlarda alçı kabartma serafimler yer almaktadır. Serafimlerin baş kısımları tahrip olmuştur (Şekil 2.32). Ahşap ikonastasis kakma ve kabartma tekniğiyle bezenmiştir (Şekil 2.31). Yuvarlak kemerli açıklıkların üzerindeki dikdörtgen yüzeylerde vazodan çıkan güller, stilize bitki ve çiçek motifleri vardır. Korkuluk levhalarında benzer bitkisel süslemeler görülmektedir. Silindirik ambonun gövdesi dikine kaval silmeler içermekte, alt kısımda kabartma tekniğinde üzüm salkımları, yapraklar; silmeler üzerine stilize edilmiş bitkiler işlenmiştir (Şekil 2.31). Kabartmalar yeşil, bordo, kırmızı ve altın yaldızla boyanmıştır.



Şekil 2.31. Dereköy Kilisesi, ambon (solda) ve ikonastasiten ayrıntı (sağda) (Türkiye’de Vakıf Abideleri Eski Eserler IV 1986)

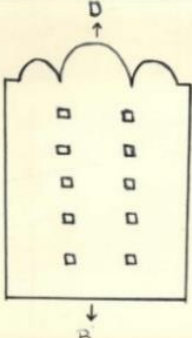


Şekil 2.32. Dereköy Kilisesi, naosta bulunan madalyonlardan biri

2.3. Ballıpınar Kilisesi

2.3.1. Mülkiyet ve Koruma Durumu

Balıkesir ili, Erdek ilçesi, Ballıpınar Köyü’nde bulunan Ballıpınar Kilisesi BKTVKK tarafından 11.08.1989/663 sayılı karar ile tescil edilmiştir (Şekil 2.33. Tescil Fişi). Kilise; Maliye hazinesi mülkiyetinde olup Kültür ve Turizm Bakanlığı’na tahsis edilmiştir.

AVRUPA KONSEYİ		DOĞAL VE KÜLTÜREL VARLIKLARI KORUMA ENVANTERİ		DEVLET		ENVANTER NO											
TÜRKİYE		ESKİ ESERLER VE MÜZELER GENEL MÜDÜRLÜĞÜ		ANIT		HARİTA NO.											
İL : BALIKESİR		İLÇE : ERDEK		MAHALLE KÖY VEYA MEVHİ : Ballıpınar Köyü		KORUMA DURUMU :											
SOKAK VE EAPİ NO :		EADASI NO :		FAPTA : ADA : PARSEL :		ANITSAL CEVRESSEL											
ADI :		YAPTIRAN :		TAPAN :		MİMARİ ÇALI (USLUF) :											
YAPIM TARİHİ :		KİTAP : VAR		1977		VAKİFTE :											
GENEL TANIM : Kilise,Köy içinde merkezdedir.Etrafında, girişin sol yanında bitişik ev ve müstemilatı bulunmaktadır. Sağ yanda dar bir sokak ve yakın mesafede ev sırası vardır. Girişin önünde küçük bir meydan bulunmaktadır. Arkası bahçe gibi bir yerdir.																	
KORUMA DURUMU	A İVİ B ORTA C FENİA	TAŞIYICI YAP	A DİŞ YAP B	A İST YAP C	A İÇ YAP B	A SÜSLEM ELEMENLERİ B	A RUTURBT B										
VAKİFET PLANI																	
GÖZLEMLER :																	
BÜGÜNKÜ SAHİBİ :				BAKIMINDAN SORUMLU OLMASI GEREKİR KURULUŞ :													
YAPILAN ONARIMLAR :																	
AYRINTILI TANIM : Kilise,ön cepheden, mermer merdiven girişli, sağ yandan çeşme bulunmaktadır.Doğu , batı cephelidir. Bazilika tipindedir.Önde moloz taş örgü üzerine kaplama taş,kapı mermerden sütun ve sütun başlığı şeklinde soveli,üsttebasık kemer üzerinde ortadaortada kilit motifi vardır.Silme üzerinde kitabe vardır.Üzerine beton harç sürülmüştür.Kitabenin bazı okunan harfleri "İANTON...../ANAPON...../İİPO ANKAİA...."Pencereler mermer kırık taşından pervaslandırılmıştır.İkinci kat ile çatı altı silmeleri di motiflidir.Yan duvarlar ve doğu duvarı moloz taş ve tuğla üzeri sıvadır. Sıva üzeri taş şekli verilmiş derzlidir.İçte sütunlarla üç nefe ayrılmıştır.5'er sütunludur.Sütunlar geniş ceviz ağacından olup,üzeri sıvalıdır. Çatı ahşap olup ,tonoz örtü sistemi badadidir.Sıva üzerinde kemerler arasında, panolar halinde stilize edilmiş bitki motifleri görülmektedir.Çatı tamamen çökmüş, örtü sistemi yok olmuştur. Çatının mevcut olan kısmıda her an tehlike arz etmektedir. kilsenin içi samanlık ve hayvan barınağı olarak kullanılmaktadır.																	
YATIN DİZİNİ :				<table border="1"> <tr> <td>TEKNE</td> <td>BU</td> <td>ELEKTRİK</td> <td>ISITMA</td> <td>Kanallıyoz</td> </tr> <tr> <td>BİLGİLER</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				TEKNE	BU	ELEKTRİK	ISITMA	Kanallıyoz	BİLGİLER				
TEKNE	BU	ELEKTRİK	ISITMA	Kanallıyoz													
BİLGİLER																	
ORJİNAL KULLANIMI :				KİLİSE													
BÜGÜNKÜ KULLANIMI :				Kullanılmıyor													
ÖNERİLEN KULLANIMI :				Kutuphane Düğün Salonu													
HAZIRLAYANLAR :				İmran Erkalcan Turhan Kaysbey Hale Zehra Sekmen													
KONTROL EDENLER :				27/9/1977													
G.E.E.Y.E. GRAYI NO :				910/10/10/10													
REVİZYON				REVİZYON													
G.E.E.Y.E. KARARLARI				G.E.E.Y.E. KARARLARI													

Şekil 2.33. Ballıpınar Kilisesi'ne ait tescil fişi (BKVKBK arşivi)

2.3.2. Konumu ve Çevresel Özellikleri

Kilise iki katlı yapıların arasında oldukça sıkışmış konumdadır ve varlığı kiliseye bitişik olarak inşa edilmiş konut blokları nedeniyle uzaktan anlaşılamamaktadır. Doğu batı doğrultusunda uzanan yapıya batı yönündeki küçük bir meydandan giriş yapılmaktadır.



Şekil 2.34. Ballıpınar Köyü'ne ait hava fotoğrafı (<http://www.haritamap.com/yer/ballipinar-koyu-yolu-erdek> 2017'den değiştirilerek kullanılmıştır.)



Şekil 2.35. Ballıpınar Kilisesi'ne ait hava fotoğrafı (<http://www.haritamap.com/yer/ballipinar-koyu-yolu-erdek> 16.05.2017) ile kilise ve yakın çevresini gösteren fotoğraf

2.3.3. Tarihçesi

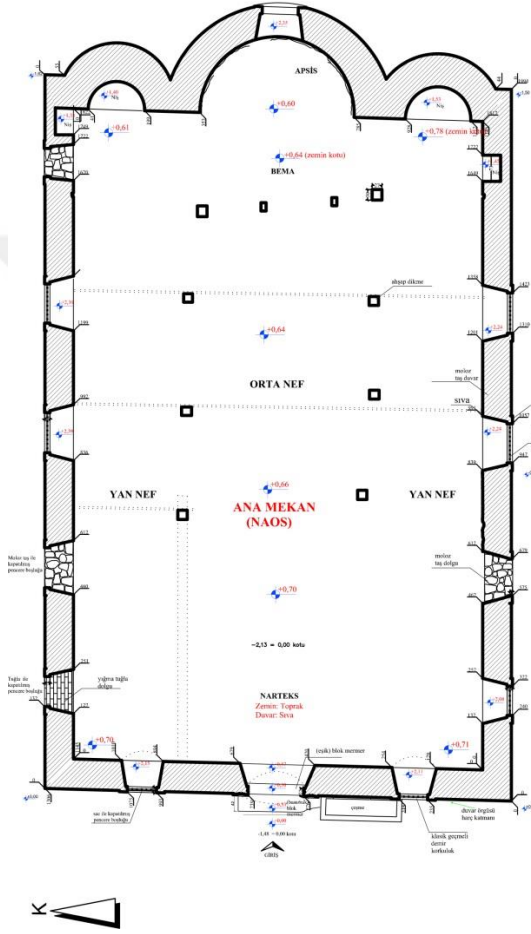
Yapı üzerinde bulunan 1895 tarihinin kilisenin inşa tarihi olduğu düşünülmektedir. Mübadele ile birlikte buradaki Rum nüfus göç edince bölgeye gelen Türkler tarafından cami olarak kullanılmaya başlanan yapı köye caminin inşa edilmesi ile bu işlevini de kaybetmiştir. Tescil fişinde yer alan bilgiye göre bir dönem de samanlık ve hayvan barınağı olarak kullanılan yapı günümüzde kullanılmamaktadır. Yapı ile ilgili eski fotoğraflara BKVKBK arşivinden ulaşılmıştır (Şekil 2.36). Bu fotoğraflar 22.09.1987 tarihine aittir.



Şekil 2.36. Ballıpınar Kilisesi'ne ait eski fotoğraflar (BKVKBK arşivi)

2.3.4. Plan Tipi ve Mimari Özellikleri

Dikdörtgen planlı yapının yaklaşık ölçüleri 13,06 m x 19,88 m şeklindedir (Aksoy Mimarlık 2015). Kilise üç nefli bazilikal planlıdır (Şekil 2.37). Apsis yapı içinde ve dışında dairesel planlıdır. Apsisin her iki yanında dairesel kemerli birer niş mevcuttur. Sol yandan merdivenlerle ulaşılan galeri katı tamamen yok olmuştur.



Şekil 2.37. Ballıpınar Kilisesi planı (Aksoy Mimarlık 2015)

Yapının batı cephesinde bulunan yuvarlak kemerli giriş kapısı dışında, kuzey cephesinde iki adet, güney cephesinde bir adet olmak üzere toplam üç adet daha giriş kapısı bulunmaktadır. Üç ayrı kademedede yer alan pencereler iç kısımları sıvalı olup, dışta mermer söve ile çevrilidir. Tüm pencere boşlukları dışarıya doğru daralmaktadır.



Şekil 2.38. Ballıpınar Kilisesi batı cephesi

Kilisenin ana girişi batı cephesindendir ve kiliseye sokak zemininden iki basamakla ulaşılmaktadır (Şekil 2.38). Kapının her iki tarafında kareye yakın dikdörtgen formlu mermer söveli birer altlık pencere ve biri kapı ile aynı ekseninde yuvarlak kemerli pencere ile bunun her iki yanında dikdörtgen formlu birer üstlük pencere bulunmaktadır. En üst kademede ise haçvari şekilli dairesel mermer söve arkasında pencere boşluğu mevcuttur. Cephe iki kat silmesi ile üç bölüme ayrılmıştır. Girişin sağ yanında ön duvara bitişik beton çeşme bulunmaktadır. Kapının üstünde mermer levha üzerinde büyük harfle kısmen okunabilen bir kitabe vardır ve 1895 tarihi göze çarpmaktadır (Şekil 2.41). Cephede büyük boyutlu kesme taş görünümü veren kalın bir sıva tabakası vardır, sıvanın yer yer dökülmesi ile duvarı oluşturan taş, tuğla ve mermer elemanların varlığı görünür hale gelmiştir.

Yapının güney cephesinde örülerek kapatılmış bir kapı ile biri küçük, ikisi büyük üç altlık pencerenin yanı sıra dikdörtgen formlu bir üstlük pencere mevcuttur (Şekil 2.39). Altlık pencerelerden küçük olan dairesel bir forma sahipken büyük olanlar dairesel kemerlidir.

Kilisenin kuzey cephesi yan parselle bitişik olup kısmi olarak kapalıdır. Bu cephede iki adet kapı ile üç adet altlık pencere ile bir adet üstlük pencere bulunmaktadır. Altlık pencerelerden iki tanesi büyük biri küçüktür. Büyük olanlarda metal parmaklıklar mevcuttur.



Şekil 2.39. Ballıpınar Kilisesi doğu ve güney cepheleri

Doğu cephesinin alt kesimini, apsisin ve yan nişlerin yaptığı çıkıntı oluşturmaktadır. Alt kademede apsis merkezinde bir pencere bulunmaktadır ayrıca üç tane üstlük pencere mevcuttur. Pencereler dikdörtgen formda olup mermer sövelidir. Apsisin ve yan nişlerin dış cephedeki dairesel çıkıntılarının üstünde son derece bozulmuş, yoğun bitkilenmeye maruz kalmış alaturka kiremit çatı örtüsü bulunmaktadır. Bu çıkıntıları galeri katına kadar yükselmektedir.

Doğu cephesinin alt kesiminde cephesinin alt kesiminde kirpi saçak, üst kesiminde tuğla olduğu sanılan saçak silmesi mevcut olup, burada da malzeme kayıpları gözlenmektedir (Aksoy Mimarlık 2015).

2.3.5. Malzeme ve Yapım Tekniği

Yapı içinde herhangi bir bölücü duvar bulunmamaktadır. Yapıyı neflere ayıran kare kesitli sütunlar ahşap olup birbirlerine yuvarlak ahşap kemerlerle bağlanmaktadır (Şekil

2.40). Ancak bu sütunların çoğu yıkılmış, devrilmiş olmayanlar ise taşıyıcılık özelliklerini yitirmiştir. Kilisenin ahşap üst örtüsü günümüze kadar ulaşmamıştır.



Şekil 2.40. Ballıpınar Kilisesi'ne ait fotoğraf, naostan genel görünüş

Zemin kaplaması niteliğini yitirmiş olup, yapı içinde yoğun bitkilenme göze çarpmaktadır. Yapının beden duvarları kâgirdir, sıvasının döküldüğü yerlerden taş ve tuğla malzemedен inşa edildiği ve yer yer devşirme mermer parçalarının kullanıldığı saptanmıştır. Duvarlarda kullanılan taşlar irili ufaklı olup kaba yonu şekildedir. Cephelerde metal kılıç elemanları göze çarpmaktadır.

2.3.6. Süsleme

Apsisin içinde sıvanın en üst tabakasında oldukça silik olarak hissedilen duvar resimleri mevcuttur. Her iki duvar yüzeyinde pencere boşlukları arasında silinmiş ama varlığı hissedilen duvar resimlerinin izleri bulunmaktadır (Şekil 2.41). İkonostasis günümüze gelmemiştir ancak kuzey ve güney duvarlarında aynı hizada ikonostasisin izleri duvar yüzeyinde dökük sıva izlerinden anlaşılmaktadır. Batı cephesinde bulunan kapının üstünde mermer levha üzerinde büyük harfle kısmen okunabilen bir kitabe bulunmaktadır (Şekil 2.41).



Şekil 2.41. Ballıpınar Kilisesi kitabesi



Şekil 2.42. Ballıpınar Kilisesi duvar resmi

3. İNCELENEN YAPILARIN BULUNDUĞU BÖLGELERDE YAPI MALZEMESİ ÖZELLİKLERİ

Mimarlık tarihi boyunca değişik yer ve zamanlarda ortaya çıkan farklı yapı kültürlerinin, yapıları oluşturma ve onları biçimlendirme geleneklerinin farklılıklarının belirleyici boyutlarından birisi de yapı malzemeleridir. Aynı yapı malzemesinin farklı yapı kültürlerinde farklı kullanımları veya aynı malzemenin aynı yapıda farklı yapı elemanları olarak kullanımları yapım kültürünün zenginleşmesine olanak sağlamaktadır. Yapı malzemelerinin farklı niteliklerinin yapı teknolojisinin de gelişimiyle farklı biçimleri ortaya çıkarttığı, bu bütünleşmenin ise mimarlık kültürünün oluşumunu hazırladığı söylenebilir. Teknolojik boyut yapı malzemelerinin tarih boyunca üretim teknolojilerindeki evrime yönelik olduğu kadar, bunların kullanımlarındaki farklılık ve değişimleri de içermektedir.

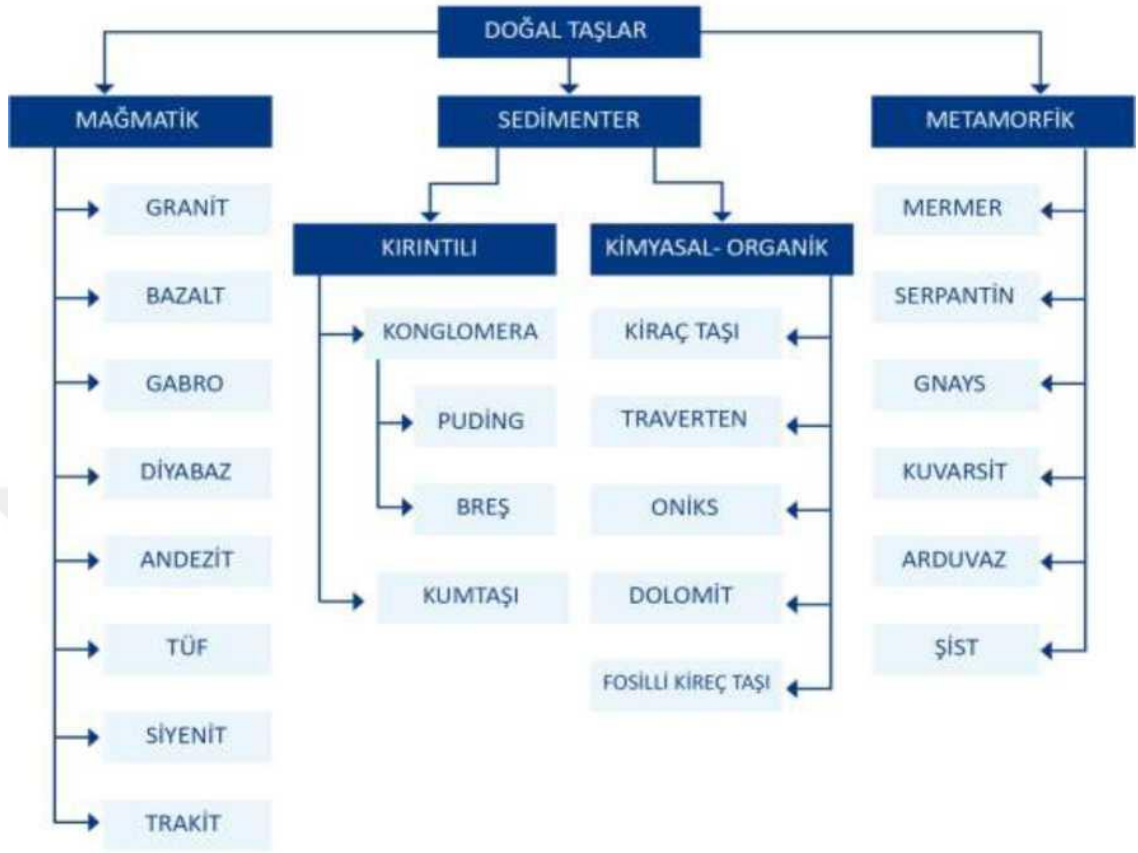
Hazırlanan çalışmada taş, harç, sıva gibi üç kilisede de ortak olarak kullanılan yapı malzemelerinin farklı nitelikleri saptanacaktır.

3.1. Taş

Teknoloji tarihi açısından taş teknolojisi en eski ve en sürekli teknolojilerdendir. Kullanımı uygarlık aşamalarının ilkinden günümüze kadar devam etmektedir. Tarihi kâgir yapıları oluşturan geleneksel yapı malzemelerinin en önemlilerindendir. Yapının önemine, işlevine, büyüklüğüne ve bulunduğu coğrafyaya göre, çeşitli bölümlerinde farklı cinslerde taştan yapılmış olan mimari elemanlar taşıyıcı olarak, kaplama elemanı olarak, süsleme elemanı olarak veya agrega olarak kullanılmaktadır.

Doğal taşlar oluşum şartlarına ve kökenlerine göre magmatik, tortul ve başkalaşım olmak üzere üç gruba ayrılır (Çizelge 3.1.). Taşlar bir veya birkaç mineralin bir araya gelmesiyle oluşan mineral topluluklarıdır. Bir taş (kayaç) tek bir mineralden oluşacağı gibi (ör: kireçtaşı bir kayaçtır ve sadece kalsit mineralinden oluşmuştur), bir kaç mineralin bir araya gelmesiyle de oluşabilir. (ör: granit bir kayaçtır ve kuvars, feldspat, mika, opak gibi minerallerden meydana gelmiştir). Kalsit, Dolomit, Kuvars, Ortoz, Plajiolklas, Biyotit - Muskovit, Hornblend, Piroksen-Olivin taşların birleşimde bulunan önemli minerallerden bazılarıdır (Kudeb 2013).

Çizelge 3. 1. Doğal taşların sınıflandırılması (Kudeb 2013)



Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Yer Bilimleri Harita Görüntüleyici ve Çizim Editörü'ne göre (Şekil 3.1.) Balıkesir'de; magmatik kayaçlar- granitoyitler, magmatik kayaçlar- neojen volkanitleri, magmatik kayaçlar- paleojen volkanitleri ile megagranitoyitler bulunur. Bursa'da bunlara ek olarak magmatik kayaçlar- kratese volkanitleri vardır (Anonim 2017).



- Magmatik Kayalar-Paleojen volkanitleri
- Magmatik Kayalar-Granitoyitler
- Magmatik Kayalar-Neojen volkanitleri
- Magmatik Kayalar-Kratese volkanitleri

Şekil 3.1. Bursa ve Balıkesir’de bulunan magmatik kayalar

<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>

Bursa’da yüzeysel toplama taşlarının çoğunlukla elde edildiği yerler akarsu (Gökdere, Cilimboz, Nilüfer) vadileri ve Uludağ yamaçlarıdır. Bu taşlar, kolay ve ucuz elde edildiklerinden her tür yapıda yaygın olarak kullanılmışlardır. Ancak bunlar ”erozyon” (aşındırma) sonucu oluştuklarından, köşesiz ve kaygan yüzeylidirler. Bu nitelikleri harca yapışmayı zorlaştırdığından, yapılarda seçilerek kullanılırlar (Yenal 2012).

Yüzeysel toplama taşlarının dışında ocak taşları da yapılarda kullanılmaktadır. Kepecioğlu, Bursa’da en iyi cins taşın Derekızık Köyü ve Kaplıca yakınındaki Değirmen Taş ocağı ve Manastır Hamamı altındaki taş ocağından çıkartıldığını bildirmektedir. Bunların yanısıra Cilimboz deresi ocağı, özellikle en çok kullanılan travertenlerin çıkartılmasında kullanılmıştır (Yenal 2012).

Bursa’da duvar örgüsünde kullanılan travertenler gözenekli olmalarına karşın, oldukça sert ve dayanıklıdır. Uludağ, Armutlu ve Kapıdağı granitleriyle, Afyon Tüf ve Anglomeraları, Od taşı, Sille taşı ve Hava taşı kullanılan magmatik taşları oluştururken Marmara Adası-Afyon-Yalova-Bandırma-İzmit mermerleri Bursa’daki yapılarda kullanılmıştır (Yenal 2012).

Balıkesir’de ise Marmara Adası’ndan çıkarılan dolomitlerin yanı sıra Susurluk-Demirkapı’dan çıkarılan alçıtaşı (jips), Ayvalık-Bağyüzü Köyü ile Erdek-Ocaklar Köylerinden çıkarılan Bandırma mavi granitleri, Balıkesir il sınırları içerisinde geniş alanlarda bulunan andezit, tüf gibi magmatik taşlar ve Manyas, Erdek, Susurluk başta olmak üzere pek çok yerde rezervi bulunan metamorfik taşlar yapılarda kullanılmıştır (Anonim a 2017).

Bursa ve Balıkesir’de çıkarıldığı yer olan Bakırköy’den aldığı isimle ‘Bakırköy Taşı’ da denilen küfeki taşı da kullanılmıştır. Bu taş %93-100 oranında CaCO_3 içermektedir. Yalnız örgü ve dış cephe kaplama malzemesi olarak değil, iç mekanlarda, duvarlarda, taşıyıcı öğelerde de kullanılmıştır.

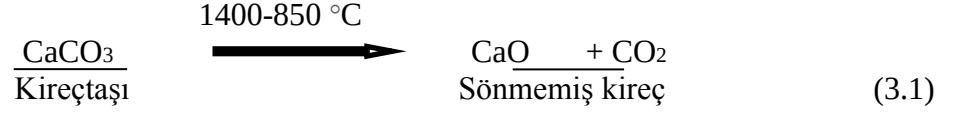
3.2. Harç ve Sıvalar

3.2.1. Harçlar

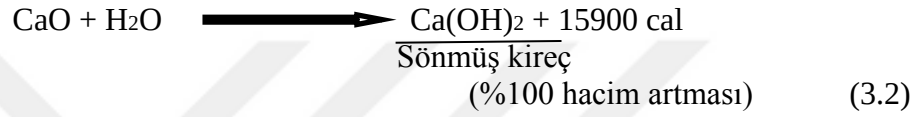
Bağlayıcı malzeme, dolgu malzemesi (agrega) ve suyun belirli oranlarda karışımı ile elde edilen katılaşma özelliğine sahip malzemeye “harç” olarak isimlendirilmektedir (Akman 1990). Tarihi yapılarda kullanılan harçlar çamur, kireç, alçı, horasan harçları olmak üzere sınıflandırılabilir (Yenal 2012). Uygun çamur ve su ile bunlara katılan hayvan kılları, saman ve otlardan yapılan harçlara “çamur harcı” denilmektedir (Hasol 2014). Kireç kullanılarak elde edilen harç ve sıvalar, Eski Yunan, Roma ve onu izleyen dönemlerden, çimentonun bulunmasına kadar geçen sürede, yapıların inşa edilme süreçlerinde kullanılmıştır.

Kireç; kireç taşının çeşitli derecelerde (850-1400 °C) pişirilmesi sonucu elde edilen, suyla karıştırıldığında tipine göre hava veya suda katılaşma özelliği gösteren, beyaz renkli, inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür (Eriç 2010). Kirecin hazırlanmasındaki ilk adım kireç taşının yakılmasıdır. Yanma reaksiyonu aşağıdaki şekildedir (3.1)

(Küçükkaya 2014; Torracca 1988).



Kirecin su ile girdiği reaksiyona kirecin sönmesi denir. Bu ısı veren bir kimyasal reaksiyondur.



Macun kıvamındaki söndürülmüş kireç %42-45 kalsiyum hidroksit %2-3 kalsiyum karbonat ve %50 dolayında su içermektedir (Küçükkaya 2014; Terracca 1988).

Bu işlemlerden sonra (3.1, 3.2) elde edilen sönmüş kireç, kireç kuyularında dinlendirilmelidir. Bu dinlendirme işlemi ile sönmüş kireç sertleşir. Sönmüş kirecin sertleşmesi, atmosferde bulunan karbondioksit gazının bünyeye alınması ve CaCO_3 'in meydana gelmesi ile olmaktadır (3.3).



Bu reaksiyonun malzemenin yalnız yüzeyinde gerçekleşmemesi, malzemenin derinliğine işlemesi gereklidir. Ayrıca açığa çıkan su da buharlaşabilmelidir (Küçükkaya 2014).

Elde edilen bağlayıcı madde olan kireç, dolgu malzemesi olarak ince ve/veya kalın agrega ile birleştirilerek duvar harcı veya sıva olarak kullanılabilir. Kireç taşlarının yumru büyüklüğü, gözenekliliği, kalsiyum karbonat kristallerinin büyüklüğü sönmemiş kirecin reaktifliğine etki eden en temel etkenlerdir. Bu etkenlerin yanı sıra, su/kireç oranları, sönmemiş kirecin saflığı, parçacık büyüklüğü, karıştırma, söndürmede kullanılan suyun saflığı da kirecin özelliğini etkilemektedir (McClellan ve ark. 1970). Kireç harçlarının hazırlanmasında kirecin veya harcın özelliklerini geliştirmek amacıyla

kirece veya harca organik ve inorganik maddelerin katıldığı da bilinmektedir (Böke ve ark. 2004).

Kireç; elde edildiği taşın içerdiği katkılara bağlı olarak çeşitlenmektedir ve yarı-hidrolik, hidrolik ve hidrolik olmayan kireç olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Kalsiyum oranı yüksek kireç, saf oolitik kireçtaşlarından elde edilmektedir. %5'den daha az silikat ve alüminat içeren bu kireç hızla söner ve sönme işlemi sırasında özgün hacminin 2-3 katı genişir (Pekmezci 2012). Bunlara 'hava kireci' de denir. Bu kireç yavaş priz alarak sertleşmektedir. Hidrolik değildir. (Sertleşmesi için hava ile temas etmesi gerekmektedir.)

%5'ten daha fazla kil miktarı içeren, söndürme işlemi saf kireçlere göre daha uzun zaman alan kireçler yarı-hidrolik kireçler olarak adlandırılmaktadır. Sertleşmeleri, saf kireç harçları gibi uzun sürmektedir (Pekmezci 2012; Swallow ve Carrington 1995).

Hidrolik kireç, kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat ile birlikte alüminat ve silikat (kilden gelen) içeren kireçtaşından elde edilmektedir. (Pekmezci 2012; Swallow ve Carrington 1995; Ashurst ve Ahurst 1990; Cowper 2000). Hidrolik olmayan kireçlerden farklı olarak havadaki CO₂'ye gerek olmadan, su altında bile sertleşmektedir.

Puzolan; sönmüş kireç ile reaksiyona girerek kuvvetli bağlar oluşturan ve yüksek dayanımlı malzemeler meydana getirebilen maddelerdir. Doğadaki bazı maddeler puzolanik aktiviteye sahip olduğu gibi, çeşitli işlemlerden geçirilerek yapay puzolanların da elde edilmesi mümkündür. Bazı puzolanik maddeler: cüruf, tuf tozu, yüksek ısıda pişirilmiş toprak veya kil, volkanik küller ve tuğla kırıklarıdır. Parçacığın inceliği arttıkça yani boyutu küçüldükçe puzolanik özelliği de artmaktadır (Taş Restoratörü 2013).

İ.S. 2. yüzyılda puzolanın kireçle reaksiyona girerek harca hidrolik özellik verdiği fark edilmiştir. Roma harcı volkanik tuf olan puzolan ve kirecin karışımı ile yapılmıştır. Romalılar kireç-puzolan karışımli harçların kullanımını tercih etmişlerdir. Hidrolik harçların dayanımı ve dayanıklılığı, diğerine göre daha yüksek olurken bu olumlu özellik, bağlayıcı olarak hidrolik kireç kullanılarak ve/veya doğal puzolan ilavesi ile

sağlanmaktadır (Oğuz ve ark. 2015).

Tarihi yığma-kâgir yapılarda Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı mimarisinde horasan harcı adı verilen harç kullanılmıştır. Horasan harcı; pişmiş tuğla ve kiremit parçalarının dövülüp toz ve parçacık haline getirilmesinden sonra bir elekten geçirilerek elde edilen ince tozun ve parçacıkların kireç ve su ile karıştırılmasıyla yapılan, bir çeşit kireç harcıdır. İçeriğindeki maddeler sebebiyle pembemsi renktedir (Taş Restoratörü 2013). Özel bir kireç harcı türü olan; tuğla, kiremit gibi pişirilmiş kil ürünlerinin kırıklarını içeren horasan harcı da hidrolik olarak nitelendirilmektedir (Oğuz ve ark. 2015).

Horasan harcı, almalı duvar dokusunu oluşturan farklı özellikteki iki ayrı yapı malzemesi (taş ve tuğla)nın bağlanmalarını da sağlamaktadır. Bu tür duvarların kalınlıklarının artması sonucu, iç ve dış yüzeyler arasındaki dolgu malzemesinin de niteliğini pekiştirici görevini Horasan harç yüklenmektedir. Aynı görev, ince yonu (kesme taş) duvarlarda da sürmektedir. Horasan sıva, genellikle, duvarların iç yüzeylerini sıvamakta kullanılmakta olup, Bursa’da bulunan örneklerde 5-8 cm kalınlıkta (bazen 10 cm) uygulandığı görülmektedir (Yenal 2012).

Osmanlı mimarlığının erken döneminde Bursa’da ki su yapılarında Horasan harç ve sıvalarının özelliklerini saptamak üzere 1990’larda Ördekli Hamamı’ndan alınan örneklerde yapılan incelemelerde: kullanılan kireç ve tuğla kırıklarının oranının 1/2 ile 1/1 arasında değiştiği görülmüştür (Yenal 2012). Harçlarda kullanılan tuğla kırıklarının boyutları genellikle sıva katmanlarında kullanılanlardan daha büyüktür.

3.2.2 Sıvalar

Yapıların iç ve dış kısımlarında sıklıkla bitirme tabakası olarak kullanılan sıvalar yapıyı dış etkenlerden korumanın yanı sıra onlara estetik bir görünüm katarlar. Geleneksel yapılarda harç tipleri gibi çamur, alçı, kireç ve horasan olmak üzere çeşitlenmektedirler. Harçlara benzer olarak bünyelerine organik ve/veya inorganik maddeler katılabilir. Genellikle 4-5 cm’lik kaba sıva uygulamasının üzerine ince sıva uygulaması yapılmaktadır.

4. MALZEME ANALİZ YÖNTEMLERİ VE SONUÇLARI

4.1. Malzeme Analizleri

Malzeme analizleri yapıları kendi içinde değerlendirmenin yanı sıra yapıya farklı dönemlerde yapılan onarımların tespit ve değerlendirilmesi açısından da önemli rol oynamaktadır. Malzemelerden alınacak numunelerin analizlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi buna olanak sağlamaktadır.

Çalışmada kiliselerin farklı bölümlerinden ve kotlarından (bodrum, nef, narteks gibi) harç, sıva, taş örnekleri alındı. Alınan bu örneklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak amacıyla fiziksel, kimyasal ve petrografik ve minerolojik analizler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.2. Örnek Alma ve Görsel Tespit

Örnek alımı için çalışılan kiliselere gidilerek fotoğraflar çekilmiştir. Bu fotoğrafların yapıyı ayrıntılı şekilde temsil etmesine dikkat edilmiştir. Numune alınan noktalardan ise daha detaylı fotoğraflar çekilmiştir. Yapılacak analizler için gerekli olacak miktarlarda harç, sıva ve taş örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler kilitli poşetlere konulmuştur. Üzerlerine yapı adı, numune kodu, alındığı yer ile ilgili bilgi, numunenin cinsi, alındığı tarih gibi bilgiler yazılmıştır. Kilise planları üzerinde örnek alınan noktalar belirtilmiştir

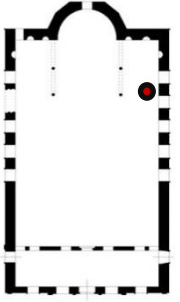
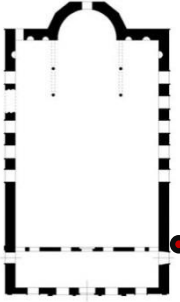
Numune bilgilerinin derlendiği bir tablo yapılmıştır (Çizelge 4.1). Bu tabloda numuneler ile bilgilere (numunenin alındığı yer, fotoğraf ve plan ile verilmiş bunun yanında numunenin kodu, cinsi, fotoğrafı ve kullanılacağı deneylere) yer verilmiştir. Aydınpınar Kilisesi'nden altı, Dereköy Kilisesi'nden yedi, Ballıpınar Kilisesi'nden beş adet harç örneği alınmıştır. Aydınpınar Kilisesi'nden dört, Dereköy Kilisesi'nden beş, Ballıpınar Kilisesi'nden iki adet taş örneği ile Aydınpınar Kilisesi'nden üç, Dereköy Kilisesi'nden dört, Ballıpınar Kilisesi'nden altı adet sıva örneği incelenmiştir.

Numunelere kod verilirken numunenin alındığı kilisenin ilk harfi, numune cinsinin ilk harfi ve numune numarası kullanılmıştır. Örneğin DH1 numunesi, Dereköy Kilisesine

ait 1 numaralı harç numunesidir. Aydınpınar Kilisesi numuneleri için A, Ballıpınar Kilisesi numuneleri için B harfi kullanılırken; harç numuneler için H, sıva numuneler için S ve taş numuneler için T harfleri kullanılmıştır.



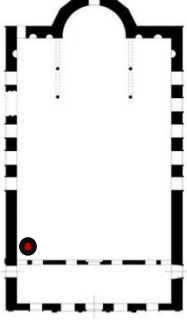
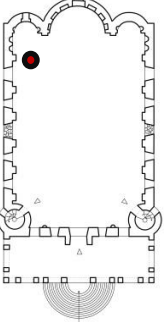
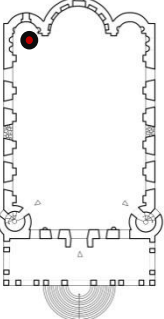
Çizelge 4 .1. Görsel Tespit

NUMUNENİN ALINDIĞI YER KODU	ALINDIĞI YER PLANDA	ALINDIĞI YER FOTOĞRAF	NUMUNE FOTOĞRAFI	GÖRSEL TESPİT	KULLANILDIĞI DENEYLER
Aydınpınar				Gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları bulunuyor, Kıtık içeriyor, Çeşitli boyutlarda (max 6 mm) agregalar gözlemlenmiştir, Yüzey kirliliği bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AH1					
Harç					
Aydınpınar				Gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Çok miktarda kireç yumrusu içeriyor, Çeşitli boyutlarda (max 8 mm) agregalar gözlemlenmiştir, çoğunlukla ince agrega mevcuttur, Yüzey kirliliği bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AH2					
Harç					

Çizelge 4. 1. Görsel tespit devamı

Aydınpınar				Gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Çok miktarda kireç yumrusu içeriyor, Çeşitli boyutlarda (max 15 mm) agregalar gözlemlenmiştir, Az miktarda saman içermektedir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AH3					
Harç					
Aydınpınar				Gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları içeriyor, Çeşitli boyutlarda (max 19 mm) agregalar gözlemlenmiştir, Yüzey kirliliği mevcuttur.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AH4					
Harç					
Aydınpınar				Sarımsı gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları içeriyor, Çeşitli boyutlarda (max 18 mm) agregalar gözlemlenmiştir, Yüzey kirliliği mevcuttur.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri *XRD Testi
AH5					
Harç					

Çizelge 4. 2. Görsel tespit devamı

Aydınpınar				Sarımsı beyaz renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları içeriyor, Genellikle küçük boyutlu az miktarda agrega içermektedir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AH6					
Harç					
Dereköy				Beyazımsı sarı renkte, Saman bulunuyor, Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Agrega boyutları en küçük 1, en büyük 7 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DH1					
Harç					
Dereköy				Beyazımsı sarı renkte, Saman bulunuyor, Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Kireç yumruları bulunuyor, Agrega boyutları en küçük 1, en büyük 7 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri *XRD Testi
DH2					
Harç					

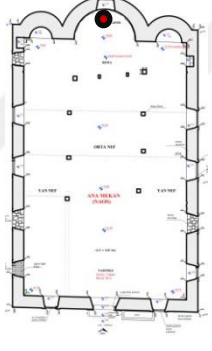
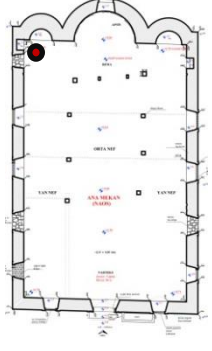
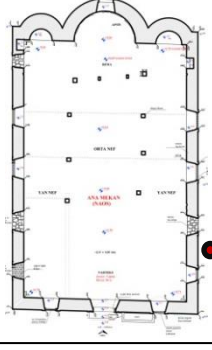
Çizelge 4. 3. Görsel tespit devamı

Dereköy				Beyazımsı sarı renkte, Yüzeyinde tuğla tozu bulunuyor, Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Kireç yumruları bulunuyor, Agrega boyutları en küçük 1, en büyük 6 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DH3					
Harç					
Dereköy				Beyazımsı sarı renkte, Yüzeyinde tuğla tozu bulunuyor, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları bulunuyor, Yüzey kirliliği bulunmaktadır, Agrega boyutları en küçük 1, en büyük 9 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DH4					
Harç					
Dereköy				Beyazımsı sarı renkte, Yüzeyinde tuğla tozu bulunuyor, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları bulunuyor, Agrega boyutları genel olarak büyük, en büyük 10 mm'dir. Harcın içinde büyük boyutlu tuğla kırığı mevcuttur.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DH5					
Harç					

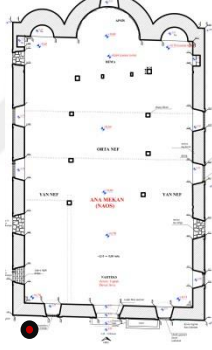
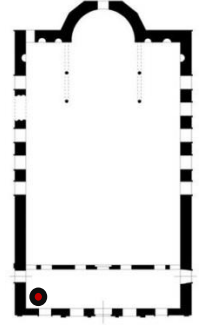
Çizelge 4. 4. Görsel tespit devamı

Dereköy				Beyazımsı sarı renkte, Cüruf içermektedir, Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Kireç yumruları bulunuyor, Agrega boyutları en küçük 1, en büyük 15 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DH6					
Harç					
Dereköy				Kahverengi numune, Sıva, boya katmanlarını içeren kısımları var, Dayanımı az, elle kırılması kolay, Yüksek oranda saman içermektedir, Agrega boyutları küçük ve az miktardadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı **Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DH7					
Harç					
Ballıpınar				Açık gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları bulunuyor, Az miktarda kırıntı içeriyor, Yoğunlukla küçük boyutlu (yaklaşık 1 mm) agregalar gözlemlenmiştir, Yüzey kirliliği bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BH1					
Harç					

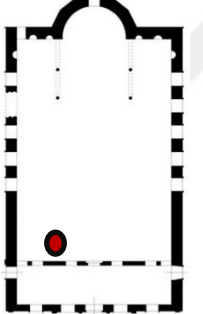
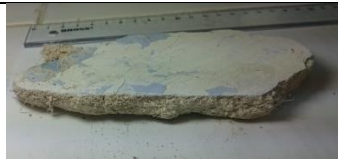
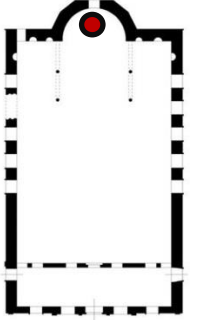
Çizelge 4. 5. Görsel tespit devamı

Ballıpınar				Açık gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları bulunuyor, Cüruf içeriyor, Yoğunlukla küçük boyutlu (yaklaşık 1 mm) agregalar gözlemlenmiştir, en büyük agrega boyu 3 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri *XRD Testi
BH2					
Harç					
Ballıpınar				Açık gri renkte, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Kireç yumruları bulunuyor, Cüruf içeriyor, Yüzeyinde tuğla tozu var, Yoğunlukla küçük boyutlu (yaklaşık 1 mm) agregalar gözlemlenmiştir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BH3					
Harç					
Ballıpınar				Kahverengi numune, Toprak harç, Dayanımı çok düşük, elle kırılması çok kolay (ufalanıyor) Agrega boyutu genellikle küçük, en büyük agrega boyu 10 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BH4					
Harç					

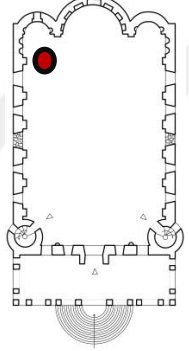
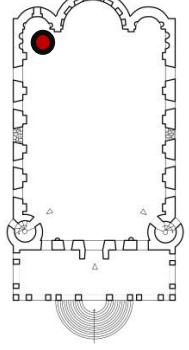
Çizelge 4. 6. Görsel tespit devamı

Ballıpınar				Açık gri renkte, Kireç yumruları bulunuyor, Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Cüruf bulunuyor, Genellikle küçük boyutlu agrega içeriyor, en büyük agrega boyutu 5 mm'dir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BH5					
Harç					
Aydınpınar				Üstte yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ve açık mavi renge sahip bir boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Bol miktarda lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu agrega içeren sarı-gri sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AS1					
Sıva					

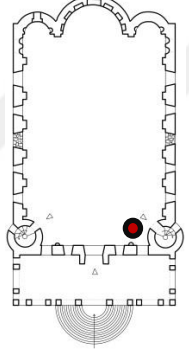
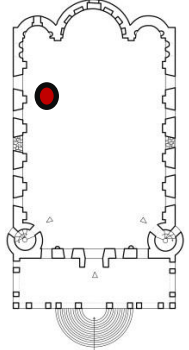
Çizelge 4. 7. Görsel tespit devamı

Aydınpınar			 	Üstte; Yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ve açık mavi renge sahip (yer yer dökülmüş) bir boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Bol miktarda lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu ve az miktarda agregata içeren sarı-gri sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AS2					
Sıva					
Aydınpınar			 	Üstte; Yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana, mavi ve altında daha açık mavi renklerde iki katman ve en üstte kırmızı renkte (kalemişi süslemeden) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yüzey kirliliği bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu ve az miktarda agregata içeren gri sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
AS3					
Sıva					

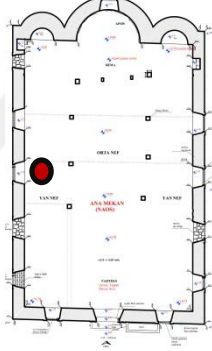
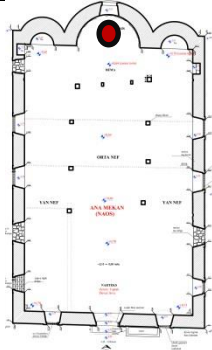
Çizelge 4. 8. Görsel tespit devamı

Dereköy				Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Lifli katkı içeren, Sarı renkte, Az miktarda ve oldukça küçük boyutlu agrega içeren sıva örneğidir. Batı (giriş) cephesinde ve taş görünümü verilecek şekilde hazırlanmış bir bitirme malzemesidir.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DS1					
Sıva					
Dereköy			 	Üstte yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ve mavi renge sahip (yer yer dökülmüş) bir boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Lifli katkı içeren, Yüzey kirliliği bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 2-3 mm) agrega içeren sarımsı beyaz sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DS2					
Sıva					

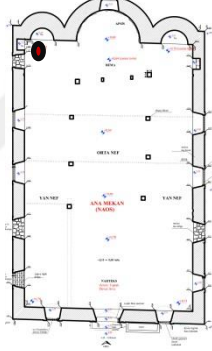
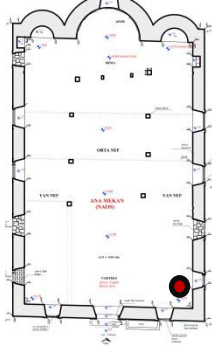
Çizelge 4. 9. Görsel tespit devamı

Dereköy			 	Üstte yaklaşık 2-3 mm kalınlığında kireç badana ve açık mavi renge sahip (yer yer dökülmüş) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 2-3 mm) agrega içeren sarımsı beyaz sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DS3					
Sıva					
Dereköy			 	Üstte yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ve açık mavi renge sahip (yer yer dökülmüş) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı orta, elle kırılması nispeten kolay, Lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 2-3 mm) agrega içeren sarımsı beyaz sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
DS4					
Sıva					

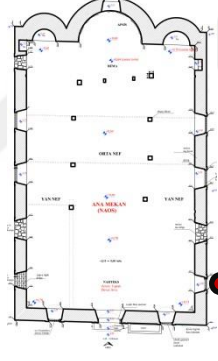
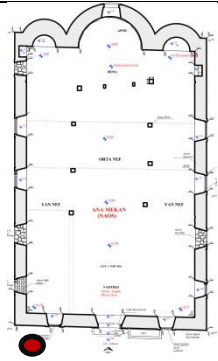
Çizelge 4. 10. Görsel tespit devamı

Ballıpınar			 	Üstte yaklaşık 7-8 mm kalınlığında ince sıva Altta ise; Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, İçinde kireç yumruları bulunan, Farklı boyutlarda (max 4-5 mm) agrega içeren gri kaba sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BS1					
Sıva					
Ballıpınar			 	Üstte yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ve açık mavi-gri renge sahip (yer yer dökülmüş) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 2-3 mm) agrega içeren beyaz sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BS2					
Sıva					

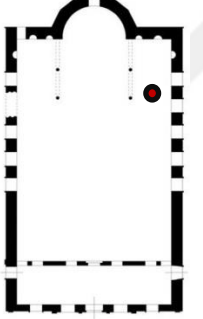
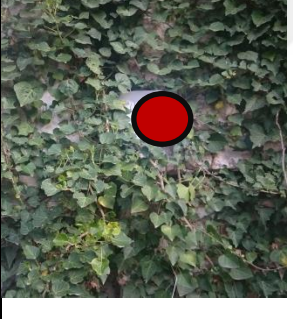
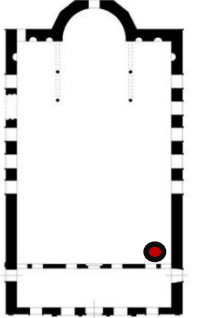
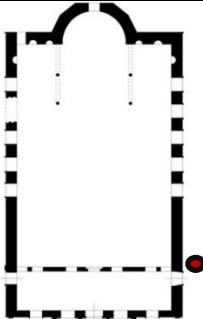
Çizelge 4. 11. Görsel tespit devamı

Ballıpınar				Üstte yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ve gri renge sahip (yer yer dökülmüş) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 2-3 mm) agrega içeren beyaz sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BS3					
Sıva					
Ballıpınar				Üstte yaklaşık 1-2 mm kalınlığında kireç badana ile açık mavi ve gri renge sahip farklı katmanlardan oluşan (yer yer dökülmüş) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Az miktarda lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yüzey kirliliği bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 2-3 mm) agrega içeren gri sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BS4					
Sıva					

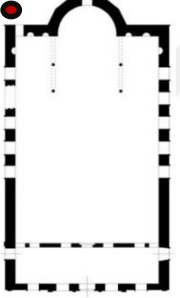
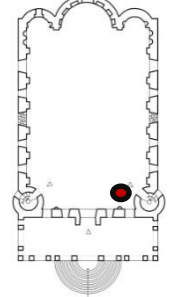
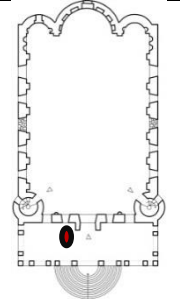
Çizelge 4. 12. Görsel tespit devamı

Ballıpınar			 	Üstte açık mavi ve gri renge sahip farklı katmanlardan oluşan (yer yer dökülmüş) boya tabakası bulunmaktadır. Altta ise; Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Az miktarda lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 3 mm) agrega içeren gri sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BS5					
Sıva					
Ballıpınar			 	Gri renkli, Dayanımı yüksek, elle kırılması zor, Az miktarda lifli katkı içeren, İçinde kireç yumruları bulunan, Yüzey kirliliği bulunan, Nemden kaynaklanan bitkilenme görülen, Yoğunlukla küçük boyutlu (max 3 mm) agrega içeren gri taş taklidi bir sıva katmanı bulunmaktadır.	*Asit Kaybı *Elek Analizi *Kızdırma Kaybı *Tuz Testleri *Protein- Yağ Testleri
BS6					
Sıva					

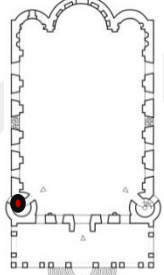
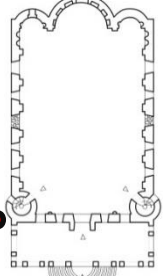
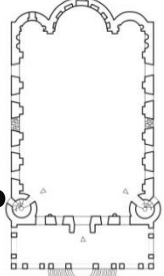
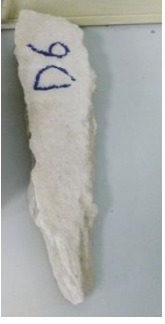
Çizelge 4. 13. Görsel tespit devamı

Aydınpınar				Orta kırmızımsı turuncu renkte, Küçük taneli, Masif dokulu bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı *Petrografik Analiz
AT1					
Taş					
Aydınpınar				Soluk kırmızımsı kahverengi, Küçük taneli, Masif dokulu bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı *Petrografik Analiz
AT2					
Taş					
Aydınpınar				Sarımsı gri renkte, Küçük taneli, Masif dokulu, Küçük ve düzensiz boşluklara sahip bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı
AT3					
Taş					

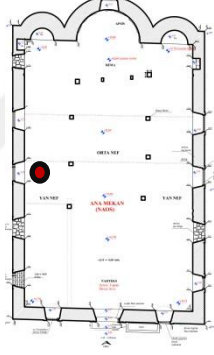
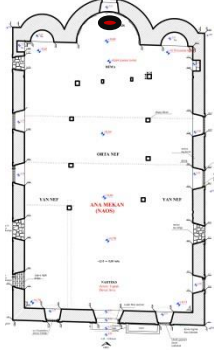
Çizelge 4. 14. Görsel tespit devamı

Aydınpınar				Sarımsı gri renkte, Küçük taneli, Masif dokulu, Küçük ve düzensiz boşluklara sahip bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Petrografik Analiz
AT5					
Taş					
Dereköy				Grimsi mavi renkte, İnce taneli, Masif dokulu bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı
DT2					
Taş					
Dereköy				Sarımsı gri renkte, Süsleme elemanı olarak şekillendirilmiş, Az miktarda tozuyabilen ve kırıntılı dokuda bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Petrografik Analiz
DT3					
Taş					

Çizelge 4. 15. Görsel tespit devamı

Dereköy				Donuk yeşil - koyu sarımsı turuncu renkte, İnce taneli, Kırıntılı (taneli) dokuda bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı *Petrografik Analiz
DT4					
Taş					
Dereköy				Açık gri renkte, İnce taneli, Masif dokulu, İnce kalınlıkta içleri dolgulu kırıklar bulunan bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Petrografik Analiz
DT5					
Taş					
Dereköy				Sarımsı gri renkte, Az miktarda tozuyabilen ve kırıntılı dokuda bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı
DT6					
Taş					

Çizelge 4. 16. Görsel tespit devamı

Ballıpınar				Orta gri renkte, Yönlü dokuya sahip, İnce taneli bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Asit Kaybı
BT1					
Taş					
Ballıpınar				Orta gri renkte, Yönlü dokuya sahip, İnce taneli bir taş numunesidir.	*Fiziksel analizler *Mekanik analizler *Petrografik Analiz
BT2					
Taş					

4.3. Fiziksel Analizler

Fiziksel özellikler diğer analizlerle birlikte tarihi yapılarda uygun onarım malzemelerinin niteliklerinin belirlenmesi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Harçlarda numunelerin gevrek olması, düzensizliği gibi faktörler nedeniyle bu analizleri yapmak zordur ve özenli çalışma gerektirmektedir (Candeias ve ark.; Güleç ve ark., 2005).

Çalışmada yapılarda kullanılan malzemelerin fiziksel özelliklerinin belirlenebilmesi için fiziksel ve mekanik analizler; kılcallık deneyi, toplam su emme deneyi, açık ve toplam gözeneklilik deneyi, görünür ve gerçek yoğunluk deneyi, basınç deneyi ve ultrases deneyleri yapılmıştır. Bu testler, gözenekli yapı materyallerini karakterize etmek, bozulma derecelerini değerlendirmek için kullanılan laboratuvar testleridir. Gelişmiş ekipman olmadan da güvenilir sonuçlar veren bir yöntemdir.

4.3.1. Kılcallık Deneyi

Gözenekli bir yapı taşı yağmura maruz kalmasının yanı sıra yer altı suyu ile olan etkileşimi ile de su emilimi gerçekleşmektedir. Suyla temas halindeki gözenekli bir madde, onu genellikle, kılcallık ile emmektedir. Bu, materyalde bulunan ve çapları 10 µm ve 1 mm arasında olan gözeneklerin oluşturduğu kılcal emme kuvveti ile ortaya çıkan bir süreçtir. Suyun yüzey gerilimi ile materyalin adezyon kuvvetinin arasındaki denge ile gerçekleşmektedir. Su karakteristik bir ıslatma açısı sergiler ve sonuçta suyun gözenek sistemine girme eğilimi, kılcal etki veya kılcal emilim olarak adlandırılmaktadır. Kılcal su emiliminin mekanizması esas olarak gözenek boyutuna ve gözenek sisteminin geometrisine bağlıdır (Siegesmund ve ark. 2011).

Test gözenekli inorganik malzemelerde (kum taşı, kireç taşı, mermer gibi doğal taşlar, harç, sıva, tuğla ve bir takım yapay malzemeler) kullanılabilir.

Analiz BS EN 1925:1999 (Natural stone test methods - Determination of water absorption coefficient by capillarity), TS EN 1925 (Doğal Taşlar- Deney Metotları- Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini) standartlarına göre on bir adet taş numuneye uygulanmıştır. Deneyin uygulandığı bu numunelerin yapılara göre dağılımları; Aydınınar Kilisesi'nden alınan (AT1, AT2, AT3, AT5) dört adet taş

numune, Dereköy Kilisesi'nden alınan (DT2, DT3, DT4, DT5, DT6) beş adet taş numune ile Ballıpınar Kilisesi'nden alınan (BT1, BT2) iki adet taş numune şeklindedir. Bu standartlara göre deneyin yapılışı şu şekildedir.

- Sabit kütleye gelene kadar kurutulan numunelerin kuru ağırlıkları tartıldı. Bu ölçüm 0,01 hassasiyetle yapıldı.
- Suyu temas edecek yüzey alanları m^2 olarak hesaplandı.
- Plastik bir kabın tabanına cam deney çubukları yatay olacak şekilde yerleştirildi.
- Cam çubukların üst yüzeylerine kadar deiyonize su konuldu.
- Numuneler su dolu kaba tabanları(3 ± 1) mm derinliğe dalacak şekilde cam çubukların üzerine yerleştirildi ve kronometre çalıştırıldı.
- Belirtilen zaman aralıklarında numunelerin ağırlıkları ölçüldü. (1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, 480, 1440 ve 2880 dk.)
- Deney süresince kaptaki su miktarı sabit tutuldu. Ağırlık ölçümlerinde numuneler kaptan çıkarıldığında kuru bölümden hafifçe tutularak nemli bir bez kullanılarak üzerindeki su damlacıkları yüzeyden uzaklaştırıldı ve ölçüm tamamlandığında hemen kaba yerleştirildi. Deney için minimum 7 ölçüm gereklidir. Birbirini takip eden iki ölçüm arasındaki fark numunenin emdiği su kütlesinin % 0,1'inden az olduğunda deneyin sona erdiği kabul edilmektedir.
- Emilen suyun gram cinsinden kütlesi, örneğin metrekare (m^2) cinsinden taban alanına bölünerek su emme katsayısı hesaplandı. Ayrıca sonuçlar saniye cinsinden sürenin kareköküne karşı çizilmiş bir grafik olarak gösterildi.

$$C = \frac{m_i - m_d}{A\sqrt{t_i}}, g/m^2 s^{0,5} \quad (4.1)$$

Deney Sonucu

Çizelge 4. 2. Taş numunelere ait fiziksel büyüklük bilgileri

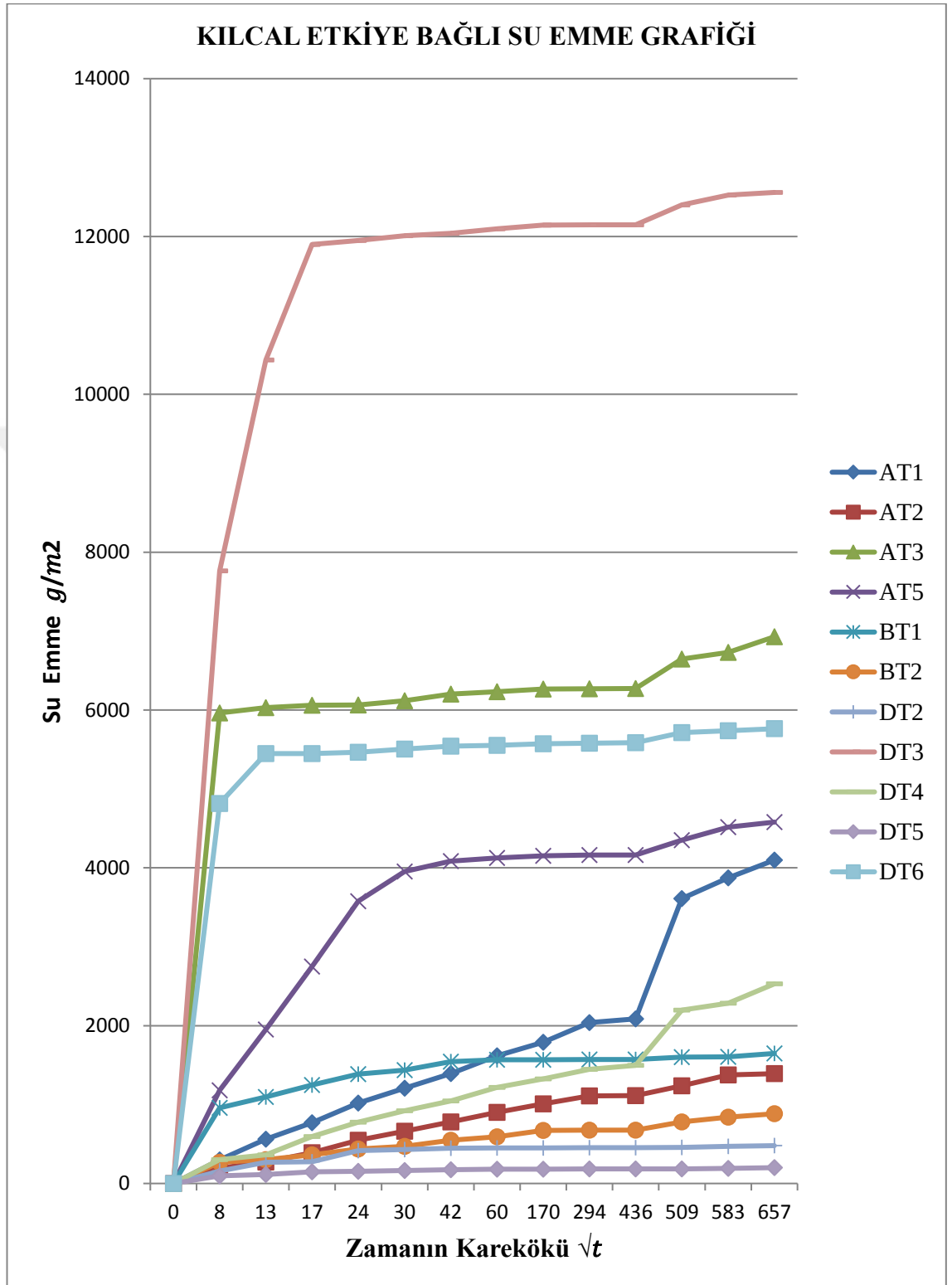
		AT1	AT2	AT3	AT5	BT1	BT2	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6
EN	mm	64	49	70	92	81	83	52	70	64	53	50
BOY	mm	129	104	111	101	121	93	69	121	90	208	208
ALAN	mm ²	8256	5096	7770	9292	9801	7719	3588	8470	5760	11024	10400

Numunelere ait ölçüler kumpas ile alınmıştır.

Çizelge 4. 3. Taş numunelere ait kılcallık deney sonuçları

TARİH	SÜRE (dk)	NUMUNE AĞIRLIKLARI (g)										
		AT1	AT2	AT3	AT5	BT1	BT2	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6
29.06.2017	KURU	957,38	758,9	228,81	380,22	1015,83	863,56	357,01	531,6	821,14	650,46	321,32
29.06.2017	1	959,85	759,9	275,13	391,18	1025,22	865,63	357,58	597,34	822,88	651,53	371,38
29.06.2017	4	962,02	760,28	275,67	398,36	1026,57	865,89	357,98	619,97	823,23	651,70	377,96
29.06.2017	9	963,75	760,89	275,9	405,75	1028,07	866,36	358,00	632,39	824,56	652,10	377,98
29.06.2017	16	965,8	761,7	275,92	413,44	1029,41	866,93	358,50	632,82	825,62	652,17	378,14
29.06.2017	25	967,34	762,28	276,35	416,97	1029,9	867,2	358,55	633,32	826,45	652,29	378,57
29.06.2017	36	968,88	762,87	277	418,18	1030,96	867,78	358,61	633,59	827,16	652,39	378,97
29.06.2017	49	970,73	763,5	277,24	418,56	1031,18	868,14	358,63	634,06	828,16	652,47	379,06
29.06.2017	64	972,15	764,04	277,5	418,8	1031,2	868,75	358,63	634,46	828,77	652,47	379,26
29.06.2017	81	974,22	764,56	277,52	418,89	1031,22	868,77	358,64	634,48	829,48	652,48	379,34
29.06.2017	100	974,61	764,58	277,55	418,89	1031,23	868,79	358,64	634,48	829,77	652,49	379,41
29.06.2017	480	987,19	765,21	280,45	420,65	1031,52	869,57	358,65	636,64	833,80	652,50	380,75
30.06.2017	1440	989,36	765,91	281,11	422,17	1031,55	870,05	358,70	637,69	834,29	652,58	380,97
01.07.2017	2880	991,21	765,99	282,64	422,77	1031,98	870,38	358,70	637,97	835,71	652,67	381,25

Çizelge 4 .4. Taş numunelerin kılcallık yöntemi ile su alımlarının zamana bağlı grafiği



Numunelerin kılcallık yöntemi ile su alımlarının zamana bağlı olarak belirlendiği grafiğe bakılarak (sırasıyla) DT3, AT3, DT6 ve AT5 numunelerinin bünyelerine aldığı su oranının yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4 .5. Kılcallık katsayısı değerleri

Numune Kodu	Kılcal su emme katsayısı, C ($g/m^2s^{0,5}$)
AT1	6,24
AT2	2,12
AT3	10,54
AT5	6,97
BT1	2,51
BT2	1,34
DT2	0,73
DT3	19,11
DT4	3,85
DT5	0,31
DT6	8,77

4.3.2. Toplam Su Emme Deneyi

Su emme, suya tamamen batırılmış bir numunenin ağırlığı ile o numunenin kuru ağırlığı arasındaki farktır. Kapiler su emiliminin aksine, toplam su emme değeri farklı yöntemlerle belirlenebilir. Ancak sıklıkla kullanılan, atmosfer basıncında suya tamamen daldırmanın kullanıldığı yöntemidir (Siegesmund ve ark. 2011).

Deney BS EN 13755:2008 (Natural stone test methods - Determination of water absorption at atmospheric pressure), TS EN 13755 (Doğal Taşlar- Deney Metotları- Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini) standartlarına uygun olarak on bir adet taş numuneye uygulanmıştır. Deneyin uygulandığı bu numunelerin yapılara göre dağılımları; Aydınınar Kilisesi’nden alınan (AT1, AT2, AT3, AT5) dört adet taş numune, Dereköy Kilisesi’nden alınan (DT2, DT3, DT4, DT5, DT6) beş adet taş numune ile Ballıpınar Kilisesi’nden alınan (BT1, BT2) iki adet taş numune şeklindedir.

Deneyin Yapılışı:

- Numunelerin yarı yükseklik noktaları işaretlendi.
- 105 (±5)°C’de kurutuldu ve 0.01 gram hassasiyet ile tartıldı ve sonuçlar not edildi (m_d).
- Plastik bir kabın taban yüzeyine cam deney çubukları yerleştirildi.
- Numune cam çubukların üzerine yatay şekilde yerleştirildi. Numunelerin birbirinden en az 15 mm uzaklıkta olmalarına dikkat edildi.
- Önce işaretli noktaya kadar 20 (±10)°C sıcaklıktaki deiyonize su koyuldu, kabın kapağı kapatıldı ve başlama zamanı (t_0) kaydedildi.
- t_0+60 (± 5) dakika sonrasında örneklerin yüksekliğinin dörtte üçü su içerisinde kalacak şekilde deiyonize su ilâve edildi.
- t_0+120 (±5) dakika sonra örneklerin üzerini açacak miktarda (yaklaşık 25 mm) su eklendi.
- Bu işlemden 48 saat sonra örnekler sudan çıkarılıp nemli bir bezle yüzey suyu hafifçe alındı ve 0,01 gram hassasiyetle tartıldı (m_i).
- Numuneler her 24 saatte bu şekilde tartıldı ve ardışık iki tartım arasındaki fark örnek kütlelerinin %0,1’inden daha küçük bir sonuca ulaştığında numunelerin sabit bir kütleye ulaştığı kabul edildi.

Son tartımın sonucu, suya doymun örneğin kütleisidir (m_s). Her bir örneğin su emmesi (4.2) formülü ile hesaplanır.

$$Ab = (m_s - m_d) \times 100 / m_d \quad (4.2)$$

m_d : Kuru örneğin kütlesi (g)

m_s : Suya doymun örneğin kütlesi (g)

Ab: Su emme (%)

Deney Sonucu

Çizelge 4 .6. Numunelerin Toplam Su Emme Deneyi

	AT1	AT2	AT3	AT5	BT1	BT2	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6
Kuru Örnek	957,25	758,81	228,94	380,4	1016,5	863,64	357,16	531,04	821,24	650,26	321,19
Suya Doygun Kütle	993,23	765,71	285,90	424,69	1033,93	870,15	358,53	642,59	836,20	652,45	385,22

Çizelge 4 .7. Ağırlıkça su emme değerleri (%)

Numune Kodu	Ağırlıkça su emme (%)
AT1	3,76
AT2	0,91
AT3	24,88
AT5	11,64
BT1	1,71
BT2	0,75
DT2	0,38
DT3	21,01
DT4	1,82
DT5	0,34
DT6	19,94

Numunelerde toplam su emme deneyi sonuçları % 0,38 ile % 24,88 aralığındadır. Bu analiz sonucunda numunelerin kılcallık yöntemi ile su emmelerine benzer olarak AT3, DT3, DT6 ve AT5 numunelerinin ağırlıkça su emme değerlerinin de diğer numunelere oranla yüksek olduğu saptanmıştır.

Su emmesi fazla olan taşların basınca ve dona karşı direnci az olur. Su emmesi % 0,5'den küçük olan taşlar yüksek dirençli, % 3'e kadar olanlar normal yapı taşı olarak kabul edilirler. % 3'den fazla olanlar ise su emmesi fazla olan taş kapsamındadır (Uyutlu 1963). Analizi yapılan taşlardan AT3, DT3, DT6, AT5 ve AT1 numunelerinin su emme değerleri % 3'den büyük olduğundan (AT1 numunesi belirtilen değere oldukça yakındır.) bu taşlar su emmesi fazla olan taşlardır. Aydınpınar ve Dereköy Kiliseleri'nden alınan bu numunelerin atmosferik etkilere karşı daha dayanıksız olacağı düşünülmektedir. Ayrıca DT3, DT6 ve AT1 numunelerine uygulanan basınç deneyi sonucunda DT3 ve DT6 numunelerinin basınç dayanımlarının düşük olduğu saptanmıştır.

Toplam su emme deneyinin gerçekleşme hızı gözenek boyutları hakkında da bilgi vermektedir. Çünkü gözenek boyutu toplam su emme üzerinde bir etkiye sahiptir. Bunun nedeni daldırma süresinin uzunluğunu belirleyen durum olan sabit kütleye ulaşmanın esasını kılcal gözenekleri büyük oranda doldurmanın oluşturmıştır.

Kumtaşlarında yaygın olarak bulunan küçük gözenekler, yalnızca çok uzun bir daldırma süresinden sonra doldurulur. Öte yandan, genellikle kireçtaşıda bulunan geniş gözenekler suyu hızla iletir (Siegesmund ve ark. 2011).

4.3.3 Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini

Bu deneyler, doğal taşların gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, açık gözeneklilik ve toplam gözenekliliğinin tayininin yapılmasını sağlar. Böylece elde edilen bilgiler; su emme ve birim hacim kütlesi-özellik kütlesi ilişkileri ile malzemenin iç yapısı hakkında fikir edinilmesini sağlar (KUDEB 2011). Deneylerin uygulandığı bu numunelerin yapılarına göre dağılımları; Aydınpınar Kilisesi'nden alınan (AT1, AT2, AT3, AT5) dört adet taş numune, Dereköy Kilisesi'nden alınan (DT2, DT3, DT4, DT5, DT6) beş adet taş numune ile Ballıpınar Kilisesi'nden alınan (BT1, BT2) iki adet taş numune şeklindedir.

4.3.3.1 Gerçek Yoğunluk Deneyi

Gerçek yoğunluk; kuru örnek kütlelerinin, örneğin görünür hacmi ile boşlukların (açık ve kapalı gözenekler) hacmi arasındaki fark yani katı kısmının hacmine (V_k) oranıdır.

Bu analizde BS EN 1936:2006 (Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity), TS EN 1936 (Doğal Taşlar-Deney Metotları - Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini) standartları kullanılmıştır.

Deneyin Yapılışı:

- Deney için numuneler 63 μ 'luk elekten geçecek şekilde öğütüldü.
- Öğütülmüş numuneden, sabit tartıma getirilmiş üç adet kroze 20 gram (m_e) konuldu ve 0,01 gram hassasiyetle tartıldı. Hazırlanan numuneler (70 ± 5) °C'ye ısıtılmış etüvde bekletildi, 24 saatte bir tartılarak sabit kütleye ulaşması beklendi.
- Numuneler etüvden çıkarılıp desikatöre konarak soğuması beklendi ve örneklerin sabit kütlesi bulundu. Bu işlemler sonrasında piknometre olarak kullanılan tartım kap sistemi su ile doluyken tartıldı (m_1).
- Darası alınan kaplara öğütülmüş ve kurutulmuş numuneler eklenerek tartıldı.
- Kaplara taşmayacak şekilde su eklenerek çözeltinin çökmesi için beklendi.
- Çökmesi tamamlanan kap ve su sistemine; birkaç damla su taşana kadar yavaş yavaş su ilavesi yapıldı. Ardından kabın kapağı, üst kısmında kalan su sıyrılarak kapatıldı.
- Kabın dış kısmı kuru bir bezle silinerek kurutuldu ve tartıldı (m_2).
- Gerçek yoğunluk, ρ_r (kg/m^3) aşağıdaki bağıntı ile (4.3) hesaplanır.

$$p_r = [m_e / (m_2 + m_e - m_1)] \times p_{rh} \quad (4.3)$$

p_r : Örneğin gerçek yoğunluğu (kg/m^3)

m_1 : Su ve öğütülmüş örnek ile doldurulmuş piknometrenin kütlesi (g)

m_2 : Suyla doldurulmuş piknometrenin kütlesi (g)

m_e : Öğütülmüş ve kurutulmuş örneğin kütlesi (g)

p_{rh} : Suyun yoğunluğu (kg/m^3) (20 °C’de suyun yoğunluğu 998 kg/m^3)

Deney Sonucu

Çizelge 4. 8. Gerçek yoğunluk değerleri

	AT1	AT2	AT3	AT5	BT1	BT2	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6
Gerçek yoğunluk ρ_r (kg/m^3)	2,59	2,63	2,04	2,27	2,65	2,73	2,68	1,97	2,75	2,71	2,02

4.3.3.2 Toplam ve Açık Gözeneklilik ve Görünür Yoğunluk Deneyi

Bu test, doğal taşların açık gözeneklilik ve görünür yoğunluk değerlerinin saptanması için kullanılmıştır.

Açık gözeneklilik, P_o (%), örneğin açık gözeneklerinin hacminin görünür hacmine oranıdır. Görünür yoğunluk (ρ_b) ise; örneğin kuru kütlesinin görünür hacmine oranıdır. (KUDEB 2011).

Bu analizde BS EN 1936:2006 (Natural stone test methods -Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity), TS EN 1936 (Doğal Taşlar-Deney Metotları - Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini) standartları kullanılmıştır.

Deneyin Yapılışı:

- Numunelerin kuru ağırlıkları (m_d) ölçüldü.
- $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 'deki deiyonize su yavaşça kaba konulur suyun ilavesi sırasında ve sonraki (24 ± 2) saat için su içinde muhafaza edilir.
- Su içine batırılan örneğin kütlesi (m_h) su içinde ölçüldü.
- Nemli bir bez ile numunelerin yüzeyindeki su hızlıca alındı ve suya doymuş örneğin kütlesi (m_s) ölçüldü.
- Örneğin içerdği açık gözeneklerin hacmi V_0 (ml) aşağıdaki formül ile (4.4) hesaplanır.

$$V_0 = \frac{(m_s - m_d)}{\rho_{rh}} \times 1000 \quad (4.4)$$

m_s : Suyu doymuş örneğin kütlesi (g)

m_d : Kuru örnek ağırlığı (g)

ρ_{rh} : Suyun yoğunluğu (kg/m^3) ($20 ^\circ\text{C}$ 'de suyun yoğunluğu 998 kg/m^3)

- Görünür hacim V_b (ml) örneğin boşluklarının dâhil olduğu dış yüzeyi ile sınırlı hacmidir ve aşağıdaki formülle (4.5) hesaplanır.

$$V_b = \frac{(m_s - m_h)}{\rho_{rh}} \times 1000 \quad (4.5)$$

m_s : Suyu doymuş örneğin kütlesi (g)

m_h : Su içerisine batırılmış örnek kütlesi (g)

ρ_{rh} : Suyun yoğunluğu (kg/m^3) ($20 ^\circ\text{C}$ 'de suyun yoğunluğu 998 kg/m^3)

Görünür yoğunluk, ρ_b (kg/m^3), kuru örnek kütlelerinin görünür hacmine oranıdır. Aşağıdaki eşitlikle (4.6) ifade edilir.

$$p_b = \frac{m_d}{(m_s - m_h)} \times p_{rh} \quad (4.6)$$

p_b : Örneğin görünür yoğunluğu (kg/m^3)

m_s : Suyu doymuş örneğin kütlesi (g)

m_d : Kuru örnek ağırlığı (g)

m_h : Su içine batırılmış örnek kütlesi (g)

p_{rh} : Suyun yoğunluğu (kg/m^3) (20 °C'de suyun yoğunluğu 998 kg/m^3)

Açık gözeneklilik, $p_0(\%)$, şu formülle (4.7) hesaplanır.

$$P_0 = \frac{(m_s - m_d)}{(m_s - m_h)} \times 100 \quad (4.7)$$

m_s : Suyu doymuş örneğin kütlesi (g)

m_d : Kuru örnek ağırlığı (g)

m_h : Su içine batırılmış örnek kütlesi (g)

Toplam gözeneklilik p (%), örneğin toplam gözeneklerinin (açık ve kapalı) hacminin görünür hacmine oranı şeklinde şu eşitlikle (4.8) ifade edilir:

$$P = 1 - (\rho_b / \rho_r) \times 100 \quad (4.8)$$

p : Örneğin toplam gözenekliliği (%)

p_b : Örneğin görünür yoğunluğu (kg/m^3)

p_r : Örneğin gerçek yoğunluğu (kg/m^3)

Taşların doluluk oranları – kompasite - ise porozite ile doğrudan ilişkilidir (Arnoğlu ve ark. 2006). Aşağıdaki formül (4.9) ile hesaplanır.

$$k = 1 - p \quad (4.9)$$

k: Örneğin doluluk oranı (%)

p: Örneğin toplam gözenekliliği (%)

Deney Sonucu

Çizelge 4. 9. Numunelerin kuru, su içinde ve suya doymuş ağırlıkları, g

	AT1	AT2	AT3	AT5	BT1	BT2	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6
Etüvde kurutulmuş deney numune kütlesi	957,25	758,81	228,94	380,4	1016,5	863,64	357,16	531,04	821,24	650,26	321,19
Sudaki kütle	610,78	474,30	145,92	237,71	643,88	551,48	224,77	315,67	531,70	411,40	194,34
Doygun kuru yüzey kütlesi	993,23	765,71	285,90	424,69	1033,93	870,15	358,53	642,59	836,20	652,45	385,22

Çizelge 4. 10. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik değerleri

Numune Kodu	Görünür Yoğunluk (g/cm ³)	Gerçek yoğunluk (g/cm ³)	Toplam Gözeneklilik p (%)	Açık Gözeneklilik p ₀ (%)
AT1	2,50	2,59	3,62	9,41
AT2	2,60	2,63	1,08	2,37
AT3	1,63	2,04	20,07	40,69
AT5	2,03	2,27	10,59	23,69
BT1	2,60	2,65	1,87	4,47
BT2	2,71	2,73	0,93	2,04
DT2	2,67	2,68	0,57	1,02
DT3	1,62	1,97	17,51	34,12
DT4	2,69	2,75	1,97	4,91
DT5	2,69	2,71	0,52	0,91
DT6	1,68	2,02	16,78	33,54

Numunelerde açık gözeneklilik % 0,91 ile % 40,69 arasında değişmektedir. Numunelerin görünür yoğunluğu ise 1,62 ile 2,71 g/cm³ aralığındadır. Ancak numunelerin %64 'ünü oluşturarak büyük çoğunluğu 2,50-2,71 g/cm³ değerleri arasındadır.

Taşın bünyesindeki boşluklar ve çatlaklar, oluşumu sırasında çeşitli gazların çıkışıyla meydana gelebileceği gibi oluşum sonrası çeşitli faaliyetler (depremler, kimyasal erimeler, v.b) nedeniyle de meydana gelebilir. Fazla boşluklu taşlar yapı taşı olarak kullanılmazlar (Küçükkaya 2014). Porozitesi çok yüksek olan kayalar ayrıca atmosferik etkilere karşı da dayanıksız olduklarından tercih edilmezler (Küçükkaya 2014; Erguvanlı 1982). Fakat bunun yanında, restorasyonda, taşlara yüzeysel koruyucu solüsyonların uygulanması sırasında yüksek geçirimsizlik, kolay nüfus etme

sağladığından aranan bir özelliktir (Küçükkaya 2014). Analizi yapılan numunelerden AT3, DT3, DT6 taşlarının gözeneklilik değerleri yüksektir.

Yoğun, düşük gözenekli kayaçlar için gerçek ve görünür yoğunluk arasındaki fark, açık ve toplam gözeneklilik arasındaki fark gibi çok küçüktür (KUDEB 2011). Analizi yapılan numunelerden AT1, AT2, BT1, BT2, DT2, DT4 ve DT5 yoğun ve düşük gözeneklidir ve bu numunelerin gerçek yoğunluk değerleri ile görünür yoğunluk değerleri birbirine yakındır, benzer şekilde bu numunelerde açık gözeneklilik ve toplam gözeneklilik değerleri de birbirine yakındır.

Bir kayacın su emme yeteneği gözenekliliğiyle yakından ilişkilidir. Genel olarak, etkin gözeneklilik değeri ne kadar yüksek olursa toplam su emme de o kadar yüksek olur. Bununla birlikte, normal koşullar altında bir kayacın toplam su emme kabiliyeti, toplam gözenekliliğiyle değil, suyun erişebildiği gözeneklerin yüzdesiyle ilgilidir (Siegesmund ve ark. 2011).

4.3.4. Mekanik Deneyler

4.3.4.1. Ultrases Deneyi

Kayaçlara ait fiziksel ve mekanik özelliklerin tespiti için, ultrasonik dalga hızları Kahraman, 2001; Karakuş ve ark.,2005; Singh ve Sharma, 2008; Ersoy ve ark., 2009; Babacan ve ark., 2009 gibi birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Ultrasonik insan kulağının işitmeyeceği kadar yüksek frekanslı (>20Khz) ses dalgalarına verilen addır. Ultrasonik P (boyuna) ve S (enine) dalga hızları, ölçümü yapılan numunenin yoğunluğuna ve dokusal özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir (Babacan ve ark. 2012). Laboratuvar ortamında kolaylıkla ölçülebilmesi nedeniyle, P-dalga hızı (V_p) kullanılarak kaya malzemelerinin dayanım, deformabilite ve fiziksel özelliklerinin tahmini kaya mekaniği alanında ilgi çekici araştırma konularından biri olmuştur (Karakul ve ark. 2012).

Ultrasonik Hız Ölçümü İçin Kullanılan Materyal ve Yöntem

Ultrasonik hız ölçümlerinde NDT James Instruments Inc marka V- Meter MarkII ultrasonik hız ölçüm cihazı kullanıldı. Cihazın birisi verici diğeri alıcı olmak üzere iki probu bulunmaktadır.

Verici probtan üretilen elektriksel sinyal mekanik titreşime dönüştürülerek numuneye gönderilir, numune içinden geçen sinyal karşı taraftaki alıcı tarafından kaydedilir (Babacan ve ark. 2012). Gönderilen sinyalin numunenin içindeki yayılım süresinden hız belirlenir.

Ölçüm yapılırken her iki proba jel sürüldü ve bunların numunelere daha iyi temas edebilmesi için kuvvet uygulandı.

Bu analizde elastisite modülü (Young Modülü) aşağıdaki formüller (4.10), (4.11) ile bulundu.

$$X = V \times t \quad (4.10)$$

$$E = V^2 \times \beta \times 10^3 \quad (4.11)$$

X: Uzunluk (mm)

V: Hız

t: Süre (μs)

β : Numunenin birim hacim ağırlığı (g/cm^3)

E: Elastisite modülü ($N/mm^2 - MPa$)



Şekil 4. 1. Ultrases deneyi yapılan DT2 kod'lu numunenin görüntüsü

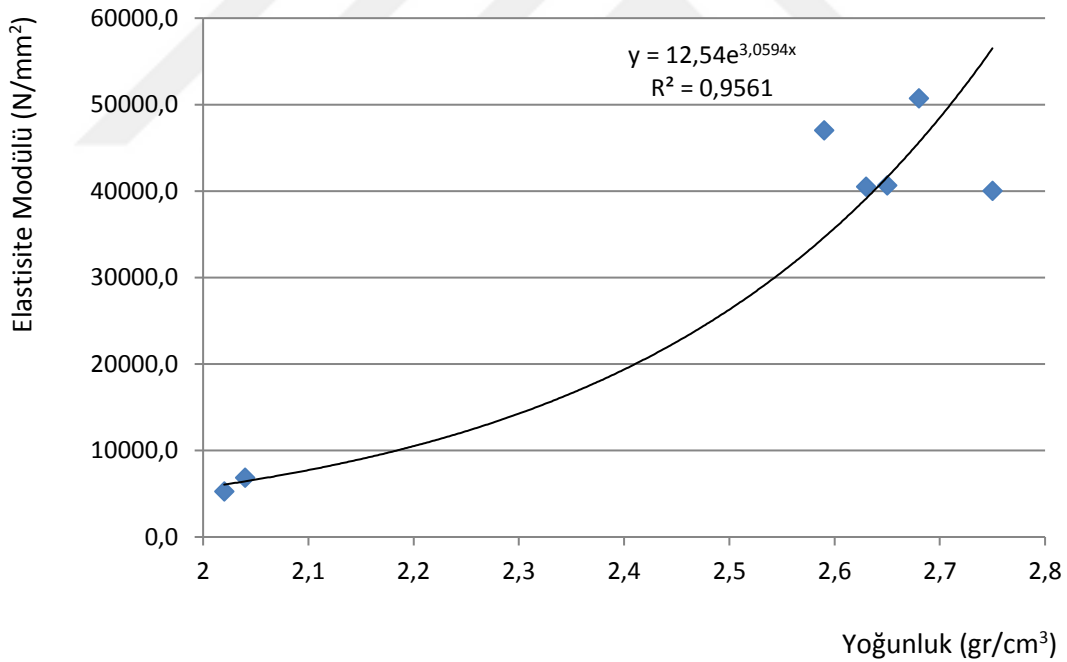
Deney Sonucu

Çizelge 4. 11. Taş numunelerin ultra ses analiz sonuçları

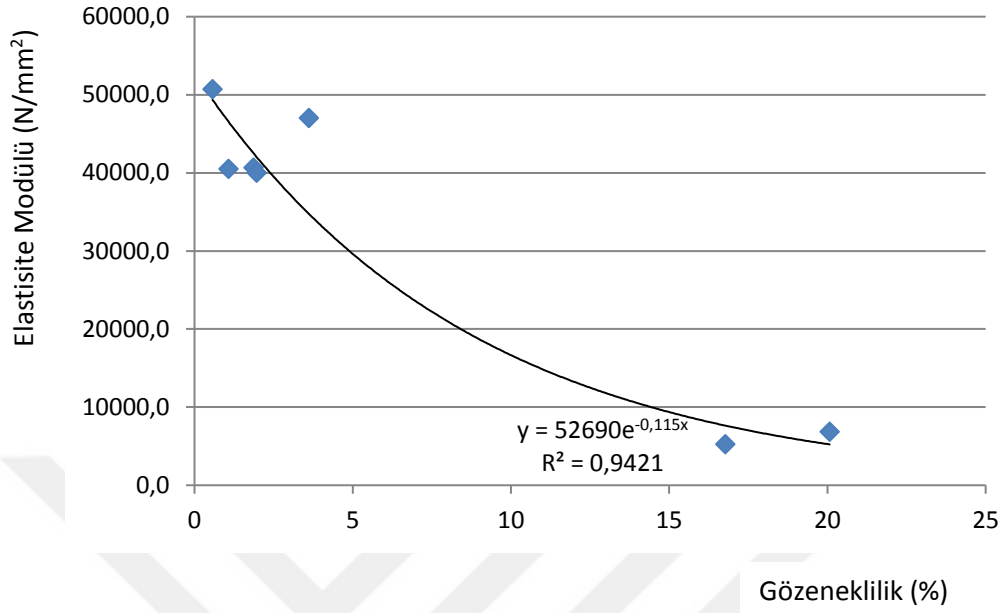
		AT1	AT2	AT3	BT1	DT2	DT4	DT6
UZUNLUK	mm	128	23	28	118	53	82	31
HIZ		4,72	3,65	2,77	4,52	5,05	4,21	2,18
SÜRE	μs	27,1	6,3	10,1	26,1	10,5	19,5	14,2
BİRİM HACİM AĞIRLIĞI	(g/cm ³)	2,11	3,04	0,89	1,99	1,99	2,26	1,10
ELASTİSİTE MODÜLÜ	(N/mm ²)	47029,9	40502,5	6862,1	40675,8	50724,0	40018,9	5256,8

Hızın yoğunluk ile doğru, gözeneklilik ile ters orantılı olduğu Hasan Karakul'un "Kayaların Dayanım Özelliklerinin Farklı Doygunluk Koşullarında P-dalga Hızından Kestirimi ve P-Dalga Hızının Fiziksel Özelliklere Olan Duyarlılığı" başlıklı çalışmasında (2012) verilmiştir. Bu durum ile ilgili Ali Uykutlu (1963) "Yapı Malzemesi" adlı kitabında "Taşların ağırlığı, basınca karşı direnci hakkında kabaca bir fikir verir. Ağır (yüksek yoğunluklu) taşlar daha fazla basınca dayanırlar, gözenekliler ise harca daha iyi yapışır." notunu düşmektedir. Yapılan deneylerde de elastisite modülü ile yoğunluk arasında tespit edilen belirlilik katsayısının 1'e yakın olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12). Buradan da yukarıda bahsedilen ilişkinin deneyi yapılan taşlarda da kuvvetli olarak sağlandığı görülmüştür. Aynı durumun deneyi yapılan taşlarda gözeneklilik ve elastisite modülü için de ters orantılı olarak sağlandığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4 .12. Elastisite modülü ve yoğunluk arasındaki ilişki



Çizelge 4. 13. Elastisite modülü ile gözeneklilik arasındaki ilişki



4.3.4.2. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi

Kayaçların ya da malzemelerin düşey yüklere karşı gösterdiği direnci (kırılma dayanımını) belirlemek için uygulanan mekanik bir deneydir (KUDEB 2011). Deney uygulanması için, küp formuna getirilen numunelerin boyutları kumpas yardımı ile ölçüldü ve mesafe (a; mm) kaydedildi. Numuneler deney cihazının alt ve üst basma yüzeyleri arasına yerleştirildi. Deney numunesine yük sabit bir gerilme hızıyla devamlı olarak uygulandı ve numunenin kırıldığı maksimum yük kaydedildi.

Her örneğin tek eksenli basınç dayanımı R, örneğin kırılma yükünün deney öncesi kesit alanına oranı olarak aşağıdaki eşitlikle (4.12) ifade edilir.

$$R = \frac{F}{A} \quad (4.12)$$

R: Deney örneğinin tek eksenli basınç dayanımı, MPa

F: Kırılma yükü, N

A: Deney öncesi örneğin kesit alanı, mm²

Sonuç MPa olarak en az 0,1 MPa hassasiyetle verilir. Ortalama değer R, 1 MPa hassasiyetle hesaplanmalıdır.



Şekil 4. 2. Tek eksenli basınç dayanımı testine tabii tutulan DT6 kod'lu numunenin görüntüsü

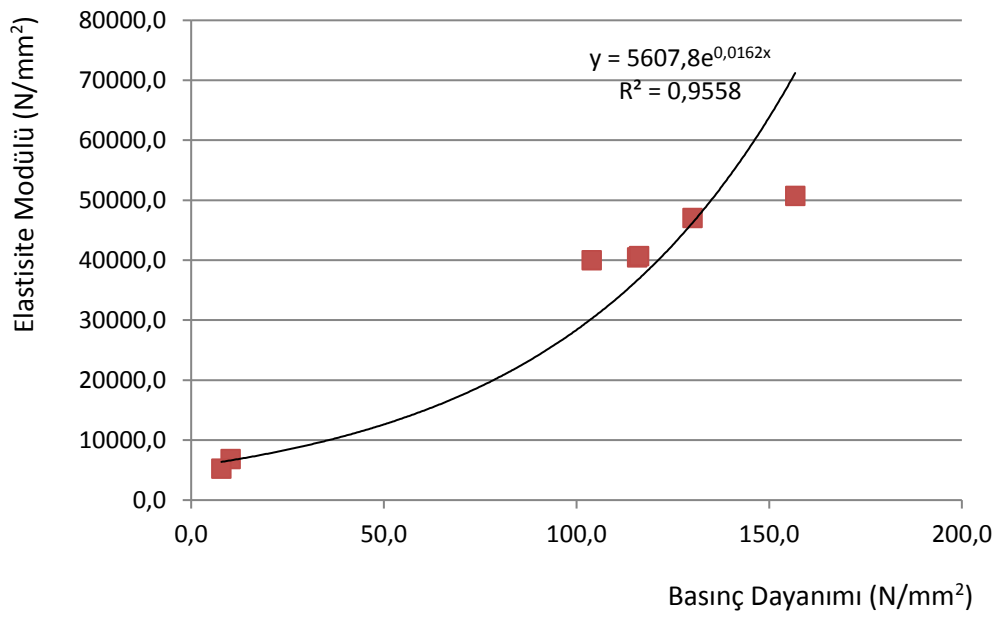
Deney Sonucu

Çizelge 4. 14. Numunelerin basınç dayanımları

		AT1	AT2	AT3	DT2	DT4	DT6	BT1
En	mm	30	30	30	30	30	30	30
Boy	mm	30	30	30	30	30	30	30
Alan	mm ²	900	900	900	900	900	900	900
Kırılma Yükü	N	117080	104149	9217,81	141070	93540	7060	104595
Basınç	MPa	130,1	115,7	10,2	156,7	103,9	7,8	116,2

Numunelerin elastisite modülleri ile basınç değerlerinin birbirleri ile doğru orantılı oldukları yapılan bu iki analizin sonuçlarının karşılaştırılması ile bulunmuştur. Aydınpınar Kilisesi numunelerinden olan AT3 numunesi (Kireç taşı) ile Dereköy Kilisesi numunesi olan DT6 numunesinin (Kireç taşı) basınç dayanım değerlerinin diğer numunelere göre düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 15. Elastisite modülü ile basınç dayanımı arasındaki ilişki



Fiziksel ve mekanik deney sonuçları arasında doğru veya ters orantılı şekilde bir ilişki olduğu çizelge 12-13 ve 15’de de görülmektedir. Bu nedenle fiziksel ve mekanik test sonuçlarını içerecek şekilde karşılaştırma yapılabilmesi için aşağıdaki tabloda (Çizelge 4.16) tüm fiziksel deney sonuçları ile mekanik deney sonuçları birlikte verilmiştir.

Çizelge 4. 16. Taş numunelerin fiziksel ve mekanik deney sonuçları

Numune Kodu	Kılcal Su Emme Katsayısı, C ($g/m^2 s^{0,5}$)	Ağırlıkça Su Emme (%)	Gerçek Yoğunluk (g/cm^3)	Toplam Gözeneklilik p (%)	Elastisite Modülü (N/mm^2)	Basınç Dayanımı Mpa
DT5	0,31	0,34	2,71	0,52	-	-
DT2	0,73	0,38	2,68	0,57	50724,0	156,7
BT2	1,34	0,75	2,73	0,93	-	-
AT2	2,12	0,91	2,63	1,08	40502,5	115,7
BT1	2,51	1,71	2,65	1,87	40675,8	116,2
DT4	3,85	1,82	2,75	1,97	40018,9	103,9
AT1	6,24	3,76	2,59	3,62	47029,9	130,1
AT5	6,97	11,64	2,27	10,59	-	-
DT6	8,77	19,94	2,02	16,78	5256,8	7,8
AT3	10,54	24,88	2,04	20,07	6862,1	10,2
DT3	19,11	21,01	1,97	17,51	-	-

Fiziksel ve mekanik malzeme analizleri için alınan numuneler, kiliselerin farklı bölüm ve kotlarından alınan farklı cinslerde taş numunelerdir. Bu taşların nitelikleri birbirinden farklı olduğundan uygulanan deneyler sonucunda elde edilen değerler de birbirlerinden oldukça farklıdır.

Kılcal su emme, ağırlıkça su emme ve toplam gözeneklilik artış oranlarına göre hazırlanan ve yoğunluk değerleri ile basınç ve elastisite modülü gibi mekanik deney sonuçlarının da bulunduğu Çizelge 4.16 incelenmiştir. Taşların kılcal su emme, ağırlıkça su emme ve gözeneklilik değerlerinin kendi aralarında doğru orantılı olduğu,

bu değerlerin yoğunluk, basınç ve elastisite modülü ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Taş numunelere ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Dereköy Kilisesi'nden alınan numuneler DT2, DT3 (pelmikrit kayaç), DT4 (kumtaşı), DT5 (rekristalize kireçtaşı), ve DT6 (kireçtaşı) taş numuneleri için yapılan deney sonuçlarına bakıldığında naostan alınan ve yapının iç duvarında bulunan DT2 taşının kılcal su emme ($0,73 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$) ve ağırlıkça su emme (% 0,38) ile toplam gözeneklilik (% 0,57) değerlerinin düşük olduğu buna karşın basınç (156,7 Mpa) ve elastisite modülü (50724 N/mm^2) değerleri ile yoğunluk değerinin ($2,68 \text{ g/cm}^3$) yüksek olduğu grlmştir. Bu taş cinsine yapının iç duvarlarında sıkça rastlanmıştır.

DT3 (pelmikrit kayaç) numunesi, yapının batı cephesinde süsleme elemanı olarak kullanılan ve şekillendirilmiş bir taştır. Kolaylıkla şekillendirilen bu taş giriş cephesi olan batı cephesi boyunca kullanılmıştır. Numune ana giriş kapısı üzerindeki bölümden alınmıştır. Tozuyabilen bu taşın kılcal su emme ($19,11 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 21,01) ve toplam gözeneklilik (% 17,51) değerlerinin yüksek olduğu buna karşın yoğunluk ($1,97 \text{ g/cm}^3$) değerinin düşük olduğu saptanmıştır.

DT4 (kumtaşı) numunesi, yapının günümüze ulaşamamış galeri katına çıkan merdiven kulelerinin i bölümünden alınmıştır. Kuleler dışında yapının beden duvarlarında da yer yer görülebilen bu taşın kılcal su emme ($3,85 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 1,82) ve toplam gözeneklilik değerleri (% 1,97) şeklindeyir. Yoğunluk değeri ($2,75 \text{ g/cm}^3$) oldukça yüksek olan taşın basınç (103,9 Mpa) ve elastisite modülü ($40018,9 \text{ N/mm}^2$) değerleri de yüksektir.

DT5 (rekristalize kireçtaşı) numunesi, yapının güney cephesindeki merdiven kulelerinin dışından alınmıştır. Rekristalizasyonu devam eden ve petrografik analiz sonucunda yapısında bulunan minerallerinden özellikle basınç yönüne dik konumda olanlarında belirgin yönlenme ve uzamalar görünen bu taşın, kılcal su emme ($0,31 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 0,34) ve toplam gözeneklilik (% 0,52) değerlerinin Dereköy Kilisesi'nden alınan tüm taşlar arasında en düşük olduğu saptanmıştır. Yoğunluk değeri ($2,71 \text{ g/cm}^3$) ise oldukça yüksektir.

DT6 (kireçtaşı) numunesi, kilisenin güney cephesinde bulunan merdiven kulesindeki pencere boşluğunun altından alınmıştır. Taş oldukça yüksek kılcal su emme ($8,77 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 19,94) ve toplam gözeneklilik (% 16,78) değerlerine sahiptir. Buna karşın gerçek yoğunluk değeri ($2,02 \text{ g/cm}^3$) oldukça düşüktür.

Aydınpınar Kilisesi'nden alınan AT1 (biomikrit kayaç), AT2 (kumtaşı), AT3 (kireçtaşı) ve AT5 (karbonat çamurtaşı/mikrit) taş numuneleri için yapılan deney sonuçlarına bakıldığında, yapının kuzey duvarının kilisenin ibadet yapılan iç kısmından alınan AT1 (biomikrit kayaç) numunesinin, kılcal su emme ($6,24 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 3,76) ve toplam gözeneklilik (% 3,62) değerleri ile yoğunluk ($2,59 \text{ g/cm}^3$), basınç (130,1 Mpa) ve elastisite modülü ($47029,9 \text{ N/mm}^2$) değerleri incelendiğinde Aydınpınar Kilisesi'nden alınan taşlar arasında bu numunenin basınç ve elastisite modülü değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

AT2 (kumtaşı) numunesi, Aydınpınar Kilisesi'nin naos ve narteksi ayıran batı duvarının naosa bakan iç duvarından alınmıştır. Bu taş cinsine alındığı duvar dışında beden duvarlarında da yer yer rastlanmıştır. AT2 numunesinin kılcal su emme ($2,12 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 0,91) ve toplam gözeneklilik (% 1,08) değerlerinin düşük buna karşın gerçek yoğunluk ($2,63 \text{ g/cm}^3$), basınç (115,7 Mpa) ve elastisite modülü ($40502,5 \text{ N/mm}^2$) değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

AT3 (kireçtaşı) numunesi, yapının kuzey duvarından dış cepheden alınmıştır. Bu taş cinsine kilisenin beden duvarlarında az miktarda rastlanmıştır. Ancak iç mekandaki bölücü duvarda da yer yer bulunmaktadır. AT3 numunesinin kılcal su emme ($10,54 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 24,88) ve toplam gözeneklilik (% 20,07) değerlerinin Aydınpınar Kilisesi'nden alınan taşlar arasında en yüksek değerlere sahip olduğu ancak gerçek yoğunluk ($2,04 \text{ g/cm}^3$), basınç (10,2 Mpa) ve elastisite modülü ($6862,1 \text{ N/mm}^2$) değerlerinin ise bu kilisedeki numuneler arasında en düşük değerler olduğu saptanmıştır.

AT5 (karbonat çamurtaşı/mikrit) numunesi, kilisenin doğu cephesinden alınmıştır. Numunenin kılcal su emme ($6,97 \text{ g/m}^2\text{s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 11,64) ve toplam gözeneklilik (% 10,59) değerlerinin nispeten yüksek ancak gerçek yoğunluk ($2,27 \text{ g/cm}^3$) değerlerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Ballıpınar Kilisesi’den alınan BT1 (gynas) ve BT2 (kuvarso – feldspatik epidot mika gynas) numuneleri aynı tür kayaçlardır. Herhangi bir bölücü duvarın bulunmadığı kilisenin beden duvarlarında (doğu, batı ve güney cephelerinde, kuzey ve doğu duvarının iç mekan tarafında) oldukça sık olarak kullanılan bu taş tabakalar halindedir. Yapıda kullanımı, gözlemlenebildiği kadarıyla tabakalaşma yönüne dik olacak şekildedir. BT1 numunesinin kılcal su emme ($2,51 \text{ g/m}^2 \text{ s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 1,71), toplam gözeneklilik (% 1,87) ve gerçek yoğunluk ($2,65 \text{ g/cm}^3$) değerleri ile BT2 numunesinin kılcal su emme ($1,34 \text{ g/m}^2 \text{ s}^{0,5}$), ağırlıkça su emme (% 0,75), toplam gözeneklilik (% 0,93) ve gerçek yoğunluk ($2,73 \text{ g/cm}^3$) değerleri karşılaştırıldığında BT1 numunesinin kılcal ve ağırlıkça su emme değerleri ile gözeneklilik değerinin daha yüksek BT2 numunesinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Yoğunluk değerleri incelendiğinde ise BT2 numunesinin bu değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. BT1 numunesinin basınç değeri 116,2 Mpa ve elastisite modülü $40675,8 \text{ N/mm}^2$ ’dir.

4.4. Kimyasal Analizler

Numuneler üzerinde kimyasal (kızdırma kaybı, asitle muamele, spot testler) ve fiziksel (agregaların eleklerle boyut dağılım analizi, tipleri ve yaklaşık oranları vb.) analizler yapılarak yapının üretim malzemesinin içeriği, bağlayıcı, agrega ve katkıların niteliği ve oranları ile korunmuşluk durumu ve problem kaynakları tespit edilebilir (KUDEB 2011).

4.4.1. Kızdırma Kaybı Analizi

KUDEB (2011)’e göre bu analiz ile artan sıcaklıklardaki ağırlık değişimden yararlanarak toz haline getirilmiş harç, sıva veya taş örnekleri üzerinde yapılan kızdırma kaybı (kalsinasyon) analizi ile malzemedeki nem, molekül suyu, organik madde ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) ile numunenin bünyesinden ayrılan CO_2 gibi maddelerin miktarları ve yüzde olarak oranları belirlenmektedir. Deneyin yapılışı KUDEB’e göre şu şekildedir.

Deneyin Yapılışı:

- Nemi alınmış ortamda bulunan kuru krozelerin ağırlıkları 4 hassas terazide ölçüldü ve W_d (kuru kroze darası) belirlendi.
- Krozelerin içine yaklaşık 1 gram toz örnek alındı ve tartımı yapıldı. Bulunan değer W_0 değeridir.
- Krozelerin içinde bulunan numuneler 105 °C lik fırında dört saat bekletildi. Süre bitiminden sonra desikatörde soğutulan numuneler tekrar tartıldı. Elde edilen değer W_1 değeridir.

Bu işlem sonucunda gerçekleşen ağırlık kaybı örneğin içerdiği nemin uzaklaştırılmasından kaynaklanmaktadır. Numunenin içerdiği nemin oranı aşağıdaki formül (4.13) kullanılarak bulunur.

$$\%Nem = \frac{W_0 - W_1}{W_1 - W_d} \times 100 \quad (4.13)$$

W_d : Kuru krozenin ağırlığı, g

W_0 : W_d + Kuru örnek ağırlığı, g

W_1 : 105°C’de kurutulmuş örneğin ağırlığı, g

- Numuneler 550 °C’lik fırında bir saat bekletildi. Desikatörde soğutulan numuneler tartıldı. Elde edilen değer W_2 değeridir.

Numunenin içerdiği molekül suyu ve organik madde miktarı bu değerler ile hesaplanabilir. Bunun için kullanılan formül (4.14) aşağıdaki gibidir.

$$\% = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_d} \times 100 \quad (4.14)$$

W_d: Kuru krozenin ağırlığı, g

W₁: 105°C’de kurutulmuş örneğin ağırlığı, g

W₂: 550°C’de kurutulmuş örneğin ağırlığı, g

- Numuneler 1050 °C lik etüvde yarım saat bekletildi. Tartımı yapıldı ve W₃ değeri kaydedildi. Bu işlem sonucunda numunenin bünyesinde bulunan karbondioksit gazının (CO₂) ayrılması ile numunede kütle kaybı gerçekleşir. Buna bağlı olarak kalsiyum karbonat (CaCO₃) miktarı belirlenir. Bu hesap için 1050°C’de gerçekleşen $\text{CaCO}_{3(k)} \rightarrow \text{CaO}_{(k)} + \text{CO}_{2(g)}$ tepkimesinden faydalanılır. Reaksiyondaki bileşiklerin mol ağırlıkları (CaCO₃ mol ağırlığı: 100 g. mol, CO₂ mol ağırlığı: 44 g.mol) ve CO₂ kütlesi numunenin içerdiği CaCO₃ miktarının hesaplanmasında kullanılır, kullanılan bağıntı (4.15) aşağıdaki gibidir.

44 gram CO ₂	100 gram CaCO ₃ içerisinde bulunuyorsa,
(W ₀ - W ₃) gram CO ₂	kaç gram CaCO ₃ içerisinde bulunur.

$$\% \text{CaCO}_3 = \left[\left[\frac{(W_0 - W_3) \times 100}{44} \right] \right] \times \frac{100}{(W_0 - W_d)} \quad (4.15)$$

Çizelge 4. 17. Kızdırma kaybı deney sonuçları, harç numuneler

			NEM		ORGANİK + BAĞIL SU				
NUMU- NE KODU	Mo [gr]	W ₁ [gr] (105 °C) [gr]	% H ₂ O	W ₂ [gr] 550 °C	%	W ₃ [gr] 1050°C	% CaCO ₃	%CO ₂	CO ₂ /H ₂ O
AH1	1,2310	0,9894	24,4188	0,9303	5,9733	0,7806	34,39	15,13	0,62
AH2	1,2205	1,1848	3,0132	1,1063	6,6256	0,8527	48,65	21,40	7,10
AH3	1,2254	1,0726	14,2458	1,0092	5,9109	0,8136	41,45	18,24	1,28
AH4	1,2429	1,2064	3,0255	1,1426	5,2885	0,9554	35,27	15,52	5,13
AH5	1,2220	1,0676	14,4623	1,0377	2,8007	0,8388	42,34	18,63	1,29
AH6	1,2440	1,1878	4,7314	1,0981	7,5518	0,9541	27,55	12,12	2,56
BH1	1,2245	1,1459	6,8592	1,0847	5,3408	0,9889	19,00	8,36	1,22
BH2	1,2284	1,0123	21,3474	0,9690	4,2774	0,8308	31,03	13,65	0,64
BH3	1,2361	1,1611	6,4594	1,1015	5,1331	0,9936	21,12	9,29	1,44
BH4	1,2250	1,1691	4,7815	1,1185	4,3281	1,0316	16,89	7,43	1,55
BH5	1,2376	1,0700	15,6636	1,0187	4,7944	0,8873	27,91	12,28	0,78
DH1	1,2348	1,2181	1,3710	1,1433	6,1407	0,8453	55,60	24,46	17,84
DH2	1,2360	1,2118	1,9970	1,1270	6,9979	0,8598	50,11	22,05	11,04
DH3	1,2147	1,1994	1,2756	1,1294	5,8363	0,8082	60,86	26,78	20,99
DH4	1,2252	1,2139	0,9309	1,1536	4,9675	0,7240	80,43	35,39	38,02
DH5	1,2283	1,2123	1,3198	1,1265	7,0775	0,7889	63,29	27,85	21,10
DH6	1,2287	1,2042	2,0345	1,1105	7,7811	0,7689	64,47	28,37	13,94
DH7	1,2323	1,1837	4,1058	1,0899	7,9243	1,0456	8,51	3,74	0,91

Çizelge 4. 18. Kızdırma kaybı deney sonuçları, sıva numuneler

			NEM		ORGANİK +BAĞIL SU				
NUMU- NE KODU	Mo [gr]	W ₁ [gr] (105 °C) [gr]	% H ₂ O	W ₂ [gr] 550 °C	%	W ₃ [gr] 1050°C	% CaCO ₃	%CO ₂	CO ₂ /H ₂ O
AS1	1,2527	1,2241	2,3364	1,1498	6,0698	0,9286	41,07	18,07	7,73
AS2	1,2354	1,2122	1,9139	1,1517	4,9909	0,9551	36,86	16,22	8,47
AS3	1,2470	1,2209	2,1378	1,1685	4,2919	0,9852	34,12	15,01	7,02
DS1	1,2404	1,1942	3,8687	1,1277	5,5686	0,7638	69,26	30,47	7,88
DS2	1,2700	1,2405	2,3781	1,1513	7,1906	0,8980	46,41	20,42	8,59
DS3	1,2369	1,2107	2,1640	1,1132	8,0532	0,8207	54,91	24,16	11,16
DS4	1,2562	1,2278	2,3131	1,1395	7,1917	0,8670	50,44	22,19	9,60
BS1	1,2221	1,2062	1,3182	1,1391	5,5629	1,0137	23,63	10,40	7,89
BS2	1,2286	1,2140	1,2026	1,1134	8,2867	1,0039	20,50	9,02	7,50
BS3	1,2143	1,2005	1,1495	1,1405	4,9979	1,0258	21,71	9,55	8,31
BS4	1,2336	1,2158	1,4641	1,1110	8,6198	0,9869	23,20	10,21	6,97
BS5	1,2763	1,2544	1,7459	1,1933	4,8709	1,0372	28,28	12,44	7,13
BS6	1,2251	1,2073	1,4744	1,1519	4,5888	1,0290	23,14	10,18	6,90

Deney Sonucu

Ballıpınar Kilisesi'nden alınan harç numunelerinde bulunan CaCO_3 oranının diğer kilise harçlarına oranla daha düşük olduğu Çizelge 4.17'de görülmektedir. Ayrıca Dereköy Kilisesi'nden alınan DH7 harcında CaCO_3 oranının çok düşük olmasının sebebinin, bu harcın bu kiliseye sonraki dönemde yapılan bir onarım harcı olduğu ve harcın bileşiminin toprak ve lifli katkıdan oluşan kerpiç harç olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3). BH4 numunesi de çamur harçtır ve benzer şekilde CaCO_3 oranı düşüktür.



Şekil 4. 3. Solda BH4 ve sağda DH7 numuneleri

4.4.2 Asit Kaybı Analizi

Asit kaybı analizi numunelerin içerisindeki bağlayıcının ve kalsiyum karbonatlı agrega oranlarının tespit edilmesine yardımcı olur. Malzemenin hidroklorik asit (HCl) ile reaksiyona girmesi sonrası kayıp (karbonat vb. asitle reaksiyona giren maddeler) ve kalanları tespit edilir (KUDEB 2011). KUDEB'e göre analizin uygulanışı şu şekildedir.

Deneyin Yapılışı:

- Beherler kurutuldu ve boş ağırlıkları 0.01 hassasiyetle ölçüldü (W_0).
- Beherlere her bir numuneden 20-30 gram numuneler konuldu ve beherler numuneler ile birlikte tartıldı (W_1).
- Beherler 105 °C'lik sıcaklıkta etüvde kurutuldu ve desikatörde soğutulduktan sonra tekrar tartıldı, bu tartım ile ulaşılan değer W_2 değeridir.

- Cam balonun içine 100 ml deiyonize su konuldu. 285 ml HCl asit eklendi. 1000 ml çizgisine kadar saf su eklendi.

$$V_1.C_1=V_2.C_2$$

$$285.35=1000.10$$

- Hazırlanan seyreltik çözelti, numunelerin üzerine döküldü. Numunelerde kabarcıklar gözlemlendi. Belirli aralıklarla çözelti bagetle karıştırılıp üzerine HCl eklenmesine devam edildi ve bu işleme örnek asitle reaksiyon vermeyene kadar devam edildi.
- Süzme işlemi için filtre kağıtları hazırlandı. Kuru ağırlıkları ölçüldü. (F_o).
- Cam balonlar ve cam huniler hazırlandı.
- Filtre kağıtları hunilerin üzerine yerleştirildi.
- Deiyonize su eklenmiş çözelti filtre kağıdından geçecek şekilde cam balona dökülmeye başlandı.
- Su bulanıklığı geçene kadar saf su eklenen çözelti filtre kağıdından geçirildi.
- Beherin dibinde kalan numuneler elek analizi için etüve konuldu. 105 °C' lik sıcaklıkta dört saat boyunca kurutulup sonrasında tartımı yapıldı (W_3).

% nem ve % asit kaybı aşağıdaki formüllere göre (4.16), (4.17) ve (4.18) hesaplanır.

$$\%Nem = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100 \quad (4.16)$$

W_0 : Kuru beherin ağırlığı, g

W_1 : W_0 + Örnek ağırlığı, g

W_2 : W_0 + 105°C'de kurutulmuş örneğin ağırlığı, g

$$\%Kalan = \frac{W_3 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100 \quad (4.17)$$

$$\% \text{ Kayıp} = 100 - \% \text{ Kalan} \quad (4.18)$$

W₀: Kuru beherin ağırlığı, g

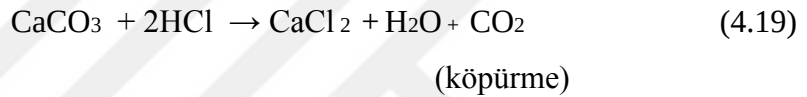
W₁: W₀+ Örnek ağırlığı, g

W₃: Asit kaybı sonrası kalan kuru örnek, g

- Filtre kâğıdı, üzerinde kalan kil boyutundaki agregalar ile birlikte tartıldı. (F₁).

Harç ve sıva numuneler dışında taş numunelere de asit kaybı deneyi uygulandı. Bu deney bu numunelerde kayaç cinsinin saptanmasında yardımcı olacağı için yapıldı.

Kalkerler (Kireçtaşı) hidroklorik asitte (HCl) köpürerek erir ve CO₂ çıkarır (4.19). Bu onun diğer taşlardan ayırıcı en belirleyici özelliğidir (Küçükaya 2014).



Çizelge 4. 19. Asit kaybı analizi sonuçları, taş numuneler için

Örnek Adı	Beher Ağırlığı	Beher + Kuru Ağırlık	Kuru Örnek Ağırlığı	Filtre Kağıdı	Filtre Kağıdı Son	Beher + Kalan	Kalan	Kayıp	%'de Kayıp
AT1	268,01	307,09	39,08	3,14	5,45	290,52	24,82	14,26	36
AT2	247	316,1	69,1	1,57	2,47	295,94	49,84	19,26	28
AT3	275,32	323,72	48,4	3,18	5,72	275,4	2,62	45,78	95
DT2	257,32	299,26	41,94	1,6	1,61	297,7	40,39	1,55	4
DT4	281,84	355,6	73,76	1,55	1,76	352,02	70,39	3,37	5
DT6	303,74	356,79	53,05	3,13	12,65	304,28	10,06	42,99	81
BT1	268,33	602,61	334,28	1,6	1,8	596,67	328,54	5,74	2

Çizelge 4. 20. Asit kaybı analizi sonuçları, harç numuneler için

Örnek Adı	Beher Ağırlığı	Beher + Kuru Ağırlık	Kuru örnek Ağırlığı	Filtre Kağıdı	Filtre +Kil	Beher + Agreg	Agrega Toplam	Bağlayıcı Toplam	Agrega %	Bağlayıcı %	Kil	Bağlayıcı /Agrega Oranı
AH1	281,73	304,82	23,1	4,55	5,89	295,83	15,4	7,7	67	33	1,34	1:2
AH2	257,22	280,3	23,1	4,46	6,86	267,56	12,7	10,3	55	45	2,40	4:5
AH3	294,43	318,61	24,2	4,5	6,25	305,66	13,0	11,2	54	46	1,75	6:7
AH4	246,9	274,02	27,1	4,49	6,34	260,23	15,2	11,9	56	44	1,85	4:5
AH5	259,15	282,96	23,8	4,61	7,21	270,69	14,1	9,7	59	41	2,60	2:3
AH6	267,9	296,33	28,4	6,74	9,02	285,1	19,5	8,9	69	31	2,28	1:2
DH1	281,68	311,15	29,5	4,55	6,24	291,3	11,3	18,2	38	62	1,69	8:5
DH2	257,18	286,35	29,2	4,46	6,06	270,54	15,0	14,2	51	49	1,60	1
DH3	294,39	324,01	29,6	4,5	6,19	304,09	11,4	18,2	38	62	1,69	8:5
DH4	275,17	304,83	29,7	4,49	5,54	280,68	6,6	23,1	22	78	1,05	7:2
DH5	259,13	288,53	29,4	4,61	6,2	269,91	12,4	17,0	42	58	1,59	11:8
DH6	267,88	296,88	29,0	4,53	6,11	275,85	9,6	19,5	33	67	1,58	2
DH7	303,6	332,2	28,6	4,51	6,45	325,92	24,3	4,3	85	15	1,94	1:6
BH1	281,73	309,55	27,8	6,26	6,56	302,12	20,7	7,1	74	26	0,30	1:3
BH2	251,85	279,04	27,2	6,13	7,06	269,62	18,7	8,5	69	31	0,93	4:9
BH3	294,43	321,27	26,8	5,52	5,86	313,03	18,9	7,9	71	29	0,34	3:7
BH4	246,9	275,13	28,2	6,19	7,27	262,85	17,0	11,2	60	40	1,08	2:3
BH5	268,2	297,36	29,2	4,1	4,73	288,34	20,8	8,4	71	29	0,63	2:5

Çizelge 4. 21. Asit kaybı analizi sonuçları, sıva numuneleri için

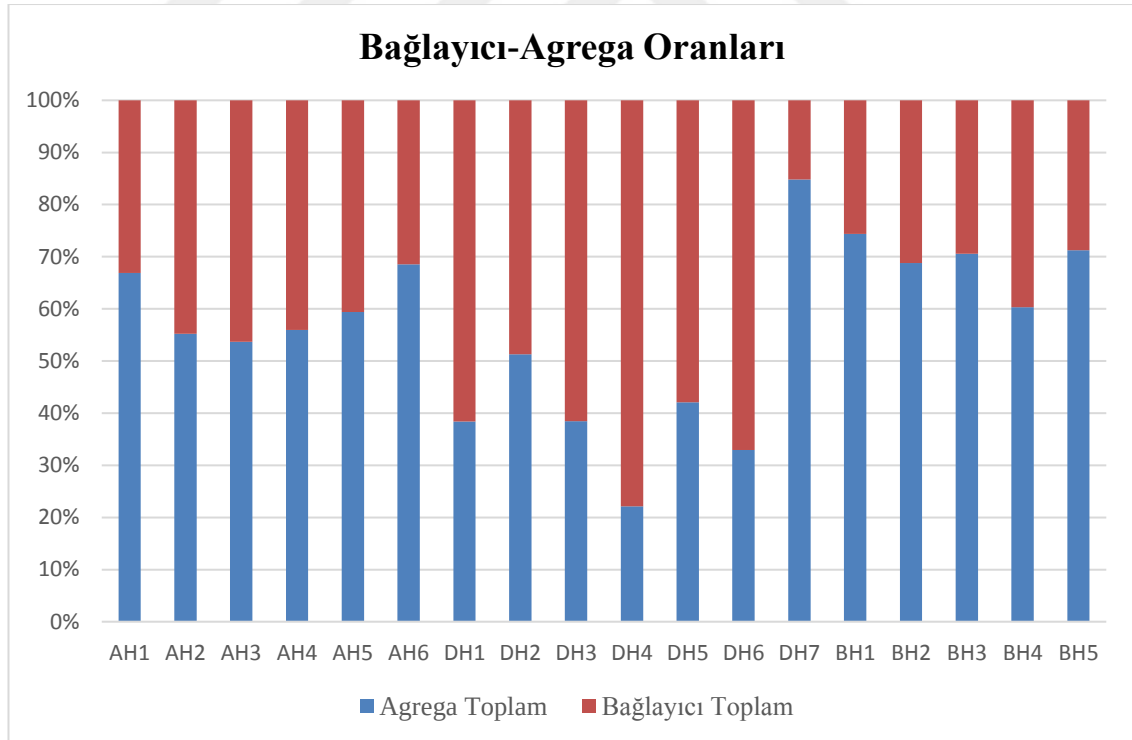
Örnek Adı	Beher Ağırlığı	Beher + Kuru Ağırlık	Kuru örnek Ağırlığı	Filtre Kağıdı	Filtre +Kil	Beher + Agregası	Agrega Toplam	Bağlayıcı Toplam	Agrega %	Bağlayıcı %	Kil	Bağlayıcı /Agrega Oranı
AS1	247	275,61	28,61	3,16	5,63	262,51	18,0	10,6	63	37	2,47	3:5
AS2	268,32	296,95	28,63	4,69	6,35	285,45	18,8	9,8	66	34	1,66	1:2
AS3	275,31	304,65	29,34	3,15	5,45	289,43	16,4	12,9	56	44	2,30	4:5
DS1	268,03	295,92	27,89	4,76	9,55	275,25	12,0	15,9	43	57	4,79	4:3
DS2	251,96	281,08	29,12	3,17	5,45	266,41	16,7	12,4	57	43	2,28	3:4
DS3	257,33	286,14	28,81	4,66	6,35	266,26	10,6	18,2	37	63	1,69	12:7
DS4	303,75	332,27	28,52	3,09	5,63	313,07	11,9	16,7	42	58	2,54	7:5
BS1	259,26	287,91	28,65	3,14	4,35	279,65	21,6	7,1	75	25	1,21	1:3
BS2	281,83	310,61	28,78	3,1	3,94	302,19	21,2	7,6	74	26	0,84	1:3
BS3	294,55	323,76	29,21	3,14	4,05	315,59	22,0	7,3	75	25	0,91	1:3
BS4	313,12	341,67	28,55	3,14	3,95	333,5	21,2	7,4	74	26	0,81	1:3
BS5	292,59	322,13	29,54	3,16	4,31	312,42	21,0	8,6	71	29	1,15	2:5
BS6	292,54	321,44	28,90	3,22	5,48	309,04	18,8	10,1	65	35	2,26	1:2

Deney Sonucu

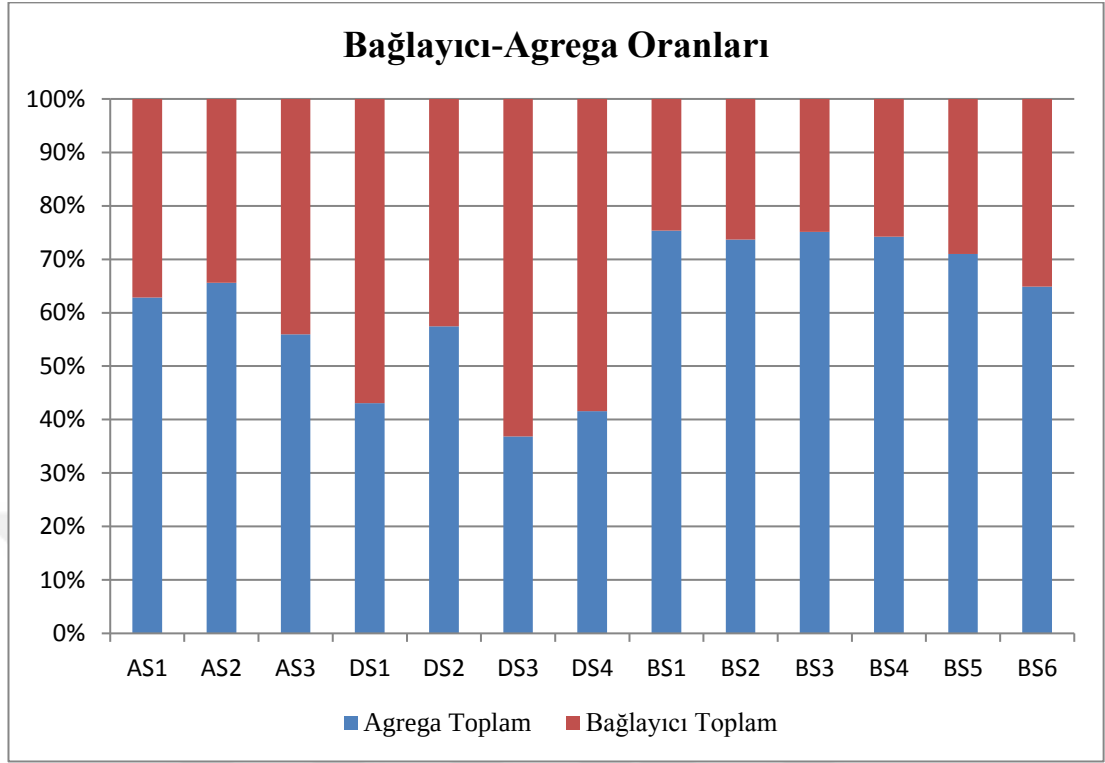
Taş numunelere uygulanan asit kaybı analizinde AT3 ve DT6 numunelerinin analiz sırasında köpükler çıkardıkları ve bu kayaçların büyük oranda eridikleri saptanmıştır (Çizelge 4.19). Bu nedenle AT3 ve DT6 numunelerinin kireç taşı oldukları tespit edilmiştir.

Yapılan asit kaybı deneyi sonucunda numunelerin agrega ve bağlayıcı oranları tablolarda (Çizelge 4.22-4.23) verilmiştir. Buna göre Dereköy Kilisesi'nden alınan harç ve sıvaların agrega oranları Aydınpınar ve Ballıpınar Kiliseleri'ne oranla daha düşüktür. Çizelge 4.20-4.21'de ise numunelere yapılan asit kaybı analizlerinin detaylarına ulaşılmakta ve bu numunelerin içerdiği kil miktarına, agrega ile bağlayıcı yüzdelere ve bağlayıcı/agrega oranlarına yer verilmektedir.

Çizelge 4. 22. Harç numunelerin bağlayıcı-agrega oranları



Çizelge 4. 23. Sıva numunelerin bağlayıcı-agrega oranları



Kızdırma kaybı analizi (kalsinasyon) ile malzemedeki nem, organik madde ve karbondioksit (CO_2) kaybından yararlanarak hesaplanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) gibi maddelerin yüzde olarak kayıpları belirlenir. Asit kaybında ise malzemenin hidroklorik asit ile reaksiyona girmesi sonrası kayıp (karbonat vb. asitle reaksiyona giren maddeler) ve kalanları tespit edilir. Kalsinasyon ve asit kaybı işlemlerinin karşılaştırmalı olarak kayıp ve kalanlarına (asitle reaksiyona girmeyen silikatlı vb. maddeler) bakılarak bu sonuçlar doğrultusunda malzemenin niteliği, bağlayıcısı ve silikatlı agregaları tespit edilir (KUDEB 2011). Bu amaçla numunelerin asit kaybı ve kızdırma kaybı değerleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.24-4.25).

Çizelge 4. 24. Asit kaybı ve kızdırma kaybı analizi karşılaştırması, harçlar

Numune Kodu	Asit Kaybı Analizi		Kızdırma Kaybı Analizi	
	Kayıp	Kalan	CaCO ₃	Kalan
AH1	33	67	34	66
AH2	45	55	49	51
AH3	46	54	41	59
AH4	44	56	35	65
AH5	41	59	42	58
AH6	31	69	28	72
DH1	62	38	56	44
DH2	49	51	50	50
DH3	62	38	61	39
DH4	78	22	80	20
DH5	58	42	63	37
DH6	67	33	64	36
DH7	15	85	9	91
BH1	26	74	19	81
BH2	31	69	31	69
BH3	29	71	21	79
BH4	40	60	17	83
BH5	29	71	28	72

Çizelge 4. 25. Asit kaybı ve kızdırma kaybı analizi karşılaştırması, sıvalar

Numune Kodu	Asit Kaybı Analizi		Kızdırma Kaybı Analizi	
	Kayıp	Kalan	CaCO ₃	Kalan
AS1	37	63	41	59
AS2	34	66	37	63
AS3	44	56	34	66
DS1	57	43	69	31
DS2	43	57	46	54
DS3	63	37	55	45
DS4	58	42	50	50
BS1	25	75	24	76
BS2	26	74	21	80
BS3	25	75	22	78
BS4	26	74	23	77
BS5	29	71	28	72
BS6	35	65	23	77

Yapılan karşılaştırmalı tablolarda görüldüğü üzere (Çizelge 4.24-4.25) harç ve sıva numunelerde asit kaybı deneyi sonucunda oluşan kayıp ile kızdırma kaybı deneyi sonucunda numune bünyesinden ayrılan CaCO₃ ile oluşan kayıp değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

4.4.3. Agregaların Elekle Boyut Dağılım Analizi

Elek analizi; numunelerin içeriğinde bulunan agregaların niteliği ve oranlarının tespitinde kullanılan ve asit kaybı analizi sonrası yapılan bir analizdir.

- Numunenin asit kaybı deneyinden sonra kalan ve asit ile reaksiyon göstermeyen kısmı etüvde 105 °C’de kurutuldu. Tartıldı.
- Elek analizi yapıp, numuneler boyutlarına göre ayrı ayrı paketleni.
- Elek analizi ile 8mm, 4mm, 2mm, 1mm, 500 μ , 250 μ , 125 μ , 63 μ ve 63 μ ’den küçük boyutlarda numuneler elde edildi.
- Deney sonucunda agregaların elekle boyut dağılımlarından elde edilen veriler yüzde (%) olarak Çizelge 4. 26’da ifade edilmiştir.
- Agregada boyut dağılım eğrileri harç ve sıva numuneler için tüm kiliseler için ayrı ayrı hazırlanarak sonuçlar Çizelge 4. 27-4.32’de verilmiştir.
- Elek boyut dağılımına göre gruplanan agregaların türleri, biçimlenişleri stereo mikroskop altında gözlemlenmiştir ve sonuçlar Çizelge 4.33-34’te verilmiştir.

Deney Sonucu

Çizelge 4. 26. Elek analizi dağılımlar, (%)

Numune kodu	8mm	4mm	2mm	1mm	500 μ	250 μ	125 μ	63 μ	<63 μ	filtre kağıdı üzerinde kalan	<63 μ toplam	toplam <125 μ
AH1	0,0	0,8	1,5	6,7	19,4	40,1	19,2	2,7	1,0	8,7	9,7	12,4
AH2	0,0	0,0	0,6	3,0	9,9	35,3	28,3	3,5	0,6	18,9	19,5	50,7
AH3	7,4	2,3	12,0	12,5	18,1	23,5	9,7	0,8	0,2	13,5	13,7	14,4
AH4	0,0	2,6	8,9	17,7	24,2	21,7	10,6	1,5	0,7	12,2	12,9	14,3
AH5	0,0	0,0	0,6	1,9	7,8	39,2	29,3	2,2	0,5	18,5	19,0	21,3
AH6	0,0	1,3	1,1	2,9	11,9	39,8	28,5	2,4	0,3	11,7	12,0	14,4
BH1	0,0	0,0	1,7	25,9	62,9	6,5	1,2	0,2	0,1	1,5	1,5	1,7

Çizelge 4.22. devamı. Elek analizi dağılımlar, (%)

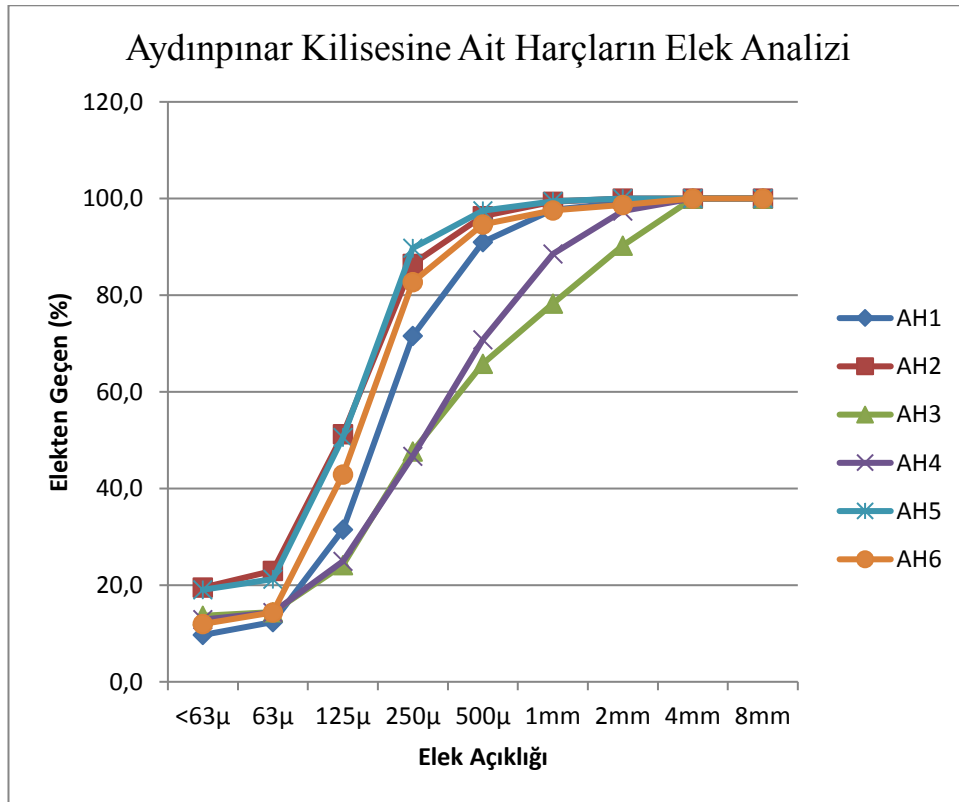
BH2	4,6	1,3	20,5	24,9	19,7	14,2	7,1	2,0	0,9	5,0	5,8	12,9
BH3	0,0	0,0	1,2	25,1	64,9	6,1	0,8	0,2	0,1	1,8	1,9	2,0
BH4	0,0	0,0	14,5	25,4	27,4	14,1	6,9	4,8	0,6	6,4	7,0	15,9
BH5	2,3	1,5	18,3	25,6	23,5	14,7	7,9	2,2	1,0	3,0	4,0	6,2
DH1	0,0	1,9	8,3	13,7	19,0	21,3	12,8	4,6	3,7	14,5	18,2	23,7
DH2	0,0	2,9	15,6	16,6	18,0	17,5	11,8	4,2	2,7	10,7	13,4	25,2
DH3	0,0	8,6	16,9	16,2	14,9	13,9	9,5	3,4	2,1	14,6	16,7	20,1
DH4	0,0	4,9	9,7	5,9	7,8	18,7	25,3	7,8	4,0	16,0	19,9	27,7
DH5	16,2	9,5	12,2	10,3	12,9	13,7	8,2	2,6	1,6	12,9	14,5	17,1
DH6	0,0	7,8	15,4	22,1	15,4	11,7	7,4	2,5	1,2	16,5	17,7	20,2
DH7	0,0	2,1	2,9	3,5	5,1	11,7	23,2	18,2	25,3	8,1	33,4	51,5
AS1	0,0	0,0	4,6	3,9	9,5	50,5	14,8	2,1	0,8	13,7	14,6	16,6
AS2	0,0	0,0	1,0	2,7	10,2	50,5	23,4	2,7	0,7	8,8	9,6	34,9
AS3	0,0	0,0	7,1	12,4	17,4	25,1	17,2	6,1	0,7	14,0	14,8	20,9
DS1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	34,3	20,3	1,8	39,9	41,7	80,4
DS2	0,0	0,0	12,7	18,2	21,9	16,6	10,9	3,8	2,4	13,6	16,0	26,9
DS3	0,0	0,0	11,6	13,6	16,4	19,4	15,0	5,4	2,6	15,9	18,6	24,0
DS4	0,0	0,0	7,9	13,4	18,6	21,9	13,4	2,5	0,8	21,3	22,2	24,7
BS1	0,0	0,6	1,3	26,5	57,6	6,3	1,1	0,6	0,5	5,6	6,1	6,7

Çizelge 4.22. devamı. Elek analizi dağılımlar, (%)

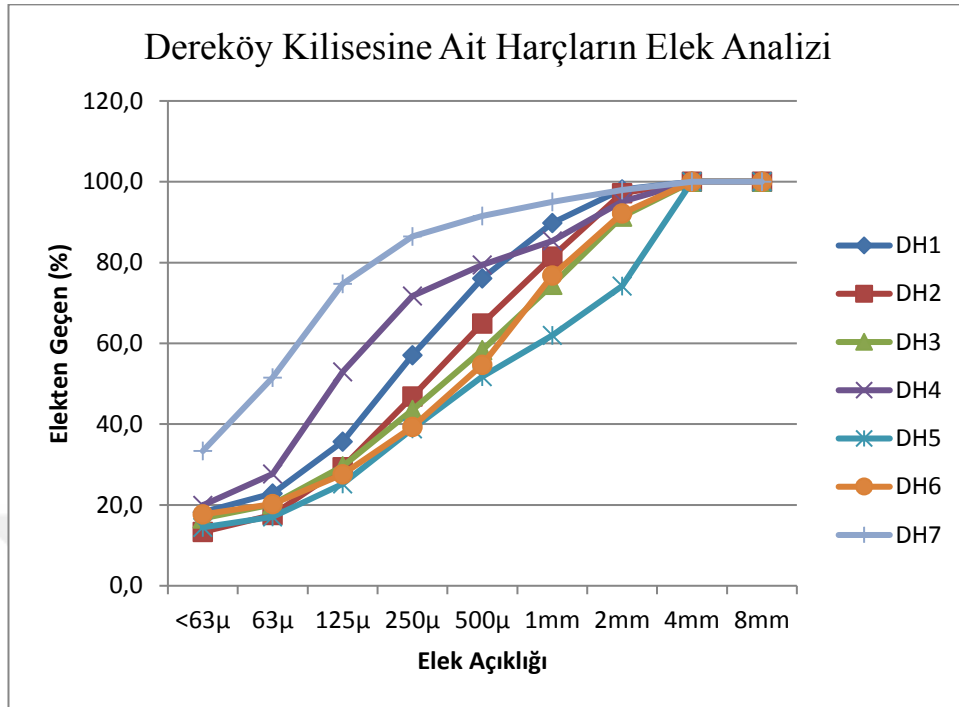
BS2	0,0	0,0	1,4	26,7	45,3	12,5	6,7	2,2	1,2	4,0	5,2	11,9
BS3	0,0	0,0	2,0	26,4	38,3	12,9	9,8	4,7	1,8	4,1	6,0	10,6
BS4	0,0	0,0	3,8	21,4	48,7	11,7	5,5	4,1	0,9	3,8	4,8	12,0
BS5	0,0	0,0	0,7	16,4	56,6	17,7	1,7	1,0	0,5	5,5	6,0	6,9
BS6	0,0	0,0	0,8	9,4	49,6	16,0	8,7	2,4	1,1	12,0	13,1	15,5

Elek analizi sonuçlarına göre; Aydınpınar ve Ballıpınar Kiliseleri'nin harç ve sıva numunelerinde agrega boyutları, elek açıklıklarına göre yüzde değer açısından daha dengeli ilerlerken Dereköy Kilisesi'nin harç ve sıva numunelerinde bu duruma uymadığı saptanmıştır. Bu durum Çizelge 4.27-4.32'de verilen grafiklerde açıkça görülmektedir.

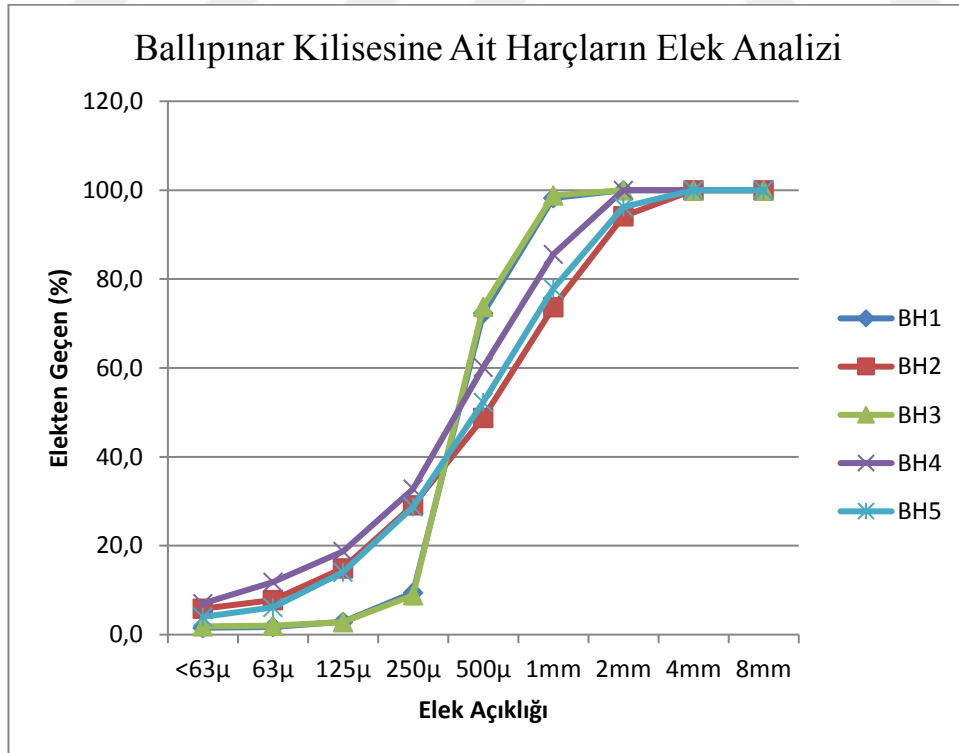
Çizelge 4. 27. Aydınpınar Kilisesi'ne ait harçların elek analizi grafiği



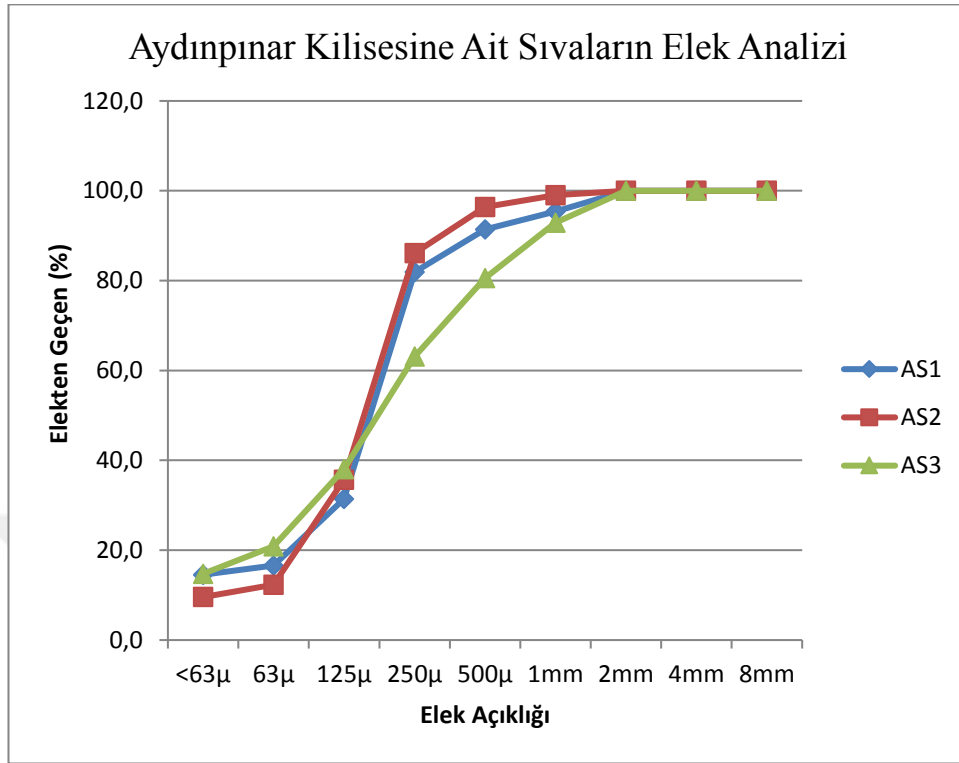
Çizelge 4. 28. Dereköy Kilisesi'ne ait harçların elek analizi grafiği



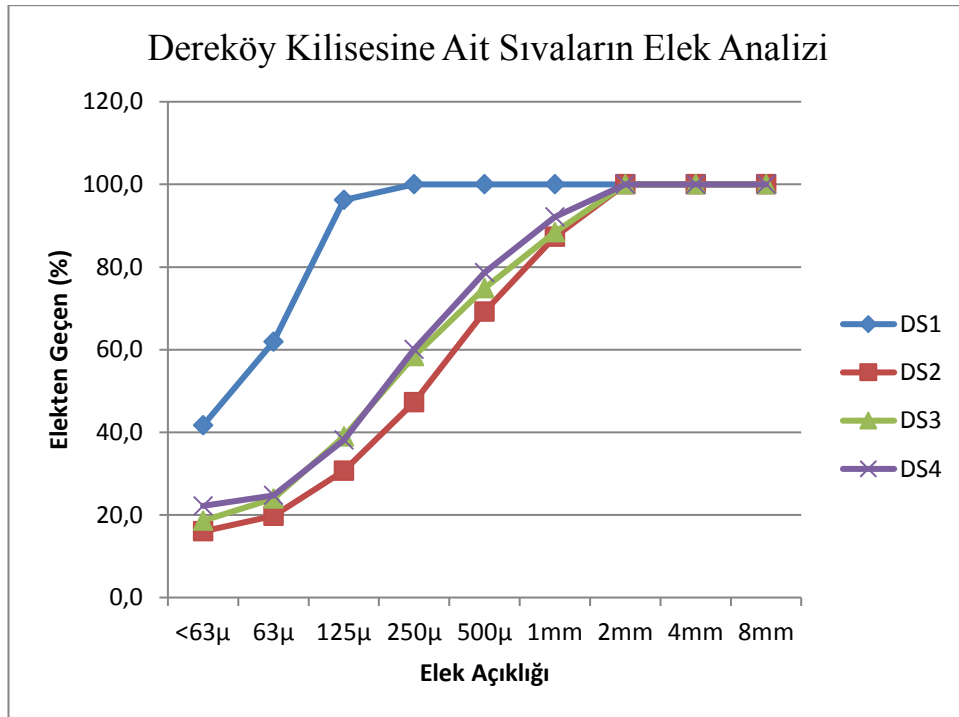
Çizelge 4. 29. Ballıpınar Kilisesi'ne ait harçların elek analizi grafiği



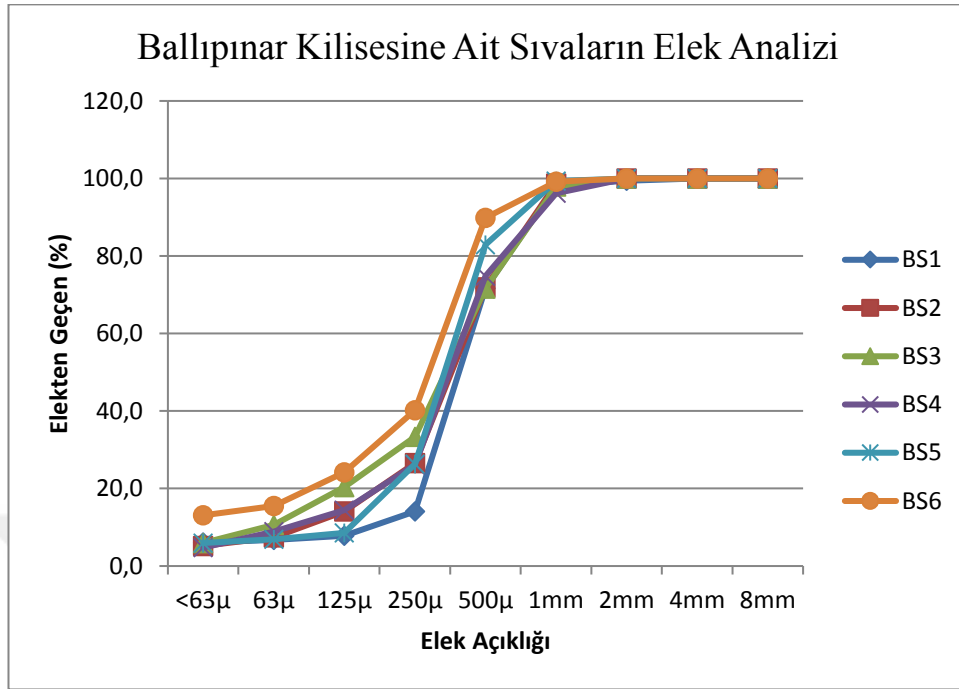
Çizelge 4. 30. Aydınpınar Kilisesi'ne ait sıvaların elek analizi grafiği



Çizelge 4. 31. Dereköy Kilisesi'ne ait sıvaların elek analizi grafiği



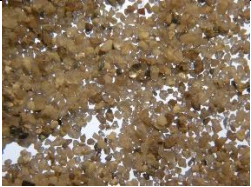
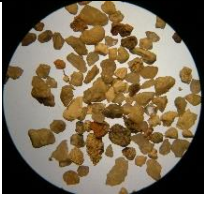
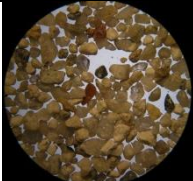
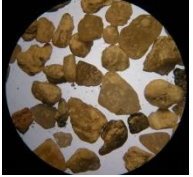
Çizelge 4. 32. Ballıpınar Kilisesi'ne ait sıvaların elek analizi grafiği



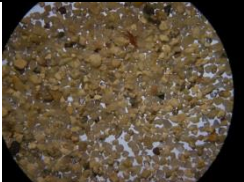
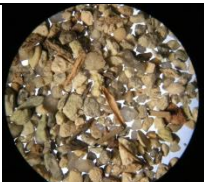
Elek analizi sonrası boyutlarına göre gruplandırılan agregalar mikroskop altında incelenerek kayaç türleri, içerdikleri lifli ve diğer katkılar gözlemlenmiştir. Gözlemlerin ayrıntılı dökümleri Çizelge 4.33-4.34'te verilmiştir.

Bu tabloda Q: Kuvars, F: Feldispat, C: Cüruf, LK: Lifli katkı, TK: Tuğla kırığı, VK: Volkanik kayaç ve B: Biyotit içerikleri için kısaltmalar kullanılmıştır.

Çizelge 4. 33. Elek açıklığına göre dağılımlar, harçlar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar									Agrega Fotoğrafi
	>8mm	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	
AH1	-	%100 VK	%40 Q %50 VK %10 F	%5 C %55 Q %20 VK %20 F	%5 C %55 Q %20 VK %20 F Az m. TK	%10 C %50 Q %15 VK %20 F %5 TK	%15 C %55 Q %15 VK %10 F %5 TK	Sarımsı Toz (Yoğun olarak cüruf içeriyor)	Sarımsı Toz (Yoğun olarak cüruf içeriyor)	 500µ
AH2	-	-	%50 VK %50 Q	Az m. LK ve mika %35 Q %45 VK %10 F %5 TK	%5 C %5 TK %15 F %30 VK %45 Q	%5-10 C %5 TK %10 mika %10-15 F %25 VK %40 Q	%5-10 C %5 TK %10 mika %10-15 F %20 VK %45 Q	Sarımsı Toz (Cüruf ve Tuğla tozu içeriyor)	Sarımsı Toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	 1mm
AH3	%100 VK	%50 VK %50 Q	%40 VK %50 Q %10 F	%10 mika %15 F %30 VK %45 Q Az m. C	%10 mika %10 F %25 VK %50 Q %5 C	%10 mika %10 F %20 VK %50 Q %10 C	%10 mika %15 F %10 VK %50 Q %15 C	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor %20)	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor %20)	 1mm
AH4	-	%35 VK %65 Q	Az m. TK ve C %10 F %30 VK %55 Q	Az m. C %20 F %25VK %55 Q	Az m. C %20 F %20VK %60 Q	%5 C %5 B %15 F %15 VK %60 Q	%10 C %5 B %15 F %10 VK %60 Q	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor %20)	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor %20)	 2mm

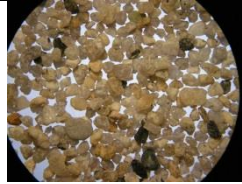
Çizelge 4. 33. devamı Elek açıklığına göre dağılımlar, harçlar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar									Agrega Fotoğrafi
	>8mm	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	
AH5	-	%100 VK	%33 C %33 Q %33 VK	Az m. C %10 mika %15 F %35 VK %40 Q	%5 C %10 mika %10 F %30 VK %45 Q	%5 C %10 mika %10 F %20 VK %55 Q	%10 C %10 mika %10 F %15 VK %55 Q	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor)	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor)	 1mm
AH6	-	-	%10 F %10 LK %60 VK %20 Q	Az m. LK %5 TK %10 mika %10 F %35 VK %40 Q	Az m. C %15 mika %15 F %20 VK %40 Q	%5 C %15mika %15 F %10 VK %55 Q	%10 C %15 mika %15 F %10 VK %50 Q	Sarımsı Toz (Cüruf içeriyor)	Sarımsı Toz (Cüruf içeriyor)	 250µ
DH1	-	%100 VK	%70 VK %30 Q	Az m. mika, TK %5-10 LK %55 VK %40 Q	Az m. mika, TK, C %10-15 LK %40 VK %45 Q	Az m. mika %5 C %5 TK %15-20 LK %35 VK %45 Q	Az m. TK %5-10 C %10-15 LK %30 VK %50 Q	Sarımsı toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	Sarımsı toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	 500 µ
DH2	-	%100 VK	%75 VK %25 Q	Az m. C, mika, %10 F %65 VK %20-25 Q	Az m. TK, LK %5 C %10 mika %10 F %30 VK %45 Q	Az m. TK %5 LK %5-10 C %10 mika %15 F %15 VK %45 Q	Az m. TK %10-15 C %10 F %10 VK %65 Q	Sarımsı toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	Sarımsı toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	 500 µ

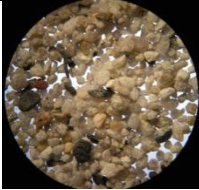
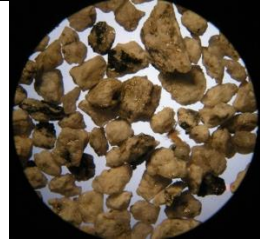
Çizelge 4. 33. devamı Elek açıklığına göre dağılımlar, harçlar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar									Agrega Fotoğrafı
	>8mm	4mm	2mm	1mm	500 μ	250 μ	125 μ	63 μ	<63 μ	
DH3	-	%10 TK %10 F %60 VK %20 Q	%5 TK %10 F %60 VK %25 Q	Az m. C %5 TK %10 F %55 VK %30 Q	Az m. mika, LK %5 C %5 TK %10 F %45 VK %45 Q	Az m. LK %5 TK %5-10 C %10 F %30 VK %50 Q	Az m. mika %5 TK %5-10 C %10 C %10 F %20 VK %55 Q	Gri Toz (Cüruf içeriyor)	Gri Toz (Cüruf içeriyor)	 4mm
DH4	-	%50 TK %50VK	%80 VK %20 Q	Az m. C %70 VK %30 Q	Az m. TK %5 C %60 VK %35 Q	Az m. mika %10 C %50 VK %40 Q	Az m. mika %10 C %45 VK %55 Q	Sarımsı Toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	Sarımsı Toz (Cüruf ve tuğla tozu içeriyor)	 1mm
DH5	%100 VK	%10 LK %10 F %80 VK	Az m. C %5 LK %10 F %65 VK %20 Q	Az m. mika, C %10 F %60 VK %25 Q	Az m. LK, mika %5 C %5 F %55 VK %35 Q	Az m. mika %5-10 C %10 F %40 VK %40 Q	Az m. LK, mika %10-15 C %10 F %25 VK %50 Q	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor)	Sarımsı beyaz toz (Cüruf içeriyor)	 2mm
DH6	-	%100 VK	%5 C %65 VK %30 Q	Az m. mika %5 C %60 VK %35 Q	Az m. mika %5 C %50VK %45 Q	%10 C %40 VK %50 Q	%15 C %30 VK %55 Q	Sarımsı beyaz toz (az miktarda cüruf içeriyor)	Sarımsı beyaz toz (az miktarda cüruf içeriyor)	 2mm

Çizelge 4. 33. devamı Elek açıklığına göre dağılımlar, harçlar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar									Agrega Fotoğrafi
	>8mm	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	
DH7	-	%5-10 VK %90-95 LK	%5 VK %5 Q %90 LK	%10 VK %10 Q %80 LK	%15-20 VK %20-25 Q %60 LK	Az m. TK %5 C %20-25 VK %30-35 Q %40 LK	Az m. C %20VK %60 Q %20 LK	Kahverengi Toz	Kahverengi Toz	 2mm
BH1	-	-	%40 VK %60 Q	Az m. B %5 C %25 VK %70 Q	Az m. TK %5-10 C %20 VK %70 Q	%15 C %5 TK %20 VK %60 Q	%25 C %5 TK %15 VK %55 Q	Sarımsı Toz (Cüruf ve oldukça az tuğla tozu içeriyor)	Sarımsı Toz (Cüruf ve oldukça az tuğla tozu içeriyor)	 1mm
BH2	%100 VK	%25 C %50 VK %25 Q	Az m. TK, mika %10-15 C %10 F %30-35 VK %45 Q	Az m. mika %5 TK %10 F %10-15 C %25-30 VK %45 Q	Az m. mika %5 TK %15-20 C %25 VK %50 Q	%10 F %20-25 C %15 VK %55 Q	%10 F %25-30 C %10 VK %55 Q	Sarımsı toz (Cüruf içeriyor)	Sarımsı toz (Cüruf içeriyor)	 500µ

Çizelge 4. 33. devamı Elek açıklığına göre dağılımlar, harçlar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar									Agrega Fotoğrafi
	>8mm	4mm	2mm	1mm	500μ	250μ	125μ	63μ	<63μ	
BH3	-	-	%10 F %40 VK %50 Q	Az m. TK %10 F %10-15 C %20 VK %55 Q	Az m. TK %10 F %10-15 C %20 VK %55 Q	%5 TK %20 C %10 F %20 VK %45 Q	%5 TK %20-25 C %10 F %10-15 VK %50 Q	Sarımsı toz (Cüruf içeriyor)	Sarımsı toz (Cüruf içeriyor)	 500μ
BH4	-	-	Az m. LK %10-15 C %10 F %25 VK %50 Q	Az m. TK %10 C %10 F %25-30 VK %50 Q	%5 TK %10-15 C %10 F %20 VK %55 Q	%5 TK %15-20 C %10 F %10 VK %60 Q	%5-10 TK %15-20 C %10 F %10 VK %55 Q	Kahverengi toz	Kahverengi toz	 1mm
BH5	%100 VK	%100 VK	Az m. TK %5 C %10-15 F %20-25 VK %55 Q	%5-10 C %10-15 F %10-15 VK %65 Q	Az m. TK %10-15 C %10 F %25 VK %55 Q	Az m. TK %15-20 C %10 F %15 VK %55 Q	Az m. TK %20 C %10 F %10 VK %60 Q	Sarımsı Toz (Cüruf içeriyor)	Sarımsı Toz (Cüruf içeriyor)	 1mm

Çizelge 4. 34. Elek açıklığına göre dağılımlar, sıvalar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar								
	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	Filtre Kağıdı
AS1	-	%90 LK %10 VK	%70 LK %20 VK %10 Q	%60 LK %20 VK %20 Q	%50 Q %15 VK %35 LK	%50 Q %15 VK %35 LK	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Lifli katkı içeren gri toz
AS2	-	%80 LK %20 VK	%65 LK %10 VK %25 Q	%40 LK %10 VK %40 Q %5 C %5 mika	%35 LK %10 VK %45 Q %5 C %5 mika	%30 LK %10 VK %50 Q %5 C %5 mika	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Lifli katkı içeren açık gri toz
AS3	-	%15 LK %55 VK %30 Q	%15 LK %45 VK %40 Q	%15 LK %25 VK %5 mika %55 Q	%15 LK %15 VK %5 mika %65 Q	%15 LK %15 VK %5 mika %65 Q	Açık Gri Toz	Açık Gri Toz	Lifli katkı içeren gri toz
DS1	-	-	-	-	%20 VK %80 Q	%10 VK %90 Q	Gri Toz	Gri Toz	Gri Toz
DS2	-	%35 LK %60 VK %5 Q	Az m. TK %25 LK %50 VK %15 Q %10 C	%5 TK %20 LK %35 VK %30 Q %10-15 C	%5 TK %15 LK %30 VK %45Q %15 C	%5 TK %10 LK %20 VK %45Q %20 C	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Lifli katkı içeren gri toz

Çizelge 4.34. devamı Elek açıklığına göre dağılımlar, sıvalar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar								
	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	Filtre Kağıdı
DS3	-	%50 LK %40 VK %10 Q	%5 C %40 LK %35 VK %20 Q	%10 C %15 LK %30 VK %45 Q	%15 C %15 LK %25 VK %45 Q	%15 C %10 LK %20 VK %55 Q	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Lifli katkı içeren açık gri toz
DS4	-	%10 LK %75 VK %15 Q	%5 TK %10 C %15 LK %45 VK %25 Q	%5 TK %10 C %15 LK %35 VK %35 Q	%5 TK %15 C %10 LK %30 VK %40 Q	%5 TK %20 C %10 LK %20 VK %45 Q	Gri Toz	Gri Toz	Lifli katkı içeren gri toz
BS1	%100 VK	%5 LK %5 C %70 VK %20 Q	Az m. TK %5 LK %20 C %25 VK %50 Q	Az m. TK %5 LK %20 C %20 VK %55 Q	%5 LK %20 C %15 VK %60 Q	%5 LK %25 C %10 VK %60 Q	Açık Gri Toz	Açık Gri Toz	Az miktarda lifli katkı içeren açık gri toz
BS2	-	%20 C %30 VK %50 Q	%20 C %25 VK %55 Q	%25 C %25 VK %50 Q	%25 C %20 VK %55 Q	%30 C %10 VK %60 Q	Açık Gri Toz	Açık Gri Toz	Lifli katkı içeren açık gri toz

Çizelge 4.34. devamı Elek açıklığına göre dağılımlar, sıvalar

Örnek Kodu	Elek Açıklığına Göre Dağılımlar								
	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	Filtre Kağıdı
BS3	-	%10 LK %10 C %25 VK %55 Q	%10 LK %10 C %20 VK %60 Q	%5 LK %15 C %15 VK %65 Q	%5 LK %15 C %15 VK %65 Q	%5 LK %20 C %10 VK %65 Q	Açık Gri Toz	Açık Gri Toz	Lifli katkı içeren açık gri toz
BS4	-	%20 C %30 VK %50 Q	Az m. TK, LK %15-20 C %25 VK %50 Q	Az m. LK %15-20 C %15 VK %65 Q	%20 C %10 VK %70 Q	%20 C %10 VK %70 Q	Açık Gri Toz	Açık Gri Toz	Lifli katkı içeren gri toz
BS5	-	%70 LK %10 C %10 VK %10 Q	%25 LK %20 C %10 VK %45 Q	%20 LK %25 C %10 VK %45 Q	%20 LK %25 C %10 VK %45 Q	%10 LK %25 C %5 VK %60 Q	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Açık Gri Toz (lifli katkı parçacıkları içeriyor)	Lifli katkı içeren açık gri toz
BS6	-	%25 C %50 VK %25 Q	%25 C %25 VK %50 Q	%25 C %20 VK %55 Q	%25 C %15 VK %60 Q	%20 C %10 VK %30 Q	Açık Kahverengi Toz	Açık Kahverengi Toz	Açık Kahverengi Toz

Örneklerin agrega kısımlarının genellikle kuvars, feldspat ve volkanik kayalar içeren oluşan kumdan oluştuğu görölmektedir.

Mikroskop altı görüntülerine dayanarak kumları, dere ve ocak kumu diye ayırmak mümkündür. Dere kumu yuvarlak kenarlı kayalar ve opak kuvarslar içerirken, ocak kumu köşeli kayalar ve şeffaf kuvars parçaları içermektedir (Pekmezci 2012, Cliver 1974). Tuğla kırığı ve tozu, saman, kırık vb. lifli katkıları, odun kömürü, kil gibi malzemeler kullanılan diğerk katkıları oluşturmaktadır.

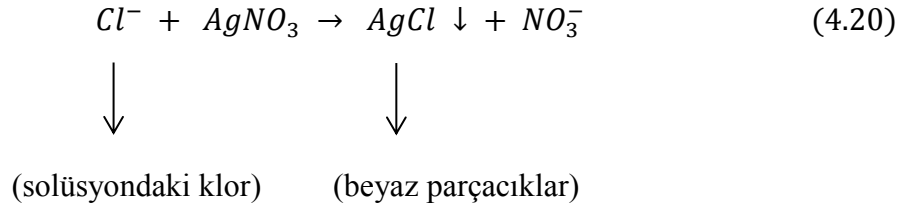
4.4.4. Tuz, Protein-Yağ ve İletkenlik Analizleri

Malzemelerde bozulmalara neden olan tuzların, çalışılan yapılardan alınan numuneler içerisindeki varlıklarının tespit edilebilmesi için nitrat, klor, sülfat ve karbonat iyonları tespitlerini kapsayan tuz analizleri yapılmıştır.

Tuz testi için 1gram toz numune 100 ml deiyonize su içinde dağıtılarak süspansiyonlar hazırlanmıştır. Çözelti 48 saat bekletilmiş ve ara ara baget ile karıştırılmıştır. Süspansiyonun iletkenliği kondaktometre ile ölçülmüş ve değerler kaydedilmiştir. 2 gün sonunda katı kısım ile sıvı kısım (stok çözelti) ayrılmıştır. Çözeltide (stok çözelti) bulunan suda çözünebilir klorür (Cl^-), nitrat (NO_3^-), sülfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}) ve fosfat (PO_4^{3-}) tuzlarının varlığının tespit edilmesi amacıyla spot testler yapılır (KUDEB 2011). Basit çökelme reaksiyonlarıyla varlığı belirlenen bazı tuzların varlığı (- ile +++) aralığında değerlendirilmiştir.

Klorür (Cl^-) Testi

KUDEB'e göre deneyin yapılışı şu şekildedir: Hazırlanan stok çözeltiden yaklaşık 5'er ml örnek iki ayrı deney tüpüne alınır. Örneklerden birisi şahit numune olarak kalırken, diğerkine 1 - 2 damla nitrik asit (HNO_3) ve 2 - 3 damla gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi (0,1 M) eklenir. $AgNO_3$ çözeltisi ilave edilen örnekte aşağıdaki reaksiyona göre (4.20) beyaz renkli gümüş klorür çökelmesi örnekte klorür varlığını gösterir.



Cl^- : Çözeltideki klor iyonu

$AgNO_3$: Gümüş nitrat

$AgCl$: Beyaz çökelti

NO_3^- : Nitrat iyonu

Gözle görülebilen bulanıklılığı kontrol amacıyla şahit olarak 2 ve 5 mg/l klorür içeren sodyum klorür (NaCl) çözeltisi hazırlanmalı ve bu çözeltilere de 2 - 3 damla $AgNO_3$ çözeltisi damlatılarak bulanıklık olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Yapı malzemelerinde klorür tuzu varlığı toprak, deniz suyu, çimento veya yeterince temizlenmeyen deniz kumu gibi malzemelerden kaynaklanabilir. Klor tuzu kaynağı zeminse belli seviyeye kadar çıkar, denizse bütün yüzeyde oluşur fakat yağmur etkisiyle yüzeydeki tuz miktarı azalabilir. Kaynak çimento veya onarım malzemesi ise onarım yapılan bölgelerin yakın çevresinde tuz varlığı tespit edilir (KUDEB 2011).

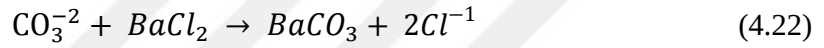
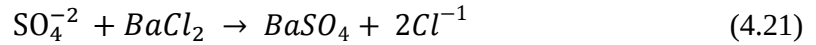
Nitrat (NO_3^-) Testi

Malzeme içerisindeki nitratın tespiti için, hazırlanmış olan stok çözeltilerden 1–2 damla, saat camına damlatılmış, üzerine birkaç kristal difenilamin eklenerek karıştırılmış ve laboratuvar ortamında kurumaya bırakılmıştır. Kurumuş çözeltinin üzerine 1-2 damla konsantre sülfürik asit (H_2SO_4) damlatılarak mavi-mor renk oluşumu gözlemlenmiş ve renk değişimi ile nitrat varlığı tespit edilmiştir.

Nitrat tuzları genellikle yapının içerisinde veya çevresinde yaşayan canlıların (kuşlar, mikroorganizmalar vb.) atıkları, eserin konumu ve çevresel faktörler (yapı çevresinde kullanılan gübreler, atık sistemlerinin eserle ilişkilmesi vb.) ve atmosferik kirlilik gibi nedenlerle yapı malzemelerine nüfuz ederler (KUDEB 2011).

Sülfat (SO_4^{-2}) ve Karbonat (CO_3^{-2}) Testi

Testler için hazırlanan stok çözeltiden 5 ml. numune deney tüpüne alındı. Bu çözeltiye 2-3 damla baryum klorür çözeltisi (BaCl_2) (%10'luk) eklenir. BaCl_2 'ün eklenmesinden sonra beyaz çökeltme olması numunede sülfat ve/veya karbonat iyonlarının varlığını göstermektedir (KUDEB 2011). Gerçekleşen kimyasal tepkimler aşağıdaki şekildedir (4.21-4.22)



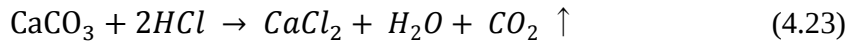
SO_4^{-2} : Çözeltideki sülfat iyonu

BaCl_2 : Baryum klorür

BaSO_4 : Beyaz parçacıklar

Cl^{-1} : Klor iyonu

Beyaz çökeltme oluşan örnekler santrifüje konulduktan sonra üzerindeki berrak çözelti atılmıştır. Baryum karbonat (BaCO_3), hidroklorik asit (HCl) ile aşağıdaki reaksiyon ile karbondioksit (CO_2) gazı çıkışı ile çözünebilirken, baryum sülfat (BaSO_4) reaksiyon vermemektedir. Çökeleğe 1-2 damla %10'luk HCl çözeltisi damlatıldığında gaz çıkışı ile çökeleğin kaybolması karbonat iyonu (CO_3^{-2}) varlığını, gaz çıkışı gözlenmemesi sülfat iyonunun (SO_4^{-2}) varlığını gösterir. Karbonat iyonu varlığında ortamda çökeleğin kalması ise hem sülfat hem de karbonat iyonu varlığını göstermektedir (KUDEB 2011).



CaCO_3 : Kalsiyum karbonat (çözünmeyen madde)

HCl : Hidroklorik asit

CaCl_2 : Kalsiyum klorür (çözünür madde)

CO_2 : Karbondioksit gazı

Sülfat tuzu, hava kirliliğine maruz kalmış karbonatlı malzemelerden, onarımlardan veya bağlayıcının cinsinden de kaynaklanabilir. Sülfat tuzu; nem, rüzgâr ve sıcaklık etkisiyle yapı elemanlarının yüzeyine taşınan, kimyasal ve aşındırıcı özelliği olan maddeler yapının cephelerinde bozulmalara ve ciddi tahribatlara yol açabilirler. Araştırma yapılmasının sebebi sülfatın kaynağının (boya, astar veya alçıtaşı oluşumu) tespit edilerek koruma yönteminin önerilmesidir (KUDEB 2011).

İletkenlik Ölçümü

İletkenlik; çözeltilerin elektrik akımını iletme yeteneğidir. Toz haline getirilmiş sıva veya harç örneklerinden tuz testi için hazırlanmış stok çözeltilerin ilgili spot testleri bittikten sonra iletkenlikleri ölçülür.

Stok çözeltinin hazırlanmış olduğu deiyonize suyun iletkenlik değeri 8 - 10 μ S olduğundan; harç veya sıvanın içerdiği tuz ve safsızlıklardan kaynaklanan bir iletkenlik değeri tespit edilir. Bu değer ve suyun iletkenliği; sudaki iyonların türü, toplam iyon konsantrasyonları, sıcaklık gibi parametrelere bağlıdır (KUDEB 2011).

Protein ve Yağ Testleri

Bu testlerin amacı, malzemeye yapılan uygulamalarda protein ve / veya yağ esaslı maddelerin kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi ve koruma-onarım çalışmasında uygulanacak bağlayıcı, koruyucu ve sağlamlaştırıcının niteliğinin tespit edilmesidir.

Proteinin varlığı örneğin cinsine göre değişkenlik gösterir. Harç veya sıva örneklerinde tespit edilen protein varlığı; genellikle yumurta, kan, kazein, kıtık, bitki lifleri, hayvan kılları gibi malzemenin içinde bulunan protein esaslı katkı maddelerinden kaynaklanmaktadır (KUDEB 2011).

Protein Testi

Ucu kapatılmış bir kapiler tüpe bir miktar toz örnek alınır. Ucu reaktifte batırılmış küçük bir parça süzgeç kağıdı kapiler tüpün açık ucuna yerleştirilir. İspirto ocağı alevinde

ısıtılan örnekten çıkan gazlar kağıtta pembe - mor renk oluştursa örnekte protein vardır (KUDEB 2011).

Yağ Testi

Saat camı veya cam tabla üzerine bir miktar toz örnek konur. Üzerine birkaç kristal bakır sülfat (CuSO_4) eklenerek, birkaç damla konsantre hidrojen peroksit (H_2O_2) ile muamele edilir. Üzerine birkaç damla konsantre amonyak (NH_3) çözeltisi eklendiğinde kalıcı sabun köpüğü oluşursa örnekte yağ vardır (KUDEB 2011).

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen bulgu ve değerler Çizelge 4.35'te verilmiştir. Hazırlanan tabloda kullanılan işaretler aşağıdaki şekilde yorumlanmaktadır.

-: yok

$\pm$:tespit edilebilir miktarda var

+: az miktarda var

++:kabul edilebilir miktarda var

+++mebzul miktarda var

Çizelge 4. 35. Tuz, Protein-Yağ ve İletkenlik Analizleri

Örnek No	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	Protein	Yağ	İletkenlik (μs)
AH1	++	++	$\pm$	$\pm$	-	+	276
AH2	++	+	-	-	-	+	206
AH3	++	+	-	-	-	+	233
AH4	++	++	-	-	-	+	247
AH5	++	+	-	-	-	+	221
AH6	+++	++	-	-	-	+	525
BH1	++	++	-	-	-	+	539
BH2	+	+++	$\pm$	-	-	-	666
BH3	++	+	-	-	-	-	578
BH4	+++	++	-	-	-	+	572
BH5	++	++	-	-	-	-	502
DH1	++	+	++	-	+	+	394
DH2	++	++	-	-	-	+	356
DH3	++	+	$\pm$	-	-	+	253
DH4	++	+	-	-	-	+	226
DH5	+++	+++	$\pm$	-	-	+	614

Çizelge 4.35 devamı. Tuz, Protein-Yağ ve İletkenlik Analizleri

Örnek No	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	Protein	Yağ	İletkenlik (μs)
DH6	++	+	++	-	-	+	688
DH7	++	$\pm$	-	-	+	+	257
AS1	++	+++	-	-	+	+	448
AS2	++	$\pm$	-	-	+	-	300
AS3	++	$\pm$	-	-	+	+	249
DS1	+	-	++	+	-	+	691
DS2	++	$\pm$	++	+	+	+	405
DS3	++	+	++	++	+	+	393
DS4	++	+	++	+	+	-	286
BS1	+	-	-	-	-	+	400
BS2	+	-	-	-	-	+	344
BS3	+	+	-	-	-	+	307
BS4	+	+	-	-	$\pm$	+	342
BS5	+	+	-	-	+	+	301
BS6	+	+	-	-	-	+	316

Deney Sonucu

Yapılan tuz testleri sonucunda SO_4 tuzlarının Dereköy Kilisesi'nden alınan harç ve sıva numunelerinde görülme oranının diğer kiliselere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sülfat tuzlarının en önemli kaynağı atmosferdeki kirliliktir. Bunun dışında deniz suyu da bir miktar sülfat tuzu içermektedir. Ayrıca bu tuzlar tarım alanlarına yakın yerlerde kapilerite yöntemi ile de yapı bünyesine katılabilmektedir. Dereköy Kilisesi diğer kiliseler ile karşılaştırıldığında yerleşim yerinin bir miktar daha çeperinde ve tarım arazilerine daha yakın konumda bulunmaktadır.

İncelenen yapıların tümünden alınan numunelerde klor ve nitrat tuzlarının varlığı saptanmıştır. Nitrat tuzları tarım arazilerinde kullanılan gübrelerde, yer altı sularında ve bazı hayvan dışkılarından (kuş vb.) kaynaklanabilir. Klor tuzları ise deniz sularından ve bazı yapı malzemelerinin bünyesinde bulunabilir. Yapıda kullanılan kum deniz kumu ise, deniz kumları tuz taşıdığı için yapılan tuz testlerinde de Cl^- iyonlarına rastlanmıştır olabilir.

Kılcal su emme yolu ile yer altı sularının yapı boyunca yükselmesi ile ortamda bulunan suda çözünebilen tuzlar yapı bünyesine katılır.

Suda çözünebilir tuzların yapı malzemesi bünyesine girmesi sonucu malzemelerin ayrışma ve yıpranma süreci hızlanır.

Yüzeyleri sararak büyüyen bitkiler nedeniyle, yüzeyler uzun süre nemli kalmaktadır. Bu durum yüzeyleri, akıntı-sızıntı ya da donma etkileri gibi birçok bozulmaya karşı açık hale getirmektedir (Pekmezci 2012, Ingham, 2009). Dereköy ve Aydınşınar Kiliseleri'nde bitkilenme görülmektedir. Bu bitkilenme kilise zeminleri ile sınırlı kalmayıp kiliselerin beden duvarlarında duvarları saran bitkiler şeklinde de karşımıza çıkmaktadır. Yoğun bitkilenme görülen bu kiliselerde sıva tabakaları büyük oranda bozulmuş durumdadır.

4.4.5. Petrografik Analiz

Bu analiz ile kayaçları meydana getiren mineraller ve bu minerallerin oluşturduğu doku, minerallerdeki ayrışma, bozunma gibi durumlar tespit edilir. Kayaçların kökeni, oluşumu ve jeolojisi tanım için büyük önem taşımaktadır. Birçok taş aynı mineralojik ve kimyasal yapıya sahip olmasına rağmen, görünüş, jeolojik durum ve oluşumları bakımından birbirinden tamamen ayırdırılır (KUDEB 2011).

Taş numunelerin petrografik analizleri yapılmış ve bu analiz sonucunda malzeme cinsleri saptanmıştır. Bu analiz AT1, AT2, AT5, DT3, DT4, DT5 VE BT2 numunelerine uygulanmıştır. Analiz MTA, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi tarafından yapılmıştır. Analiz için verilen örneklerin boyutu 5x5x5 cm'dir. Kayaç örneklerinin mineralojik bileşimleri, dokusal özellikleri ve alterasyon görülen numunelerde alterasyon özellikleri belirlenmiş ve uygun sınıflama sistematiklerine göre numuneler adlandırılmıştır. Taş numunelerin petrografik tanımlamaları Çizelge 4.36'da verilmiştir. İnce kesitleri yapılmış numunelerin polarizan mikroskopta fotoğraf

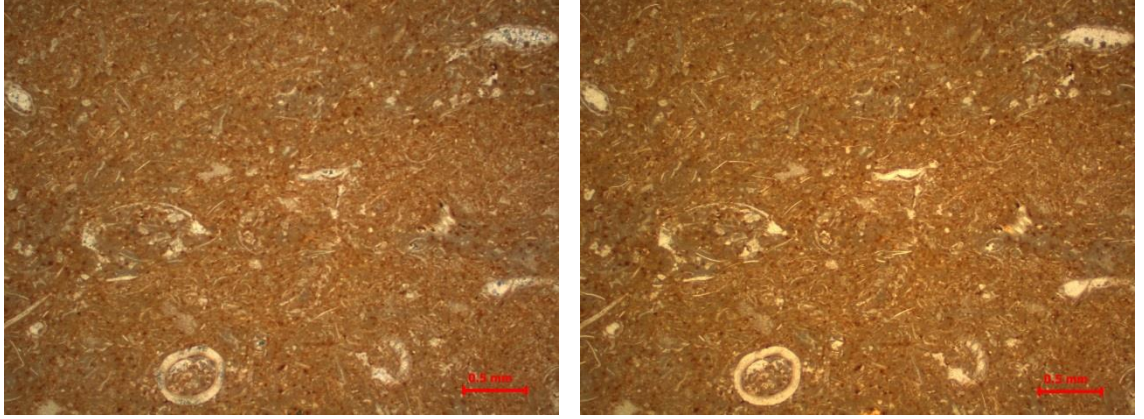
çekimleri yapılmıştır. Numunelere ait ikişer adet (1 adet çift nikol, 1 adet tek nikol) incekesit fotoğrafları Şekil 4.4-4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4. 36. Taş numunelerin petrografik tanımlaması

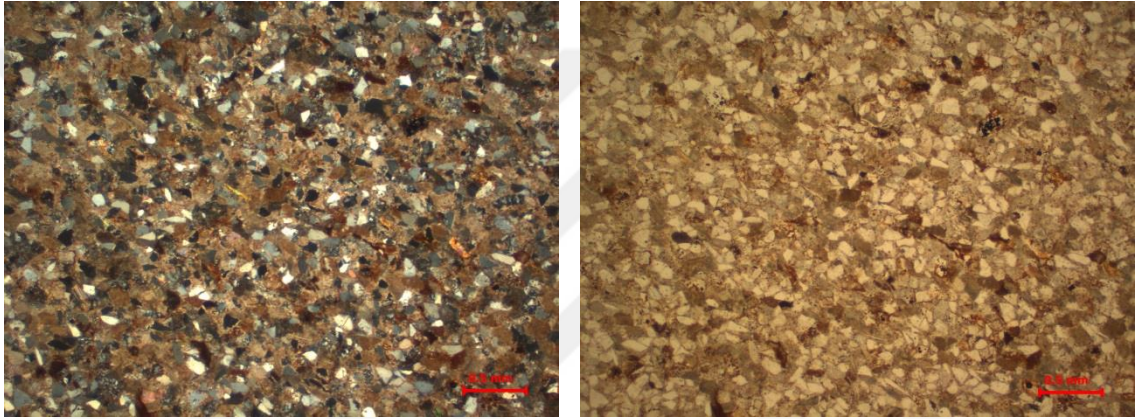
Numune Kodu	Petrografik Tanımlama
AT1	Homojen dağılımlı olarak mikrofosil – fosil kavkı parçaları içeren (bu fosil kavklarının içleri ikincil karbonat mineralleri ile dolgulanmış durumdadır), yer yer az oranda opak malzeme ve çok az oranda kuvars mineralleri içeren biomikrit kayadır.
AT2	Kırıntılı dokusunu kuvars parçaları, feldspat parçaları, karbonat parçaları, muskovit parçaları, klorit parçaları/kloritleşmiş mineral parçaları, mikrofosil – fosil kavkı parçaları, mikrit parçalar, silisifiye parçalar, opaklaşmış parçalar, kuvarsit parçaları/ polikristalin kuvars parçaları, metamorfik ve volkanik kayalar parçalarının oluşturmaktadır. Bu kırıntılar genellikle ince ve çok ince kum boyunda, homojen dağılımlıdır. Örnekte kırıntı oranı oldukça fazla ve küçük taneli karbonat minerallerinden oluşan bağlayıcı oranı düşüktür. Numune kumtaşıdır.
AT5	Bileşimini karbonat minerallerinin oluşturmaktadır (çamur şeklinde, mikrit). Numune; küçük ve orta boyutlarda, düzensiz şekilli ve bol miktarda, ikincil karbonat mineralleri ile dolgulanmış boşluklar bulundurmaktadır. Numune karbonat çamurtaşı/mikrit kayadır.
DT3	Bileşimi; pelloidler, mikrofosil – fosil kavkı parçaları (az oranda, küçük taneli ve homojen dağılımlı), ekstraklastlar/epiklastikler (kuvars parçaları, plajiolaz parçaları, mika parçaları, altere mineral ve/veya kayalar parçaları ile alt zemini karbonat minerallerinden (mikrit) oluşmaktadır. Numune pelmikrit kayadır.

Çizelge 4.36 devamı Taş numunelerin petrografik tanımlaması

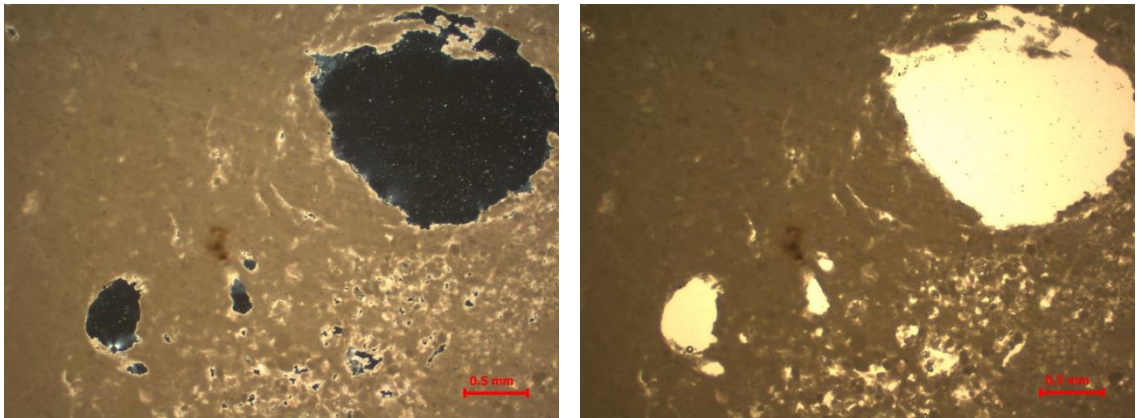
DT4	Ana bileşenleri; kayaç parçaları, mineral parçaları (feldspat mineralleri), mikrofosil – fosil kavkı parçalarıdır. Bağlayıcıyı oluşturan mineral içeriği kesit içinde değişim göstermekte olup yer yer sadece kil, yer yer kil+klorit, yer yer olası kil+demiroksit-hidroksit, yer yer de kil+klorit+demiroksit-hidroksit minerallerinden oluşmakta olup bağlayıcıyı oluşturan mineral içeriğine dayanılarak mikro ve makro olarak renk farklılığı gelişmiştir. Numunede ince ve orta kalınlıklarda dolgulu kırıklar ve damarlar mevcuttur. Numune kumtaşıdır.
DT5	Bileşenlerini; küçük taneli, homojen dağılımlı karbonat mineralleri ile dolgulu kırıklar ve damarlar (kılcal, ince ve orta kalınlıklarda; kılcal olanlar kriptokristalin karbonat, bazıları kızılımsı kahverengi demiroksit-hidroksit mineralleri ile ince ve orta genişlikte olanlar kriptokristalin karbonat+sarımsı kahve renkli opak mineraller ile dolgulanmış) oluşturmaktadır. Oluşan karbonat minerallerinde yaygın rekristalizasyon devam etmekte ve kırık hatları boyunca minerallerde kırılmalar, ufalanmalar ve rekristalizasyona bağlı yeni mineral oluşumları izlenmektedir. Yapısal kuvvetlerin etkisiyle gelişen ince genişlikler ve ikincil minerallerle dolgulu kırıklar numuneye yer yer breşik görüntü kazandırmış olup, karbonat minerallerinde basınç yönüne dik konumda yer yer belirgin yönlendirme ve uzamalar gözlenmektedir. Numune rekristalize kireçtaşıdır.
BT2	Numuneye yapılan mikroskobik tanımlamaya göre örneğin dokusu lepidogranoporfiroblastiktir. Bileşenleri plajiyoklazi mineralleri, kuvars, mika (biyotit), epidot ve sfen mineralleridir. Numunede bünyedeki demirin açığa çıkmasıyla oluştuğu düşünülen çok ince genişlikte kahverengi demiroksit – hidroksit minerallerinin oluşturduğu düşünülen ince seviyeler bulunmaktadır. Kataklazmanın etkisiyle, yaygın kırılmalar, kuvars minerallerinde yoğun yeni kristal oluşumları (rekristalizasyon), porfiroblastlarda yaygın kırılmalar gelişmiştir. Numune kuvarso – feldspatik epidot mika gynaştir.



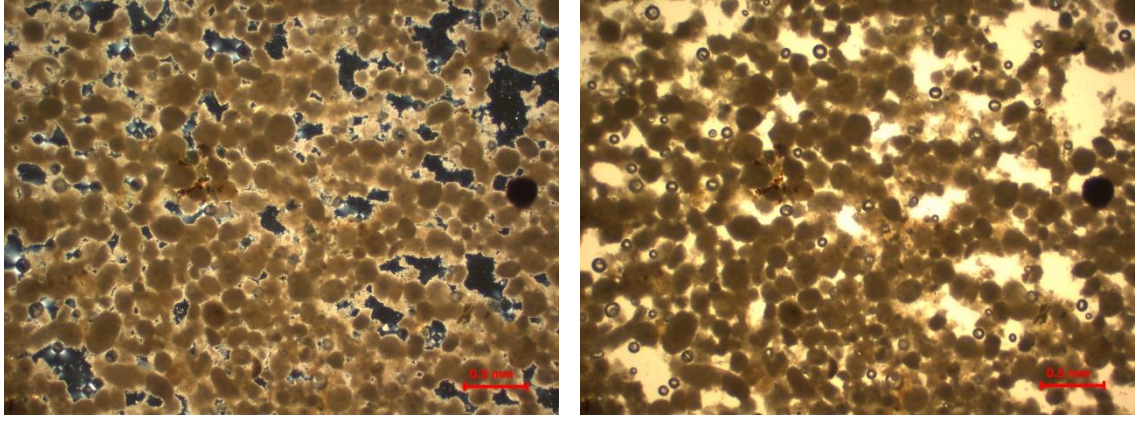
Şekil 4. 4. AT1 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları



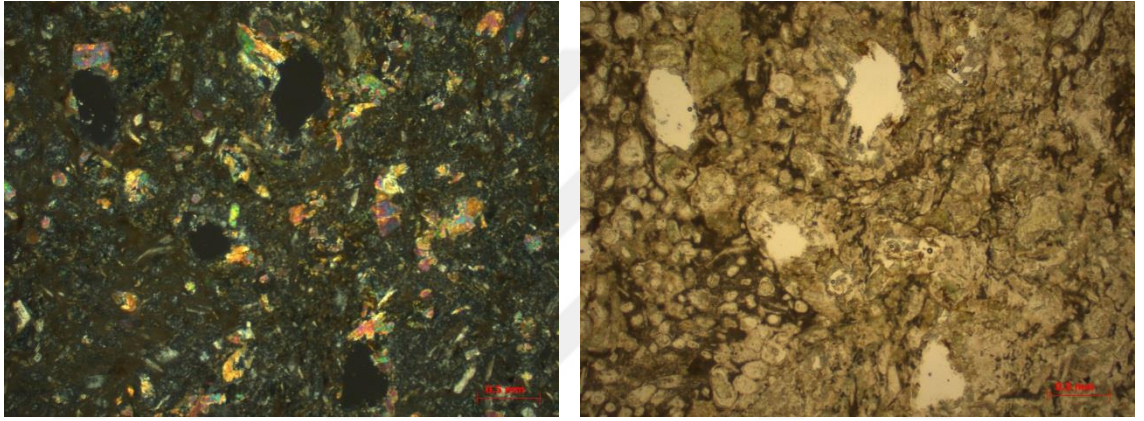
Şekil 4. 5. AT2 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları



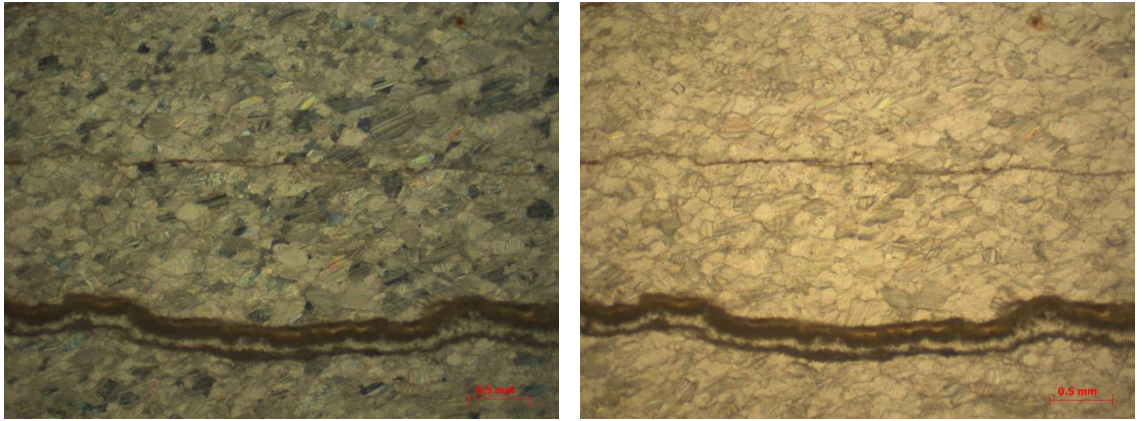
Şekil 4. 6. AT5 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları



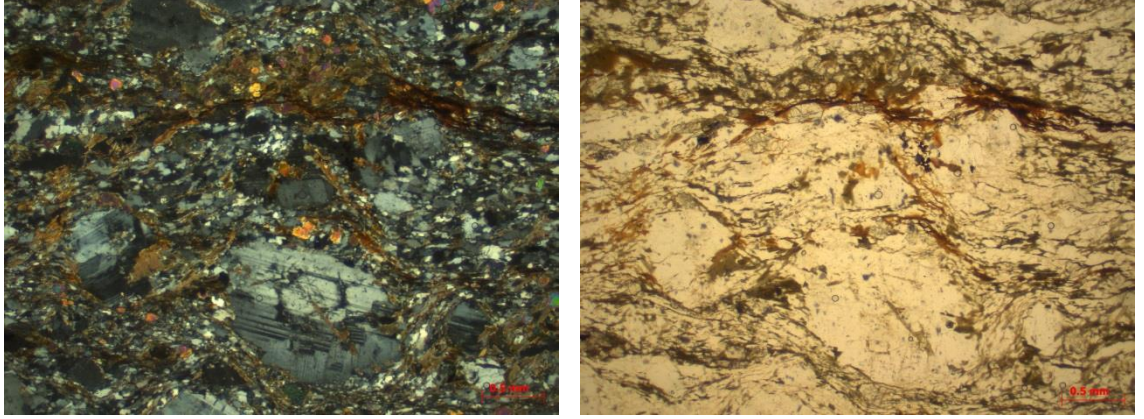
Şekil 4. 7. DT3 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları



Şekil 4. 8. DT4 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları



Şekil 4. 9. DT5 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları



Şekil 4. 10. BT2 numunesi incekesit (solda çift, sağda tek nikol) fotoğrafları

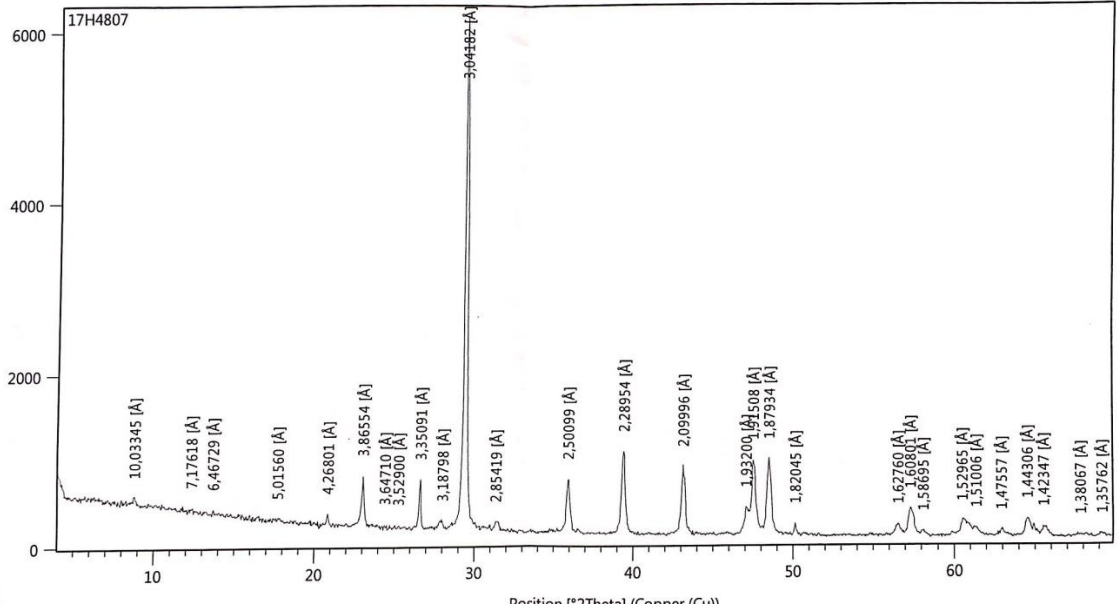
4.4.6. X-Işını Kırınımı (XRD) Analizi

Kimyasal ve mikroskopik analizlere ek olarak, X-ışını kırınımı (XRD) analizi, kristal halde bulunan, harç içindeki bağlayıcıların ve agrega türlerinin tanımlanması için kullanılabilir (Middendorf ve ark. 2005a). Görsel analiz kullanılarak nitel bir değerlendirmeyi takiben, bağlayıcı (kireç, alçıtaşı, çimento ve diğer hidrolik bileşenler) ve agrega (silisli, kalkerli ve diğer doğal veya yapay agregalar) X-ışını kırınım analizi (XRD) ile tanımlanabilir (Middendorf ve ark. 2005b).

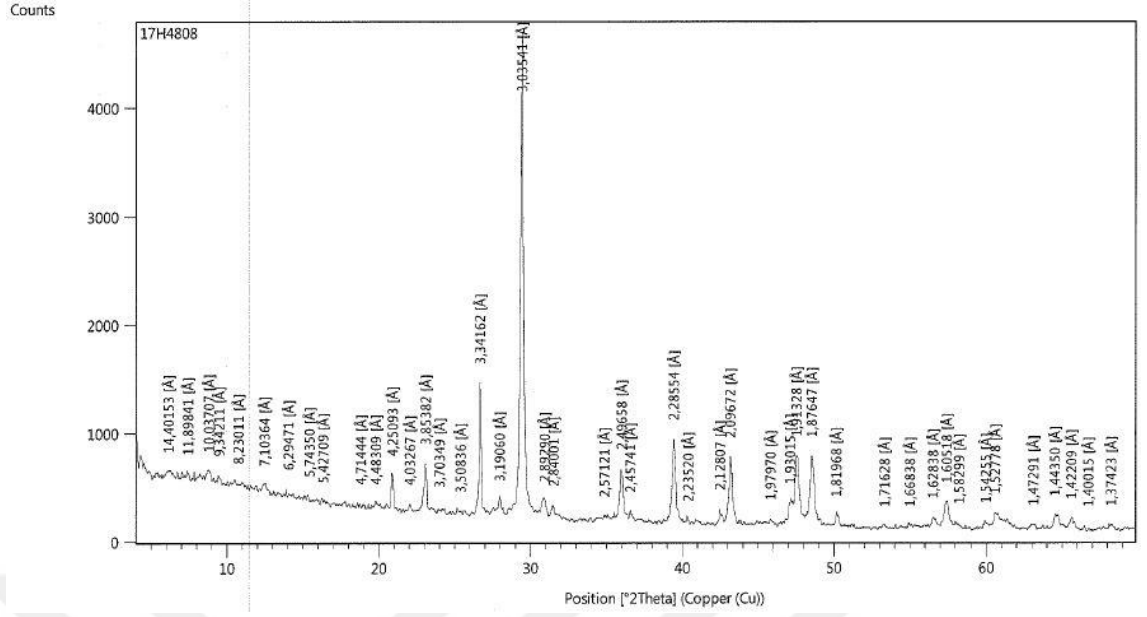
Kiliselerden alınan harç numunelerden üç tanesine MTA, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi tarafından XRD analizi yapılmıştır. X-Işını Kırınımı (XRD) yöntemi ile standart kalitatif mineral analizi yapılmış, numuneler toz haline getirilerek XRD difraktogram çekimleri yapıp ve difraktogram üzerinden ASTM Standartlarına uygun olarak ayrıntılı mineralojik tanımlamaları gerçekleştirilmiştir. Deney 50 gr öğütülmüş numune ile gerçekleştirilmiştir. Difraktogramlardan elde edilen veriler, yüksek count (sayım) değerinden düşük count (sayım) değerine göre sıralanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.37’de verilmiştir. Numunelerin 2°-70° arasında yapılan XRD çekimleri sonrasında elde edilen difraktogramlar Şekil 4.11-4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4. 37. Harç numunelerin XRD analizi sonuçları

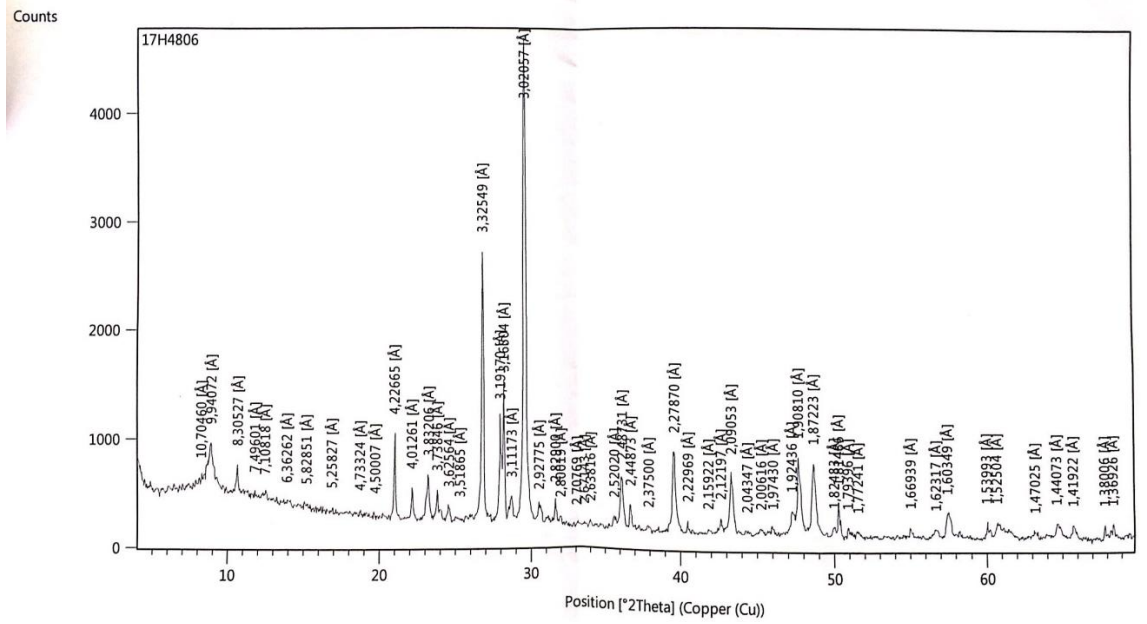
AH5	DH2	BH2
Kalsit	Kalsit	Kalsit
Kuvars	Kuvars	Kuvarsit
Feldispat grubu mineral (Plajiyoklaz, Alkali Felds.)	Feldispat grubu mineral (Plajiyoklaz)	Feldispat grubu mineral (Plajiyoklaz)
Mika grubu mineral (Biyotit)	Dolomit	Mika grubu mineral (Biyotit)
	Mika grubu mineral (Biyotit)	Amfibol
	Klorit	Kristobalit
	Kaolint	Sfalerit
	Simektit	Klorit
	Çok az sfalerit	Kaolint



Şekil 4. 11. AH5 numunesi XRD difraktogram çekimi



Şekil 4. 12. DH2 numunesi XRD difraktogram çekimi



Şekil 4. 13. BH2 numunesi XRD difraktogram çekimi

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Tez kapsamında yapılan analiz çalışmalarına incelenen kiliselerden alınmış olan numunelerin görsel tespitlerinin ve makroskobik tanımlarının yapılması çalışmanın ilk adımını oluşturmuştur. Hazırlanmış olan deney programı kapsamında Bursa Aydınpınar ve Dereköy Kiliseleri ile Balıkesir Ballıpınar Kilisesi'nde cepheler ve iç mekanlardan alınmış olan taş, harç, sıva gibi malzemelerin karakterizasyonu için ilk aşamada fiziksel testler yapılmıştır. Ardından asit kaybı, kızdırma kaybı deneyleri ile agregaların elek boyut dağılım analizi ile protein - yağ testleri yapılmıştır. Bu testlere ek olarak harç ve sıva numunelere tuz testi gerçekleştirilmiştir. Böylece mevcut olan suda çözünabilir tuz cinsleri spot testler ile kalitatif olarak saptanmış ve tuz miktarları iletkenlik ile ölçülmüştür. Taş numunelere petrografik analiz yapılmış ve bu numunelerin ince kesitleri polarizan mikroskop altında incelenmiştir.

Tüm deneyler “4. Malzeme Analiz Yöntemleri ve Sonuçları” adlı bölümde anlatılan yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar tablolar ve grafikler halinde ifade 4. bölümde yer almıştır.

Kiliselerde kullanılan malzemeler incelenmiş ve bu bölümde deneylerden elde edilen veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışılan kiliselerde kullanılan taşlar temel olarak; Aydınpınar Kilisesi'nde biomikrit kayaç, kumtaşı, kireçtaşı ve karbonat çamurtaşı/mikrit şeklindedir. Dereköy Kilisesi'nde pelmikrit kayaç, kumtaşı, rekristalize kireçtaşı, ve kireçtaşı şeklinde iken Ballıpınar Kilisesi'nde yoğun olarak kuvarso – feldspatik epidot mika gınas türü kayaç kullanıldığı saptanmıştır.

Kiliselerde kullanılan taşlarda farklı fiziksel ve mekanik sonuçlar elde edilmiştir. Genel olarak taşlarda fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırıldığında, mekanik değerleri zayıf olan numunelerin, fiziksel değerlerinden yoğunluğun düşük, kılcallık, ağırlıkça su emme ve toplam gözeneklilik sonuçlarının yüksek olduğu görülmüştür.

Taşların yapılardan alındıkları yerler ve yapılarda kullanıldığı tespit edilen diğer kısımlar ile alınan bu numunelerin fiziksel ve mekanik deney sonuçları, sayfa 85-88'de bu numunelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin toplu olarak verildiği tablodan sonra tek tek açıklanmıştır. Numunelerin birbirlerinden oldukça farklı özellikler göstermesi onarımda kullanılacak malzeme seçiminde önemli olacaktır. Bu durum yapıların farklı bölümleri için kullanılacak malzemelerin çeşitlenmesine sebebiyet vermektedir. Örneğin, Dereköy Kilisesi'nde süsleme elemanı olarak batı (giriş) cephesinde kullanılan pelmikrit kayaç şekillendirmesi daha kolay bir malzemedir. Cephe boyunca oldukça yoğun olarak kullanılmıştır. Bu cephede yer yer malzeme kayıpları olduğu tespit edilmiştir. Yapılacak bir onarım için özgün malzemeye uyum sağlanması açısından özgün malzeme özellikleri dikkate alınmalıdır.

Kiliselerde taşıyıcı eleman olarak kullanılan taşların mekanik özelliklerinin piyasada kullanılan en yüksek beton sınıflarından bile daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu noktada yapılarda kullanılan harçların nitelikleri duvar dayanımlarını belirleyecek ana unsur olacaktır. Buna göre; Dereköy Kilisesi'nde duvarlarda kullanılan harçlardaki bağlayıcı oranlarının yüksek, agrega oranlarının düşük olması sebebiyle duvar dayanımlarının düşük olacağı tahmin edilmektedir. Kiliselerde kullanılan harçlardaki bağlayıcı ile ilgili tespitler şu şekildedir:

Harç numuneleri ile yapılan deneylerde bağlayıcı oranı en yüksek olan kilisenin Dereköy Kilisesi olduğu görülmüştür. Bağlayıcı oranlarının ortalama % 63 civarında olduğu tespit edilmiştir. En düşük oranlar ise Ballıpınar Kilisesi'nde tespit edilmiştir. Benzer durum sıva numuneleri için de geçerlidir.

Ballıpınar Kilisesi ve Aydınpınar Kiliseleri'nde agrega analizlerinde oldukça uygun bir dağılım gözlenmiştir. Bu kiliselerde kullanılan bağlayıcı oranlarının %30 - %45 arasında değiştiği görülmüştür.

Harçlarda kullanılan agrega büyüklükleri karşılaştırıldığında, Dereköy Kilisesi'nden alınan numunelerde ince agrega oranının ($<125\mu$) Aydınpınar ve Ballıpınar Kiliseleri numunelerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Dereköy Kilisesi'nde bu oran %27 iken Aydınpınar ve Ballıpınar Kiliseleri'nde sırasıyla %21 ve %8'dir.

Agregalarda kullanılan mineraller çoktan aza göre sıralandığında üç kilise için sıralama benzer olarak kuvars, feldispat ve mika şeklindedir. Harçlarda ve sıvalarda lifli katkılara ve cürufa rastlanmıştır.

Harç numunelere yapılan asit kaybı, kızdırma kaybı ve XRD deneyleri sonucunda bu numunelerde bağlayıcı olarak kireç kullanıldığı saptanmıştır.

Yapılan tuz testleri sonucunda SO₄ tuzlarının Dereköy Kilisesi'nden alınan harç ve sıva numunelerinde görülme oranının diğer kiliselere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sülfat tuzlarının en önemli kaynağı atmosferdeki kirliliktir. Bunun dışında deniz suyu da bir miktar sülfat tuzu içermektedir. Ayrıca bu tuzlar tarım alanlarına yakın yerlerde kapilerite yöntemi ile de yapı bünyesine katılabilmektedir. Dereköy Kilisesi diğer kiliseler ile karşılaştırıldığında yerleşim yerinin bir miktar daha çeperinde ve tarım arazilerine daha yakın konumda bulunmaktadır.

İncelenen yapıların tümünden alınan numunelerde klor ve nitrat tuzlarının varlığı saptanmıştır. Nitrat tuzları tarım arazilerinde kullanılan gübrelerde, yer altı sularında ve bazı hayvan dışkılarından (kuş vb.) kaynaklanabilir. Klor tuzları ise deniz sularından ve bazı yapı malzemelinin bünyesinde bulunabilir.

Yüzeyleri sararak büyüyen bitkiler nedeniyle, yüzeyler uzun süre nemli kalmaktadır. Bu durum yüzeyleri, akıntı-sızıntı ya da donma etkileri gibi birçok bozulmaya karşı açık hale getirmektedir (Pekmezci 2012, Ingham, 2009). Dereköy ve Aydınınar Kiliseleri'nde bu nitelikte bitkilenme görülmektedir. Bu bitkilenme kilise zeminleri ile sınırlı kalmayıp kiliselerin beden duvarlarında duvarları saran bitkiler şeklinde de karşımıza çıkmaktadır. Yoğun bitkilenme görülen bu kiliselerde sıva tabakaları büyük oranda bozulmuş durumdadır. Ballıpınar Kilisesi ise denize oldukça yakın konumlanmaktadır. Kilise rölöve çizimleri öncesinde bitkilerinden arındırılrsa bile nem ve yağış etkisi ile yapının uzun süreler ıslak olmalarına bağlı olarak su yosunu oluşumu tespit edilmiştir.

Çalışmanın bu sonuç bölümünde yapılardan alınan örneklerde yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ortalama değer olarak karşılaştırılmış olmakla birlikte, eklerdeki

tablolar ve şekiller, aynı zamanda metin içerisinde yer alan ayrıntılı anlatımlarda sonuçlar ayrı ayrı incelenmiştir.

Geleneksel yapı malzemelerinin korunması üzerine dünyada ve ülkemizde pek çok çalışma yürütülmektedir. Bu çalışmanın, tarihi yapı malzemelerinin korunması konusundaki araştırmalar ve uygulamalar için katkıda bulunmasını ve bu konudaki çalışmaların farklı bölgelerde de devam etmesini umarım.



KAYNAKLAR

Anonim, 2017. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Yer Bilimleri Harita Görüntüleyici ve Çizim Editörü (<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>-Erişim tarihi: 21.06.2017)

Anonim a, 2017. Madencilik Balıkesir Valiliği (www.balikesir.gov.tr/madencilik - Erişim tarihi: 21.06.2017)

Anonim, 2017. Aydınınar Mahallesi'ne ait hava fotoğrafı, Google earth pro (Erişim Tarihi: 16.05.2017)

Anonim, 2017. Dereköy Mahallesi'ne ait hava fotoğrafı, Google earth pro (Erişim Tarihi: 16.05.2017)

Anonim, 2017. Ballıpınar Köyü'ne ait hava fotoğrafı <http://www.haritamap.com/yer/ballipinar-koyu-yolu-erdek> (Erişim Tarihi: 16.05.2017)

Akman, M. S. 1990. Yapı Malzemeleri. İTÜ İnşaat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, İstanbul, 162s.

Arioğlu, E., Arioğlu, N., Yılmaz, A. O., 2006. Beton Agregaları- Çözümlü Problemler- Bilgi Föyleri. Evrim Yayınevi ve Tic. Ltd. Şti. 287 s.

Ashurst J. ve Ashurst N., 1990. Mortars, Plasters and Renders, Practical Building Conservation, English Heritage Technical Handbook, Vol. 3, Gower Technical Press.

Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B., 2004. Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri. *Yapı Dergisi*, 269: 90-95.

Cliver, E. B., 1974. Tests for the Analysis of Mortar Samples, *Bulletin of the Association for Preservation Technology*, Vol. 6, No. 1, 68-73.

Cowper, A. D., 2000 (İlk basım 1927). Lime and Lime Mortars, Donhead, UK.

Eriç, M. 2010. Yapı Fiziği ve Malzemesi. Literatür Yayınları, 376 s.

Eskici, B., Akyol, A., Kadioğlu Y., 2006. Erzurum Yakutiye Medresesi Yapı Malzemeleri, Bozulmalar ve Koruma Problemleri, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46, 165-188.

Güleç, A., 2015. Pertevniyal Valide Sultan Camii, Malzemeleri ve Koruma Uygulamaları, *Restorasyon Yıllığı Dergisi*, 10, 22-35.

Hasol, D. 2014. Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. YEM Yayınları, 520 s.

Ingham, J.P. 2009. Diagnosing Defects in Lime-Based Construction Materials, *Journal of Architectural Conservation*, 15, 3,59-80.

İBB KUDEB, 2011. Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları, İstanbul 147 s.

İBB Kültür varlıkları Daire Başkanlığı Kudeb, 2013. Taş Restoratörü Modüler Eğitim Programı. At İstanbul Teknik Ofset Matb. San. Tic. Ltd. Şti, 455 s.

Karaca, Z. 2008. İstanbul'da Tanzimat Öncesi Rum Ortodoks Kiliseleri. Yapı Kredi Yayınları, 645 s.

Küçükkaya, A. G., 2014. Yapı taşlarının Restorasyonu. Özlem Matbaacılık ve Reklamcılık Ltd. Şti. 215 s.

Mahrebel, H. A., 2006. Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım ve Güçlendirme Teknikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul

McClellan, G.H., Eades, J.L., 1970. The Texture Evolution of Limestone Calcinas, ASTM Special Technical Publication 472. American Society for Testing and Materials 227 s.

Middendorf, B., Hughes, J. J., Callebaut, K., Baronio, G. Papayianni, I. (2005a). Investigative methods for the characterisation of historic mortars- Part 1: Mineralogical characterization, 761-769.

Middendorf, B., Hughes, J. J., Callebaut, K., Baronio, G. Papayianni, I. (2005b). Investigative methods for the characterisation of historic mortars- Part 2: Chemical characterization, 771-780.

Oğuz, C., Türker, F., Koçkal, N. U., 2015. Andriake Limanı'nda Roma, Bizans ve Selçuklu Dönemi Harçların Özellikleri. *İMO Teknik Dergi*, 6996-6997.

Ötüken, S. Y., Durukan A., Acun H., Pekak, S., 1986. Türkiye'de Vakıf Abideleri ve Eski Eserler IV. Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları, 768 s.

Pekmezci, I. P., 2012. Çukurova Bölgesindeki (Kilikya) Bazı Tarihi Yapılarda Kullanılan Harçların Karakterizasyonu ve Onarım Harçları İçin Öneriler, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul

Siegesmund, S., Snethlage, R., 2011. Stone in Architecture Properties, Durability. Springer, 552 pp.

Swallow, P., Carrington, D. 1995. Limes and lime mortars: part one, Journal of Architectural Conservation, 1, No: 3, 2-25.

TS EN 1925 (2000). Doğal taşlar- deney metotları- kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara. 172

TS EN 1936 (2010). Doğal taşlar - deney yöntemleri - gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 13755 (2006). Doğal taşlar- deney metotları- atmosfer basıncında su emme tayini, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

Uyutlu, A., 1963. Yapı Malzemesi. Milli Eğitim Basımevi. 150 s.

Yenal, E. 2012. Osmanlı Mimarlığı Erken Döneminde Bursa'da Yapıların Oluşumu. Bursa Büyükşehir Belediyesi Yayınları, 295 s.

Yıldız, E. 2014. Bursa'daki Bizans Sonrası Hristiyan Dini Mimarisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Tarihi Anabilim Dalı, Van

Tez içerisinde kaynak belirtilmeden kullanılmış fotoğraflar **Şule AYENGİN**'in arşivinden alınmıştır.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Şule AYENGİN

Doğum Yeri ve Tarihi: Bayburt 01.07.1988

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Gaziosmanpaşa Anadolu Lisesi, İstanbul 2006

Lisans: Anadolu Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Mimarlık Bölümü 2013

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Restorasyon 2014-

İletişim: sule_ayengin@hotmail.com

