

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL'DAKİ TARİHİ YIĞMA YAPILARDA
YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

SEVDA DUYGU KOLBAY

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. GÖRÜN ARUN**

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL'DAKİ TARİHİ YIĞMA YAPILARDA
YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sevda Duygu KOLBAY tarafından hazırlanan tez çalışması 29.03.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Görün ARUN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Görün ARUN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İlknur KOLAY
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Can BİNAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nadide SEÇKİN
Kırklareli Üniversitesi

Doç. Dr. Erkan Avlar
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Kentin yeraltında saklı kalan yüzünün yapısal anlamda incelendiği araştırma sürecinde, çalışmada sıkça geçecek olan başlangıcı-sonu belirsiz, karanlık dehlizlerden birine gönüllüce atlamış gibiydim. Bu zorlu süreçte ihtiyacım olan ışığı; bilge duruşu, bilimsel çalışma disiplini, her anlamda teşvik ve desteğiyle sunduğu için öncelikle Prof.Dr. Görün Arun’a sonsuz teşekkür ederim. Katkılarıyla geliştirip, ufkumu açan Prof.Dr. İlknur Kolay’a, değerli saptamaları ile yolumu bulmama yardımcı olan Prof.Dr. Can Binan’a çok şey borçluyum. Ayrıca son safhada titiz ve yapıcı eleştirileriyle destek veren; Prof.Dr. Nadide Seçkin’in ve Doç.Dr. Erkan Avlar’ın eşsiz rehberliği olmasaydı çıkışı bulmak bu kadar kolay olmayabilirdi. Hepsine çok teşekkür ederim, tüm emekleri için minnettarım. Son olarak, her türlü dehlize atlayacak cesareti ve çıkmak için gerekecek azmi kazandırdıkları için aileme bu tez aracılığıyla içten teşekkürlerimi sunmak isterim.

Mart, 2019

Sevda Duygu KOLBAY

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	4
1.4 Kapsam ve Sınırlılık	6
BÖLÜM 2	
BİZANS ve OSMANLI MİMARİSİ'NDEKİ YERALTI SUYU ODAKLI YIĞMA YAPIM PRATİĞİ...	7
2.1 Suyun Kimliği ve Hareket Özellikleri	7
2.2 Zeminlerin Yapısı ve Sınıflaması	10
2.3 Su Etkisinde Yapıların Dinamik Davranışı.....	12
2.3.1 Zemin-Yapı Etkileşimi	12
2.3.2 Mimariye Yansıyan Hasar Göstergeleri	14
2.4 Yapı Üretiminin Suyu Bağlı Gelişimi	19
2.4.1 Yapı Malzemesi Seçimi	19
2.4.2 Hidrolik Harç Kullanımı	31
2.4.3 Yapı Elemanı Çözümleri	37
2.5 Bölüm Sonucu	48

BÖLÜM 3

YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN İSTANBUL KENT ARKEOLOJİSİ'NDE ÖRNEKLENMESİ..... 49

3.1	Sınırların ve Fiziksel Potansiyelin Tanımı	51
3.1.1	Alanın Jeomorfolojisi ve Jeolojisi	51
3.1.2	Alanın Hidrolojisi ve Hidrojeolojisi	56
3.2	Yapı Kuruluşunda Düşey Morfolojik Çeşitlilik Oluşturan Değerler	58
3.2.1	Konum	59
3.2.2	Zemin Niteliği	81
3.2.3	Yapı İşlevi	83
3.3	Etkin Su Denetim Kararlarının Belirlenmesi	84
3.3.1	Arazi Kullanım Organizasyonları	84
3.3.2	Hidrolik Donanım Bileşenleri İşleyişi	89
3.4	Su Hukuku ve İlgili Mevzuatlar	112
3.5	Bölüm Sonucu	114

BÖLÜM 4

TARİHİ YIĞMA YAPILARDAKİ YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ..... 116

4.1	Hidrostatik Basınç Tesiri Altındaki Tarihi Yığma Yapılarda Dinamik Davranış Verilerinin İfadelendirilmesi	118
4.2	Bağıntının İrdelenmesi	136
4.2.1	Bulanık Mantık Yaklaşımı	136
4.2.2	Bulanık Kümeler ve Üyelik Sınıfları	142
4.3	Saptamalar	148
4.3.1	Donanımsal Karşılaştırma	149
4.3.2	Bileşenlerin Fayda Değerlerinin Belirlenmesi	153
4.3.3	Yapısal Sorunların Kökenine İlişkin Varsayımlar	155
4.4	Bölüm Sonucu	156

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER 157 |

KAYNAKLAR 162 |

EK-A

BİBLİYOGRAFYA..... 179 |

EK-B

ENVANTER FORMU 191 |

ÖZGEÇMİŞ 196 |

KISALTMA LİSTESİ

AAEFA	Alman Arkeoloji Enstitüsü Fotoğraf Arşivi
AYK	Anıtlar Yüksek Kurulu
BB	Beyoğlu Belediyesi
BOA	Başbakanlık Osmanlı Arşivleri
BOUN	Boğaziçi Üniversitesi Arşivi
DOAKS	Dumbarton Oaks Papers
DSİ	Devlet Su İşleri
EEKEA	Eski Eserleri Koruma Encümeni Arşivi
İA	İstanbul Ansiklopedisi
İAMEA	İstanbul Arkeoloji Müzeleri Encümen Arşivi
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
ISKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KTVKK	Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu
BH	Bizans Dönemi, esas giriş kotu hemzemin işleyişteki yapılar
BY	Bizans Dönemi, esas giriş kotu yükseltilmiş işleyişteki yapılar
OT	Osmanlı Dönemi, esas giriş kotu tahtani işleyişteki yapılar
OF	Osmanlı Dönemi, esas giriş kotu fevkani işleyişteki yapılar

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. 1 İşleyişi sağlayan dizin kurgusu.....	5
Şekil 1. 2 Kent uygarlıklarının hükümlerlik süreci ve araştırmanın tarihsel sınırı	6
Şekil 2. 1 Malzemelerin porozitesi ve suyun kılcal hareketi.....	8
Şekil 2. 2 Yeraltı suyunun hareket özellikleri.....	9
Şekil 2. 3 Zemin içeriğinin oluşumu ve zemin yapısı sınıflaması	11
Şekil 2. 4 Mekanik hasar biçimleri.....	17
Şekil 2. 5 Fiziksel/kimyasal hasar biçimleri.....	18
Şekil 2. 6 Yapı malzemelerinde bozulma oluşturabilecek etkileşim türleri	19
Şekil 2. 7 Taş malzeme kullanımı.....	22
Şekil 2. 8 Pişmiş toprak esaslı malzeme kullanımı.....	24
Şekil 2. 9 Ahşap malzeme kullanımı	27
Şekil 2. 10 Metal malzeme kullanımı.....	30
Şekil 2. 11 Hidrolik harç kullanımı	36
Şekil 2. 12 Kazık uygulamaları ile sağlam zemin niteliklerinin oluşturulması	39
Şekil 2. 13 Temel tabanı ve temel duvarı kuruluşları ile zemin koşulların yönetimi	42
Şekil 2. 14 Temel tabanı köşe detayları ile yüklerin dengeli dağıtımı	43
Şekil 2. 15 Tonozlar ile su basıncının karşılanması.....	44
Şekil 2. 16 Dilatasyon çözümleri ile rezonans yönetimi	45
Şekil 2. 17 Örtü çözümleri ile zemine aktarılabilecek düşey yüklerin hafifletilmesi.....	47
Şekil 3. 1 Kentsel altyapıda yeraltı suyu denetim etkinliğinin incelenmesi	49
Şekil 3. 2 Tarihi Yarımada ve çevresinin jeomorfolojisi ve jeolojisi.....	55
Şekil 3. 3 Tarihi Yarımada ve çevresinin hidrolojisi ve hidrojeolojisi	57
Şekil 3. 4 Kent içinde ayrıcalıklı su denetimi gerektirmiş alan nitelikleri	59
Şekil 3. 5 Kıyı hattında rıhtım ve su katı kuruluş biçimleri	61
Şekil 3. 6 Kentin kıyıları.....	62
Şekil 3. 7 Haliç ve Marmara kıyı hattındaki yapıların düşey morfolojik dağılımı	63
Şekil 3. 8 Boğaziçi kıyı hattındaki yapıların düşey morfolojik dağılımı.....	64
Şekil 3. 9 Marmara kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu.....	66
Şekil 3. 10 Haliç kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu	69
Şekil 3. 11 Kağıthane-Salıpazarı kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu	73
Şekil 3. 12 Boğaziçi Rumeli kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu	75
Şekil 3. 13 Tarihi Yarımada'nın arkeolojik-topografik planı	78
Şekil 3. 14 Eğimli arazilerdeki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu.....	80
Şekil 3. 15 Farklı zemin niteliklerine sahip alanlarda esas giriş kotunun kuruluşu	82
Şekil 3. 16 Kentsel kademe kuruluşları ile su denetimi	86

Şekil 3. 17	Peyzaj kararları ile su denetimi	88
Şekil 3. 18	Tampon su katlarının/sarnıçların su denetimine katkısı.....	90
Şekil 3. 19	Tampon su katı uygulaması çeşitliliği.....	92
Şekil 3. 20	Kanalların/galerilerin su denetimine katkısı	93
Şekil 3. 21	Kanal/galeri uygulaması çeşitliliği	99
Şekil 3. 22	Kanal/galeri uygulaması çeşitliliği	100
Şekil 3. 23	Kanal/galeri uygulaması çeşitliliği	101
Şekil 3. 24	Kuyuların su denetimine katkısı	103
Şekil 3. 25	Kuyu ilavesi ile zemindeki su yoğunluğuna yapılan müdahale	104
Şekil 3. 26	Kuyu uygulaması çeşitliliği	109
Şekil 3. 27	Kuyu uygulaması çeşitliliği	110
Şekil 3. 28	Kuyu uygulaması çeşitliliği	111
Şekil 4. 1	Tarihi yığma yapılarda su denetim etkinliğinin değerlendirilmesi.....	116
Şekil 4. 2	Ayasofya Kilisesi zemin GPR görüntülemeleri.....	119
Şekil 4. 3	Ayasofya Kilisesi'nde Atrium'dan geçen temel kesitleri	120
Şekil 4. 4	Ayasofya Kilisesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	121
Şekil 4. 5	Aya Eirene Kilisesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	123
Şekil 4. 6	Sergios-Bachos Kilisesi'nde suya karşı geliştirilmiş uygulamalar	124
Şekil 4. 7	Sergios-Bachos Kilisesi'deki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	125
Şekil 4. 8	Kurşunlu Mahzen'deki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	126
Şekil 4. 9	San Paolo Kilisesi ana bloğu ve kule ile kesişimi	127
Şekil 4. 10	Aya Thekla Kilisesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	128
Şekil 4. 11	Pammakaristos Manastırı'ndaki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	129
Şekil 4. 12	Piyale Paşa Camii zemin ve yapı mukavemetinde etkili tasarım değerleri	131
Şekil 4. 13	Atik Valide Sultan Külliyesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.....	132
Şekil 4. 14	Atıf Efendi Kütüphanesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	133
Şekil 4. 15	Nur-u Osmaniye Camii'nde suya karşı geliştirilmiş uygulamalar	134
Şekil 4. 16	Nur-u Osmaniye Camii'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri	135
Şekil 4. 17	Bulanık mantık yaklaşımı değerlendirme kümelerinin oluşumu	137
Şekil 4. 18	Bulanık mantık yaklaşımı işleyişi	138
Şekil 4. 19	Bulanık mantık yaklaşımı aşamaları	139
Şekil 4. 20	Bulanık mantık yaklaşımı ile bağıntısal modelin kuruluşu	142

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Kazıklar aracılığıyla gerçekleştirilmiş zemin güçlendirme uygulamaları . 38
Çizelge 2.2	Su denetimi sağlayan tasarım değerleri..... 48
Çizelge 3.1	Su denetimi sağlayan tasarım değerleri..... 115
Çizelge 4.1	Bulanık çıkarım matrisi I 143
Çizelge 4.2	Bulanık çıkarım matrisi I (devamı) 144
Çizelge 4.3	Bulanık çıkarım matrisi II 145
Çizelge 4.4	Bulanık çıkarım matrisi II (devamı) 146
Çizelge 4.5	Bulanık çıkarım algoritmaları ve üyelik sınıfları korelasyon şeması..... 148
Çizelge 4.6	Değerlendirilen yapılarda sorunların olası kökenlerinin analizi..... 153

İSTANBUL'DAKİ TARİHİ YIĞMA YAPILARDA YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sevda Duygu KOLBAY

Mimarlık Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Görün ARUN

Uygarlığın temelinde su ögesi etrafında gelişim gösteren kurallar bulunur. Gereksinimleri karşılamanın vazgeçilmez aracı “su”, aynı zamanda yerleşim alanlarının varlığı için tehdit unsuru olmuştur. Toprak ile temas halindeki yapının, yeraltı suyu ile etkileşime girmesi kaçınılmazdır. Suyun denetim biçimi, doğal peyzajın kültürel peyzaja dönüşüm sürecinde üslup ile çeşitlenerek karakteristik kentsel dokuyu tanımlar. İstanbul Kent Arkeolojisi katmanlarında potansiyel risklerin yönetimi özgün hidrolik donanım işleyişine dayalı olarak kurgulanmıştır. Bizans ve Osmanlı Dönemleri’nde suyun aşındırıcı etkisine karşı dayanım arayışında kente eklenerek geliştirilmiş yapı uygulamaları; tampon su katı niteliğinde sarnıçlar ile oluşturulan yükseltilmiş/fevkani kuruluş veya keson kuyular ile desteklenmiş hemzemin/tahtani kuruluş çeşitliliğini içerir. Suyu toplamaya, biriktirmeye ve tahliye yönelik çözümlerle yeraltı suyu akış ağı oluşturulmuştur. Böylece, yapılar su tablasındaki değişimlerden etkilenmeyen, tabiat ile birlikte işleyen mekanizmalar haline dönüştürülmüştür.

Sanayi Devrimi sonrası dönemde, suyun isalesine yönelik yeni teknolojiler geliştirilmiş, mevcut hidrolik donanımın sadece suyun teminine dair ihtiyaçların karşılığı olduğu algısı ile birçok anıtta su yönetim altyapısı devre dışı bırakılmış ve yerine yeni şebeke ağları kurulmuştur. Söz konusu elemanların özgünlüğünü koruyacak yasalar yapılacak değişikliklere açık kapı bırakmıştır. Yeraltı suyu kullanımı, suyun ekonomik politiği açısından ayrıca kısıtlamalara tabi tutulmuştur. Güncel tasarım ve koruma ortamında, özgün hidrolik donanımın zemin/yapı stabilitesine katkısının tanımı ve sistemin sürekliliğinin sağlanması ivedilik arz eden bir ihtiyaçtır.

Su yönetimine konu olan her türlü değer, sınırlı tekil fonksiyonların ürünü değil, aksine, biri olmadan diğerlerinin varlığının anlamını yitirdiği, kolektif bir yapısal düzenin parçasıdır. Bu anlamda sistemin işleyişine yapılan her türlü müdahale, yapı modal parametrelerinin dışavurum ifadesini içermek durumundadır. Mevcut keson kuyuların kapatılması/devre dışı bırakılması hidrostatik basınç etkisini somut ve gözlem yoluyla ayırt edilebilecek düzeye ulaştırmaktadır. Sistemin etkinliğini yitirmesi sonucunda, değişen su oranı, zemin mukavemetini iki şekilde etkiler: kayma direncinin azalması ve boşluk suyu basıncındaki artış. Bu durum, yapılarda, kâgir malzeme ve özgün detayların dayanım sınırlarını belirlediği bir alanda, değişken miktarda deformasyonlara yol açabilmektedir.

Diğer taraftan, yapısal bozulma sebepleri tek bir nedene indirgenememektedir. Aynı görsel etkiye sahip hasar göstergeleri, farklı türlerde bozulmaların habercisi sayılabilir. Ancak, aynı koşullar altında oluşmuş tekrarlı hasar biçimleri rastgele gibi duran fakat öngörülebilir bir iz sunmaktadır. Bu koşullar altında, gerektiği şekilde risk yönetiminin yapılamaması nicel bilgilerin sınırlı olduğu durumlarda tutarlı olasılıkların göz ardı edilmesi ile ilgilidir. Bu durum, hasar tespit için çevre verilerinin ve iç dinamiklerin bir arada değerlendirilebildiği yöntem önerisi sunulmasını gerektirmektedir.

Bu noktada, çalışmanın amacı, kentin güncel dönüşüm etkinliğinde göz ardı edilen su yönetim pratiğini ele alarak, bu bağlamda yığma yapı hasar tespit yöntemini belirlemektir. Bu amaçla, kuyu ile desteklenmiş, hidrostatik basınç etkisinde on dört adet yapıya ait çevresel tasarım verileri/hidrolik donanım işleyişi/hasar göstergeleri olasılıklar dizgisinde Bulanık Mantık Yaklaşımı ile irdelenip, ortaya çıkan korelasyonlar sebep-sonuç ilişkisinde değerlendirilecektir. Böylece, anıtların su etkisinde stabilitesini koruyarak, tahribata uğramadan günümüze ulaşmasını sağlayan ve gelecek nesillere taşınmasını etkileyecek olan yapı pratiğinin önemi vurgulanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Su denetimi, kâgir yığma yapı davranışı, Bizans Dönemi yapı teknolojisi, Osmanlı Dönemi yapı teknolojisi, bulanık mantık yaklaşımı

**EVALUATION of UNDERGROUND WATER CONTROLLING EFFICIENCY
in HISTORICAL MASONRY STRUCTURES in ISTANBUL**

Sevda Duygu KOLBAY

Department of Architecture

PhD Thesis

Adviser: Prof. Dr. Görün ARUN

The dawn of civilization is originated to rules of water science. Water is indispensable tool of requirements, at the same time; it has always been a great threat to the existence of constructional environment. At underground level, interaction of building materials with water is unavoidable. The way of controlling water, forms characteristic urban texture at the transformation phase of natural environment to cultural landscape. On Istanbul Urban Archeology Layers, management of potential risks were organized in connection with functioning of hydraulic infrastructure. Extant Byzantine and Ottoman cultural heritage are pointing to developed structural practices against water effects as raised buildings with water cisterns or level crossing buildings equipped with water wells. The main components of the approach that flow network by groundwater collecting and discharging systems are channels, galleries, cisterns and wells. Thus buildings turned to be mechanisms that work with nature and activate with the changes at the water table level.

After the industrial revolution new water supplying technologies are developed. By the angle of view that existing hydraulic infrastructures are just for water requirement, conventional systems have inactivated in several buildings. Protection legislations permitted subjected processes. In addition, groundwater usage limited in case of taxes. In effective design and protection environment, identification of the correlation between functioning of hydraulic infrastructure with soil/structure stability and continuous operation of system is an urgent need.

All the parameters in connecting with water management are a part of collective structural organization. From this perspective, every intervention in the system's operation includes structural modal behavior data. Hydrostatic pressure effect on deactivated/stuffed caisson wells is perceptible and observable. As a result of system's inactivity the water content of the soil changes. In this case, due to the exclusivity of masonry variable amount of deformation occurs.

On the other hand, at analysis phase, the cause of structural deteriorations cannot be reduced to single cause. Damage indicators with the same visual effect can be different sourced deteriorations. However, repetitive, definable damage types under the same conditions form predictable indicators. In this case, lack of risk management is owing to the connivance of qualitative consistent possibilities. This situation requires a method for damage assessment that can evaluate environmental data and internal dynamics together.

At this point, purpose of this study, is to instrumentalise the masonry structure damage detection method related to water controlling practice in the process of urban renewal. In order to prove the main argument of the thesis fourteen structures, equipped with water wells so exposed to hydrostatic pressure effect will be examined by fuzzy logic algorithms. Correlations in the probability series are surveyed in relation to casual results. Thus, the importance of building practice that reached monuments today without destruction and will inherit next generations is highlighted.

Key Words: Water controlling systems, masonry structure behavior, Byzantine construction technology, Ottoman construction technology, fuzzy logic control sets

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Zemin-yapı etkileşiminde süregelen denge hali, kentin taşınmaz kültür mirasını bugüne ulaştıran mutlak gerçeklerdendir. Her türlü zeminde suyun aşındırıcı etkisine karşı yürütülmesi gereken bir mücadele vardır. İstanbul Kent Arkeolojisi katmanlılığını oluşturan Bizans ve Osmanlı Uygarlıkları bu sorunu suyu toplayan, biriktiren ve uzaklaştıran; kanal, galeri, sarnıç ve kuyu uygulamaları aracılığıyla çözümlenmiştir. Hâlihazırda tüm bu hidrolik donanımın özgün kullanım işlevini yitirmesi; sadece suya dair ihtiyaçların sembolik karşılığı olarak algılanması kuramın nesnesi olarak problemler ağının düğüm noktasını temsil eder.

Tarihi çevrelerde koruma kapsamı üst yapıya indirgenmekte, kentin yeraltı katmanlarına ve suyun yönetimine bağlı bütünsel gelişimi ihmal edilmektedir. Onca ayniyet taşıyan uygulama örneğine karşın su denetim mekanizması yıkılmak/devre dışı bırakılmak suretiyle işleyişteki etkinliğini yitirmekte, yüzyıllara dayanan risk yönetim pratiği yok sayılmaktadır. Zemin ve yapı mukavemetinin sürekliliği yeraltı su seviyesindeki değişimin tolere edilebilmesine bağlıdır. Yapısal anlamda sorunun açılımı süreçteki paradigmatik değişime bağlı olarak çeşitli tür ve ölçeklerde deformasyonların ortaya çıkmasıdır. Porozitesi sebebiyle suya karşı duyarlı kâgir yığma sistemler yapısal dayanım kapasitesinin altında kullanılmaktadır.

Salt sayısal performans modelleri ile suyun kâgir yığma yapı davranışına etkisini tanımlamak olanaksızdır. Suyla ilişkili potansiyellerden bahsedebilmek, kente ve yapıya dair nitel-nicel değerlerin bütünlükçü bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, sorunu stratejik açıdan görünür kılacak bağıntısal model kültür mirasının keşfi ve korunması için önemli bir ihtiyaçtır.

1.1 Literatür Özeti

Tezin ana savını kuramsal anlamda doğrulayan çalışmalar farklı disiplinlerdeki araştırma alanlarında yer bulmuştur. Teoriye destekleyen literatüre çalışmaya yön veren kıstaslar üzerinden baktığımızda kullanılan materyal; bu araştırmanın örnekleme, çıkarım, veri tabanı oluşum veya model işleyiş safhalarına katkısı bakımından üç ayrı paydada toplanabilir.

Dinç tarafından yapılan çalışma [2]; özgün su kuyularının anıtları koruma işlevinin kronolojik açıdan ilk defa ele alındığı kaynaktır. Araştırmacı, Konya Müzeleri Müdürlüğü esnasında; İnce Minare, Karatay ve Sırça Medreseleri'nde gözlemlediği su ile etkileşimli bozulmalara kuyu hidroliği ile bağlantılı olarak, deneysel anlamda açılım getirmiştir.

Arun tarafından yapılan çalışmalarda [3], [4], [5]; konu yığma yapı davranışı ekseninde etraflıca değerlendirilmiştir. Altyapıya dair birçok konu; nitelikli detay çözümleri, yeraltı suyu kontrolü ve zemin doğal frekansının değiştirilme yöntemleri farklı coğrafyalardan yığma yapı uygulama örnekleriyle desteklenerek irdelenmiştir.

Bayraktar tarafından yapılan çalışmalarda [6], [7], [8]; yığma yapılar, mühendislik teknolojisi değerleri ile birlikte ele alınmıştır. Yeraltı suyunun dinamiği, katı cisimlerin mekaniği araştırılmış, hidrolik yüklere dair işleyiş formüle edilerek sayısallaştırılmıştır.

Anıtlardaki mevcut su yönetim pratiğinin işleyişini vurgulayan araştırmaların yanı sıra, sonradan eklenecek donanımın tarihi çevrelerde su-zemin etkileşiminde kararlılığının artırılmasına odaklı çalışmalar da mevcuttur.

Erincin tarafından yapılan çalışmada [9]; herhangi bir önlem alınmadan, nemli bir zemin üzerine oturtulmuş Bodrum Tepecik Camii'nde, bu duruma ne şekilde müdahale edildiği aktarılmaktadır. Burada, rutubet sorununa karşı geliştirilmiş, sürekli kanallardan oluşan dış drenaj çözümünün işleyiş prensipleri sunulmaktadır.

Leoni tarafından yapılan çalışmada [10]; Pisa Kulesi'nin eğilme hareketini karşılamak amacıyla, sonradan kuyuların ve kanalların ilavesine dayalı sistemin dengeleri ne şekilde sağladığına açıklık getirilmiştir. Zemin koşulları, hasarların kronolojik gelişimi ve müdahale uygulama safhaları aktarılmıştır. Müdahale amacıyla önerilen diğer çözümlerin neden yetersiz olduğu ise Burland [11] tarafından irdelenmiştir.

Tüm bu çalışmalar, tutarlı genel bir sonuçta birleşmektedir. Ancak sorunsalın takibinde sadece kuramın tanımlanması müdahale için yeterli değildir. Bu durum, potansiyeller dizgesinin su denetimiyle bağıntısal işleyişini çözebilmek için ara yüz niteliğinde yöntem arayışını doğurmuştur. Literatürde geniş yer tutan birçok çalışma -farklı bilimsel alanlara odaklı olsa da- benzer arayışla bulanık mantık yaklaşımını temel almaktadır.

Yeleğen tarafından yapılan çalışmada [12]; köprü ayaklarında meydana gelen oyulmaların incelenmesi için bulanık mantık modeli kurulmuştur. Oyulma problemi karmaşık bir süreç olarak ele alınmış, hidrolik etkenlerin eylemi ne oranda yönlendirdiği araştırılmıştır. Hidrolik sıçramalar ve akım karakteristiklerini değiştiren düzenlemeler üzerinden, olayın fiziksel arka planı ortaya koyulmuştur.

Kömür tarafından yapılan çalışmada [13]; binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde bulanık mantık yaklaşımı kullanılmış, sismik indeks yöntemi ile yapıların deprem performansları değerlendirilmiştir. Hasar tespitinde kullanılan katlar arası kalıcı yer değiştirme ve karakteristik basınç dayanımının korelasyonu aranmıştır. Çalışma; çok girdili, komplike değerleri durulaştırma için geçerli bir yol sunmaktadır.

Cervantes tarafından yapılan çalışmada [14]; bulanık model oluşumunun kökenine, öncül kontrol sistemlerinin işleyişine açıklık getirilmiştir. Bu amaçla, kompleks bir sorunsalı basit problemlere ayırtırmaya, sonrasında basit denetleyiciler ve genel çıkarım ile tümel bir yargıya ulaşmaya dayalı bir yöntem aktarılmaktadır.

Literatürdeki model denemelerine bakıldığında, değişik eylemlere odaklı dizinler ile karşılaşılır. Yaklaşım, mimarlık disiplininde seçim yapma, karar verme, sınıflandırma gereksinimleri ile kullanılmıştır. Mühendislik alanında ise, yukarıdaki örneklerde olduğu gibi, hasar ve risk potansiyeli tespiti amacıyla tercih edilmiştir. Bu bakımdan, mimarlık alanında aynı anda tasarım değerlerine ve hasar göstergelerine odaklı bir çalışma literatürel açıdan bir ihtiyaçtır ve henüz ele alınmamıştır.

Bu başlık altında içeriğine değinilmeyen ancak çalışmaya katkıda bulunan diğer yayınlar kaynaklar başlığı altında toplanmıştır. Çalışmanın anahtar kelimeleriyle bağlantılı olan, taranmış tüm veritabanı içeriği ise EK1/Bibliyografya dosyasında sunulmuştur. Tüm bu literatür altyapısı aracılığıyla konuyu derinleştirerek, İstanbul'daki tarihi yığma yapılarda yeraltı suyu denetim etkinliğinin değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışma; İstanbul Kent Arkeolojisi'ndeki taşınmaz kültür mirasında suya dair risk potansiyellerinin özgün hidrolik yapılanmalarda yönetildiği argümanı ile yapısal stabilite düzeyini donanımın etkinliği üzerinden irdeleyerek sorunu kuramsallaştırmaya odaklıdır. Öncelikli hedef; özgün yapı teknolojilerini ve suyun denetim biçimlerini ortaya çıkarmaktır. Ardından; donanımın etkinliğini değerlendirebilmek amacıyla değişim sonrasında yapıların sistematik deformasyon dizgesini tespit etmektir. Çalışmanın ileriye dönük hedefi; tüm bu değerlerin bağıntısal etkileşimini kavramsal düzeyde nesnel bir modele dönüştürmektir. Böylece, su denetim altyapısı işleyişinde yapılan değişikliklerin yapıların dinamik davranışı üzerinden geri bildirimi ile süreçteki değişimin yapısal etkileri görünür kılınabilecektir.

1.3 Hipotez

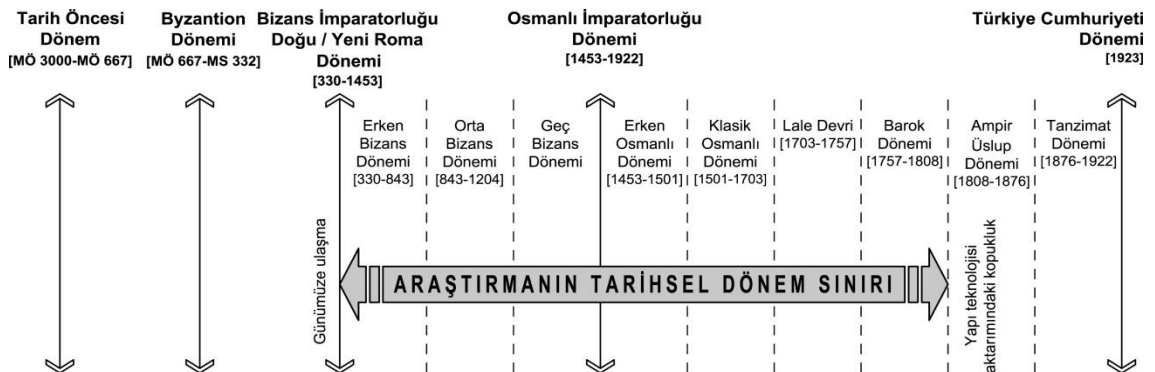
Sorunun açılımı; sadece mimarlık disiplini sınırlarında değil ayrıca arkeoloji, jeoteknik ve inşaat mühendisliği bilim dallarının eylem alanlarında da ifadelidir. Bundan ötürü, disiplinlerarası okumada ulaşılan nicel ve istatistiksel veriler envanter düzeninde nitel (kalitatif) analizle yorumlanacaktır. Nitel analizlerde teori, tümevarımcı yaklaşımla kullanılır. Çalışma bir teori ortaya sürerek başlar. Test etmek için veri toplanır. Çalışmadaki sonuçlar ile teorinin geçerliliği sorgulanır [1]. Araştırmaya konu olan teori; devinimi geçmişteki ve günümüzdeki iki ayrı sürece; eskiçağlardaki üretim ve güncel kullanım/onarım koşullarına dayanan bileşik önermedir. Tarihi kâgir yığma taşınmaz kültür mirasın, yeraltı suyunun olumsuz etkilerine karşı sarnıç veya kuyuların işleyişine dayalı özgün risk yönetim stratejileri ile korunduğu görüşünü temel alır. Ardından, güncel müdahalelerde donanımın yok sayılmasının, zemin-yapı etkileşimindeki dengeleri bozduğu ve tanımlı, tekrarlı ve hatta öngörülebilir bir iz sunduğu hipotezi ile desteklenir.

Bu çalışmada izlenen yöntem dört aşamalıdır. Anıtsal su denetim teknolojisini belgelemeye yönelik bilgi toplama aşaması ile başlar. Sistemde meydana gelen değişimlerin tespiti ile işleyişin sürekliliği sınıranır. Yapıların güncel davranış verileri ile arasındaki bağıntının modellenmesi yoluyla genel bir kanıyla ulaşılır. Farklı amaçlar içeren tüm bu aşamalar doğrultusunda teorinin doğruluğu sorgulanır (Şekil 1.1).

Bir sonraki aşama, kuramı sına ve karşılaştırmalı örneklemlerle koşulları sınıflama arayışlarını içerir. Toplanan tüm bu bulguları yorumlamak için hidrojeolojinin hesaplama ve ölçüme kapalı olan yapısal etkilerinin tanımlanması zorunludur. Kâğır yığma sistemin hiperstatik yönünden ötürü, suyun dâhil olduğu yapısal kompozisyonlar çokça rastlantı/olasılık/tepkime barındırmaktadır. Bu durum, koşullar ile uygulamaların kolerasyonunu yansıtan, saha çalışmasının yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. IV. bölümde “bulanık mantık” olarak adlandırılan algoritma aracılığıyla, girdileri ve çıktıları belli bir küme teorisi içinde yalınlaştırarak yorumlama yoluna gidilmiştir. Böylece, süreçteki yapısal değişkenler belirlenip, yeraltı suyu tesiri altındaki bozulmaların ifadelendirilmesi için kullanılmıştır. Çalışmanın metodolojik kısmını takip eden son safhada, oluşan çıkarımlar üzerinden sonuçlar elde edilmiş, güncel etkiler ve ileriye dönük olasılıklar değerlendirilerek öneriler oluşturulmuştur.

1.4 Kapsam ve Sınırlılık

Su ve kent odaklı araştırmanın, dizgesel aralığını “tarihi yığma yapılarda hidrolik donanımın işleyişine dayalı stabilite” hipotezi çerçevesinde tutmak, seçimlerde belirgin limitlerin oluşumunu gerektirmiştir. Bu noktada bir süreç tanımı söz konusudur. Su yönetim politikalarının karşılaştırılmalı olarak irdelenmesi, dönemlerin tasarım anlayışını simgeleyen tarihyazımında yer edinmiş yapıların seçimi ile mümkün olmuştur. Bizans Mimarisi, donanımın ilksel uygulama örneklerini içermektedir. Nihayetinde, Osmanlı Ampir Üslup Dönemi ise altyapıda arkaik kültürün terk edildiği tarihsel sınırı temsil etmektedir. Çalışmada, eşdeğer malzeme ve teknolojinin kullanılabildiği süreç aralığının sınırlayıcı olması uygun görülmüştür (Şekil 1.2).



Şekil 1. 2 Kent uygarlıklarının hükümlanlık süreci ve araştırmanın tarihsel sınırı

BİZANS ve OSMANLI MİMARİSİ'NDEKİ YERALTI SUYU ODAKLI YIĞMA YAPIM PRATİĞİ

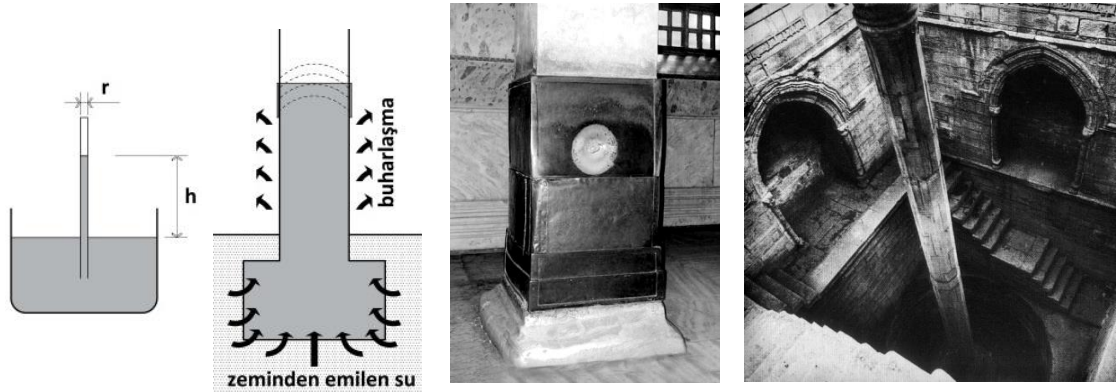
Kent arkeolojisi, suyu denetim altına alabilen donanımlı uygarlıklara ait katmanlardan oluşur. Bu bakımdan, günümüze ulaşan mimari kültür varlıkları zemini hidrolojik döngünün bir parçası, yapıyı da bu süreç ile uyumlu mekanizma olarak gören denge odaklı tasarım anlayışına işaret etmektedir. Çalışma alanının kentsel arkeolojik katmanlılığında, tabiat ile uyuma yönelik geliştirilmiş üslup, Bizans ve Osmanlı Dönemleri'ne ait yerleşme ve yapı ölçeklerinde yeraltı suyu odaklı kararlar bütünüdür. Burada, su yönetimine konu olan her türlü değer sınırlı tekil fonksiyonların ürünü değil, aksine, biri olmadan diğerlerinin varlığının anlamını yitirdiği kolektif bir yapısal düzenin parçasıdır. Diğer taraftan, tarihsel süreçte hidrolik döngü işleyişinin sürekliliğini sağlayan ölçütler fizik kurallarına dayalıdır. Suyun ne şekilde hareket edeceği, zeminlerin çeşitliliği, zemine uyum sağlayamayan yapıların ne şekilde davranış özellikleri sergileyeceği mutlak değişmez verilerdir. Tarihi yığma yapı çözümlemesi ancak zemin-yapı etkileşiminin bu açılardan tanımlanması ile mümkün olabilecektir.

2.1 Suyun Kimliği ve Hareket Özellikleri

Su, tarihyazımında ilkin Doğu ve Batı Mitolojileri'nde, aşındırıcı yönü sebebiyle kontrol edilemez güç kaynağı olarak nitelendirilip, Tanrı ile özdeşleştirilmiştir. Felsefe sonrası dönemlerde suyun oluşturabileceği tahribat konusunda kuramlar üretilmiştir. MÖ 6. yy. Filozofu Thales'e göre her şeyin kaynağı sudur [15]. Sonraki dönem filozofları için de suyun maddesel boyutu düşünce unsurudur. Eflatun (Platon) dört temel element fikrini benimsemiştir: su, hava, ateş ve toprak.

Öğrencisi Aristo, bu unsurların her birinin toprak altındaki su, suyun üstündeki hava vb. gibi kendi doğal yerine dönme eğiliminde olduğuna inanmış; her öğeye diğer öğeleri atıfta bulunan “soğuk, nemli, sıcak ve kuru” niteliklerini yüklemiştir [16]. Hidrojeoloji üzerine yazılmış en eski kitapta ise Karaji yeraltı suyu ile zemin hareketlerini ilişkilendirmiştir. Kitap, deprem sonrasında su tablasında oluşan değişim konusundaki araştırmaları içerir [17]. Düşüncenin ürüne dönüşmüş hali, işleyişi güncel analitik veriler ile desteklenebilen, özgün hidrolik donanım kuruluşunda kimlik bularak günümüze ulaşmıştır.

Yerküreyi oluşturan temel maddeler hava, su ve topraktır. Hidrolojik döngüde su, atmosfer ve kara katmanı arasında, sıvı ve gaz fazında, sürekli olarak dolaşmaktadır. Suyun, katı cisimlerin içindeki ilerleyişi cismin porozitesine, yani tanecikler arası boşluk/gözenek oranına bağlıdır. Porozite, gözenekleri birbirine bağlayan geçitlerin boyutlarına bağlı olarak taşınan molekül boyutunun bir fonksiyonudur. Taşınan molekülün gözenek geçitlerinden daha büyük çapa sahip olması gözenekliliği moleküle göre sınırlar [18]. Buradan da anlaşılabacağı üzere, suyun hareketi gözenek geçitlerine bağlıdır ve sadece zemin ile sınırlı kalmaz. Kâgir malzemelerin gözenekli oluşu, suyun kılcal yollarla ilerleyişine olanak sağlar. Gözenekler, mikro ölçekte suyu depolayan hacimlerdir. Hidrolik döngüde suyun zeminden atmosfere doğru yerçekimine karşı gerçekleşen hareketi basınç farklılıkları ile açıklanabilmektedir (Şekil 2.1).



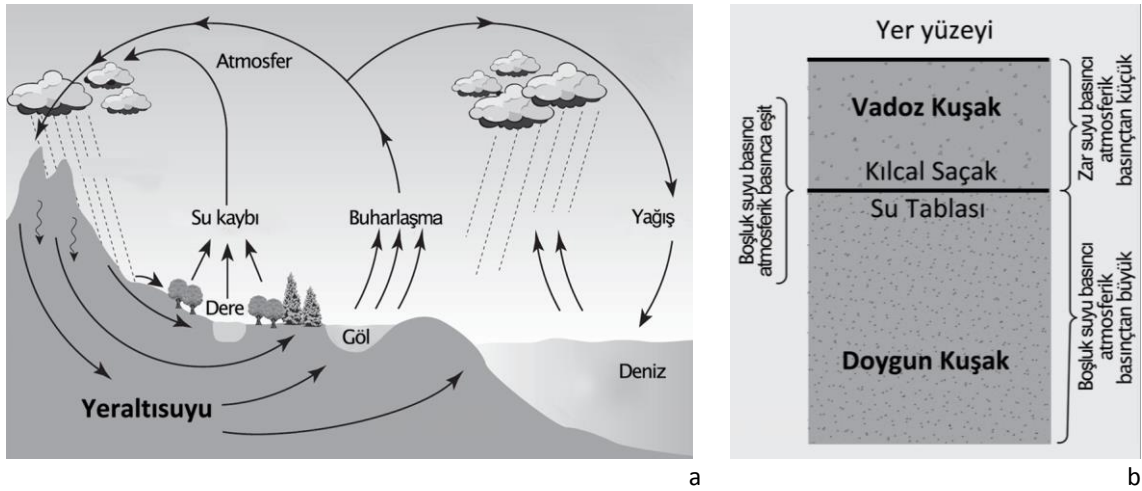
a,b- Suyun kapiler kuvvetler altındaki kılcal hareketinin şematik anlatımı. İlk şekil suyun (r) çaplı ideal kılcal boruda (h) yüksekliğindeki ilerleyişini, ikinci şekil ise zeminden emilen suyun yığma temel ve duvar kesiti üzerindeki düşey hareketini ifade etmektedir [19].

c- Ayasofya Kilisesi'nde, diğer sütunlara nazaran porozite değeri yüksek malzemeden üretilmiş Terleyen Direk üzerinde gözlemlenebilen kılcal su hareketi.

d- Nilometre olarak adlandırılan porozitesi yüksek çokgen sütun (Mısır, Kahire); su tablasının Nil Nehri'nden beslenerek ne kadar yükseldiğini yansıtmakta ve yıllık toprak vergisi oranlarını belirlemekte kullanılmaktaydı [20]

Şekil 2. 1 Malzemelerin porozitesi ve suyun kılcal hareketi

Konveksiyon ve buhar difüzyonu ile zeminde dinamik değişken su içerik oranları oluşur. Boşluk suyu basıncına bağlı olarak kayma direnci azalır. Su, kapiler kuvvetler altında oluşan kılcal yollarla suya doymun bölgelerden kuru bölgelere doğru tutunarak yükselir [21]. Atmosfer basıncı ile zemin katmanı arasında olabilecek basınç farklılıkları, yeraltında bulunabilecek su seviyelerini sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Su tablası, zemin katmanlarını basınç farklılıklarına göre iki bölgeye ayırır. Su içindeki basıncın atmosfer basıncına eşit olduğu seviyeye “yeraltı su seviyesi”, “serbest su yüzeyi”, “su tablası” denilir [22]. Bu hat atmosfer basıncı ile su basıncının denge yüzeyi olarak düşünülebilir. Su tablasının üstünde kalan su katmanı “doymamış bölge”, “havalı bölge”, “vadoz su bölgesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu katmanda yüzey suları kısmen yer çekimi ile toprak içinde ilerler ve aşağıya sızar [23]. Kılcal saçakta boşluklar kılcal su ile dolu olduğu için, doymunluk %100’e yaklaşıp; ancak, buradaki su kapiler kuvvetlerce tutulmaktadır. Bir alt katmanda, doymun kuşakta, yük tanelerin düzenini ve boşluklardaki suyun yoğunluğunu etkileyen basıncı doğurur (Şekil 2.2) [18].



Şekil 2. 2 Yeraltı suyunun hareket özellikleri

a-Hidrolik döngü şeması [26],

b- Zemindeki akışkan basınçlarının su tablasına göre dağılımı [20]

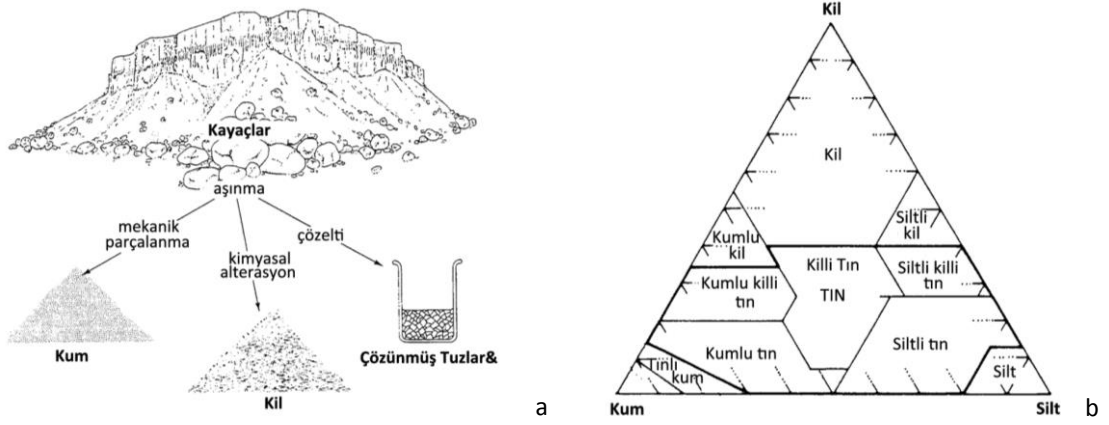
Doğrusal basınç denge koşullarında, su tablasının herhangi bir tarafındaki basınç değerlerinden birinin değişmesi durumunda eşitlik tekrar sağlanacaktır. Birçok tabiat döngüsü eşitlik seviyesini değiştirebilecek niteliktedir. Günlük ve mevsimsel sıcaklık değişimleri katmanlar arasında basınç farklılıkları oluşturabilir. Ayrıca, yağışların veya yüzeysel su kaynaklarının zemini beslemesi bir başka basınç unsurudur. Su tablası seviyesi bu sebeple sabit bir değer olarak kabul edilememektedir.

Ayrıca, deprem gibi bir itki de yeraltı suyun hareketini değiştirerek zeminin plastik akışkan özelliği göstermesine sebep olup, zemin niteliği üzerinde belirleyici olabilmektedir. Deprem sarsıntılarının oluşturduğu aşırı boşluk suyu basıncı çoğu zaman yukarı doğru hareket ederken gözenek tarafından sönmülendirilir. Suyun hareket yönünde zemin taneleri kapiler kuvvetlerin etkisinde kalır. Akışa etkiyen boşluk suyu basıncı efektif basıncı sıfıra düşürür, zemin akıcı bir kıvama dönüşür ve sıvılaşma olur [25]. Her daim değişken sayılabilecek su tablası kotu, tarihi yapılardaki özgün çözümlerle denge halinde tutulmaya çalışılmıştır.

2.2 Zeminlerin Yapısı ve Sınıflaması

Zemin türlerini endeks özelliklerine göre sınıflandıran düzen, suyun ve taneciklerin ne derece kompakt dağıldığına dayalıdır. Katı, sıvı ve gaz basıncı tesiri altında zeminin esas bileşenleri oluşur (Şekil 2.3a). Toprak, taşların yüzlerce yıl içinde mekanik veya kimyasal sebeplerden dolayı ayrışması ile meydana gelir. Oluşan toprak tekstürleri içerdikleri kum, kil, silt oranına bağlı olarak değişik oranda yoğunluk kazanmaktadır. Kum taneleri büyük ölçüde parçalanmış kaba taneli kayaçların kristalleri, siltler ise daha ince tipteki kırılmış ve aşındırılmış kristalleri içermektedir. Killer ise ağırlıklı olarak dengesiz minerallerin kimyasal olarak dağılımının ürünüdür. Bu belirgin ayırım altında toprağın mukavemeti, maddelerin atom düzeyinde kohezyonları ile alakalıdır [26]. Kohezyon sayesinde suyun toprak içinde tutunmasını sağlayan, çekim kuvvetine karşı suyu düşeyde ilerletebilen yol oluşur¹. Zemin tane içyapısı/kıvam karakteristik oranları, oluşan kohezyon derecesini tanımlar. Eşdeğer su içerik oranlarında, kayma direncine bağlı olarak farklı davranış gösteren zemin türleri bulunur. Silt ve kil gibi kohezyonlu zeminler için boşluk oranı daha az önem taşır. Suyun miktarına göre, killi zeminler “akıcı” halden “katı” faza geçiş yapabilmektedir. Kil içerikli zeminde aşırı su oranıyla birlikte kil akıcı bir hal alır. Aksi koşullarda ise, killi zemin plastik bir davranış gösterir (Şekil 2.3b) [27]. Zemin plastisite indisinde toprağın su geçirmez katman sayılan kil veya kumlu kil ile takviye edilmiş olması belirleyicidir [28].

¹ Küçük boyutlu gözenekler tarafından emilen su, kohezyon sayesinde gözenekleri birleştirip kanallar oluşturur. Kanallar, absorbe edebilecekleri kadar suyu büyük boyutlu gözeneklere taşırlar. Bu şekilde kapiler kondenzasyon köprüsü meydana gelir [29].



Şekil 2. 3 Zemin içeriğinin oluşum biçimleri ve zemin yapısı sınıflaması
a-Kayaçların ayrışması sonucu toprak oluşumu [28],
b- Toprak tekstürleri [28]

Su, jeolojik kayaçların her birinde değişik oranda tutunur. Bu oran; zeminin su emme kapasitesine, taneciklerin geometrik dağılımına ve geçirimsizliğine göre değişmektedir. Gözenekli, çatlaklı ve erime boşluklu jeolojik kayaçlar yeraltı suyu haznesidir. Kumtaşı, kil, kireçtaşı gibi sedimenter jeolojik kayaçlar hazne özelliği taşır ama granit, gabbro ve bazalt gibi püskürük ve başkalaşmış jeolojik kayaçlar yeraltı suyu hazneleri değildir. Bu tür kayaçlar ancak çatlaklılık içerdikleri zaman yeraltı suyu haznesi olabilirler [30]. Bu oluşum, yüzeyden sızan suyun kohezyonlu ve geçirimsiz bir katmana denk gelip birikmesine sebep olabilmektedir. Ayrıca, suyun aşındırıcı etkisi jeomorfolojik yapı gelişiminde de belirleyicidir. Yüzeye yakın yerde karst oluşumu, doğal yamaç gelişimi ve dere yatağı erozyonu gibi çoğu jeolojik süreçte yeraltı suyu önemli rol oynar [31]. Zemin kesitlerinde jeolojik bakımdan suyun kolaylıkla hareket etmesine olanak verecek akifer (sutaşır) örneklemelerine ulaşmak mümkündür¹.

Zemin davranışını belirleyen kütle değerleriyle birlikte, mukavemeti tanımlayan bir diğer sınıflandırma düzeni daha ortaya çıkmaktadır. Buna göre; sert zeminler; masif volkanik kayaç, çok sıkı kum, çakıl veya sert kil, yarı sert zeminler; gevşek volkanik kayaç, sıkı kum çakıl, yarı gevşek zeminler; orta sıkı kum, çakıl, yumuşak zeminler; gevşek kum, yumuşak kil, alüvyon tabakalardan oluşur [32].

¹ Grovak, kesin ve belirli bir kayaç grubuna konulamayan, tanımlanmasında güçlük çekilen klastik (kırıntılı) bir kayaçtır. Şist terimi, şeyl karşılığı ile birlikte kullanılmaktadır. Şeyl, bileşimi killi, taneleri ince olan, tabaka tabaka ayrılan taşlar için kullanılır [33]. Grovak ve killiştler çatlak sistemleri veya tabaka düzlemleri arasına giren yağmur sularının tesiriyle çok çabuk ayrışmakta ve tabakalar parçalanıp dağılmaktadır. Böylece kolaylıkla kil ve kumlu kil haline geçmektedirler [34].

2.3 Su Etkisinde Yapıların Dinamik Davranışı

Sismik olmayan en büyük tehlike sudur [3]. Su tablası kotunun periyodik değişimi, sıvılaşma hareketi, suyun kılcal hareketi, su buharı, basınçlı ve basıncsız su tesirleri yapılı çevrede zemin-yapı etkileşimine bağlı olarak risk potansiyelleri oluşturur. Su muhteviyatı zemin mukavemetini iki şekilde etkiler: kayma direncinin azalması ve boşluk suyu basıncındaki artış. Bu iki özellik zemin emniyet gerilmesini, dolayısıyla yapıların dinamik davranışını belirler. Sonuçta, kâgir malzeme ve mevcut detayların dayanım sınırlarını belirlediği bir alanda değişken miktarda deformasyonlar ortaya çıkabilmektedir.

2.3.1 Zemin-Yapı Etkileşimi

Zeminin suya doygunluğunun değişmesi tanecik yapısında ıslanma-kuruma periyodları oluşturur. Drenaj kaçakları, hidrolik döngü, mevsimsel yağışlar ve sıcaklık değişimleri bu bakımdan devinimi başlatır. Su içerik oranının değişmesiyle birlikte zeminde büzülme, şişme gibi istenmeyen hacimsel hareketler meydana gelir.

Suyun alçalması durumunda, kuruyan zemin tabakalarında “rötre” oluşur. Rötre sonucu, özellikle killi zeminlerde aşırı bir hacim küçülmesi olacağından zemin oturması olabilir. Suyun yükselmesi halinde ise, zemin boşlukları tamamen su ile dolacağından zemin suya doygun hale geçer. Bu durumda zemin yumuşar, zeminin kayma direncinin azalması ile taşıma gücü de azalır [27]. Kohezif topraklarda su seviyesi değişikliklerinde oturma, çoğunlukla, suyun alçaldığı zamanda partiküllerin yıkanmasına bağlı olarak oluşur. Geçirimsiz katmanda plastisitesi yüksek killi zeminlerde oturma çok yavaş bir şekilde gerçekleşeceği için göstergeler çok uzun süre zarfında meydana çıkabilmektedir. Kuruyan kilin sıkışması nedeniyle oturmalar devam eder. Kurak mevsim sonucunda, suyun en düşük düzeye ulaşması ile ani deformasyon gerçekleşir [35]. Suyun alçalması, sadece zemin yapısı üzerinde etkili değildir, etkileşim içinde olduğu yapı bileşenlerinde fiziksel/kimyasal/biyolojik tepkimeler oluşturur. Yeraltı su seviyesindeki düşüşe bağlı olarak, temel tabanındaki ahşap bileşenlerde bozulmalar oluşabilir. Su kaybı, ahşabın hidrokopik hücresel yapısında büzülme ile çürümelere sebep olur. Dolayısıyla, deformasyonlar meydana gelir.

Tam zıttı bir devinimde, su tablasının yükselmesi zeminin suya doygunluğunun artmasına sebep olur. Zemin, söz konusu devingen su kaynağı tarafından aşındırılabilir. Zeminin su tablasından beslenmesinin önü drenaj ve havalandırma çözümleri ile kesilemezse şişme/büzülme eylemi bu koşullar altında da zemin/temel oturmaları ile neticelenebilmektedir.

Temel/zemin oturmalarının eylemsel yönü Çokcan'ın [32] tabiri üzerinden, kumsalda yürüyen her insanın kütlesine ve kumsaldaki tane ve su yoğunluğuna bağlı olarak farklı çökme miktarına sahip izler bırakması ile özdeşleştirilebilir. Temel oturmasının sebebi, üstyapıdan temellere aktarılan düşey gerilmelerin zemin tarafından karşılanabilmesi ve zeminin etkiyen kuvvetlere bağlı sıkışması ile bağlantılıdır. Zeminin yük taşıma kapasitesi ve malzeme karakteristikleri ile orantılı olarak, oturma sonucunda düzgün ve tek taraflı veya bel verme gibi çift doğrultulu kütleli davranışlar ortaya çıkmaktadır.

Düzgün oturma, zeminin her tarafında aynı oranda sıkışması sonucu, yapının başlangıçtaki konumuna paralel bir duruş sergilemesi halidir. Bu koşullarda, düşey kuvvetlerin aktarımında dengesizlik oluşmayacağı için hasar göstergeleri meydana çıkmayabilir. Bel verme ve tek taraflı oturma neticesinde yapıda kısmen veya bütün olarak mekanik değişimler meydana gelir. Oturmayı görünür kılan hasar göstergeleri çoğunlukla yapının bir tarafa meybinden kaynaklanmaktadır. Oluşan eğim, kütle üzerinde farklı noktalarda dengesiz yüklemeye neden olur. Zeminin ve yapının kaldırabileceği düşey yük limiti aşılır. Dolayısıyla malzeme deformasyonları gerçekleşir. Minare, çan, saat, gözlem kulesi gibi düşey bloklarda veya sütunlarda narinlik derecesi ile bağlantılı olarak oturma hareketi dönme ve burulma ile neticelenebilir. Sonuçta çatlaklar ortaya çıkabildiği gibi devrilme hareketi de gerçekleşebilmektedir.

Zemin-yapı etkileşiminin sonucunda sadece mekanik diyafram davranışlar oluşmaz, ayrıca, zemin ve yapı malzemesinin porozitesine ve karakteristik özelliklerine bağlı olarak suya karşı fiziksel/kimyasal tepkimeler meydana gelebilmektedir. Malzemelerin suyla etkileşimi mevsimsel değişimlere bağlı olarak donma, çözülme gibi fiziksel, harç bünyesinde bulunan tuzlara bağlı olarak iyonlaşma gibi kimyasal tepkimeler ile sonuçlanabilir. Fiziksel, kimyasal veya mekanik hasarların göstergeleri yapıların dinamik davranış verileri üzerinden teşhis edilebilmektedir.

2.3.2 Mimariye Yansıyan Hasar Göstergeleri

Yapısal bozulma sebepleri, sadece gözlem yolu ile analiz edilip, tek bir nedene indirgenemez. Aynı görsel etkiye sahip hasar göstergeleri, farklı türlerde bozulmaların habercisi olabilir. Zemin uzmanı, inşaat mühendisi ve mimarların katılımıyla gözlem, laboratuvar analizleri ve dinamik hesaplar sonucunda kanı ve teşhisler netleştirilebilir. Öte yandan, suyun oluşturduğu hasar biçimleri üzerinden belli tekrarları temel alarak, hasar göstergeleri için sınıflandırma düzeni geliştirmek mümkündür. Su ile bağlantılı bozulmalar, malzemenin karakteristik özellikleri üzerinden çeşitlenmektedir. Taşın gevrek niteliğe sahip oluşu kayma gerilmeleri altında yapının elastik dayanımını belirler. Malzemenin porozite ve su emme kapasitesi gibi yapısal özellikleri bileşenleri suyun tetikleyeceği fiziksel reaksiyonlara karşı duyarlı kılar. Fiziksel, kimyasal ve mekanik etkiler sonucu oluşan hasar göstergeleri biçimlerini gelişim sebepleri üzerinden, başlıklar altında sınıflandırmak mümkündür (Şekil 2.4-5).

a-Eğilme/Dönme: Zemin-yapı etkileşimi, zemin yük taşıma kapasitesinin ve su oranının yönetilememesine bağlı olarak zemin oturmaları ve dolayısıyla temel oturmaları ile sonuçlanabilir. Zemindeki kayma gerilmelerinin artması sonucunda yapılarda eğilme/dönme gibi mekanik bir harekete sebep olacak moment oluşur (Şekil 2.4a) [35].

b-Kesme Çatlakları Oluşumu: Kâgir malzemelerin basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşüktür. Zemin oturması sonucunda yük aktarım dengeleri değişir ve basınç kuvveti yapıya düşey yükler halinde etkir. Bu itkinin malzemenin çekme dayanım sınırını aşması halinde, basınç uygulayan kuvvetlerin bileşke fonksiyonu etkileyen doğrultuya bağlı olarak değişken karakterde kesme çatlakları oluşturur. Eğer yapı iki ucundan sağlam zemine oturuyorsa ve arada kalan bölgenin zemini gevşekse, cephede doğrama boşluklarının köşelerinden başlayan ve 45° açıyla yanlara doğru gelişen çatlaklar gözlenir. Şayet, yapının yalnız orta kesimi altında sağlam zemin varsa, çatlaklar aşağıdan yukarı doğru açılan bir düzen gösterir [36]. Çatlaklar sadece duvar ile sınırlı kalmaz. Arun'un öngörüsüne göre [37], [Yığma Yapı Davranışı Ders Notları] her eleman oturmadan kaynaklanan yeni pozisyona çatlaklar aracılığıyla uyum sağlar. Kubbelerde, çember boyunca gelişen paralel çatlaklar geçilen açıklıkta bir artışa işaret eder. Tabana paralel doğrultudaki çatlaklar çoğunlukla oturma kaynaklıdır (Şekil 2.4b).

c-Malzeme Ezilmesi: Düşey yük aktarım dengelerinin şaşması, malzemelerin taşıma kapasitesinin aşılması ile sonuçlanabilir. Duvar ve ayaklarda ezilme, tabana yakın bölgelerde meydana gelen birbirine yakın çok sayıda çatlak ile kendini belli eder [38]. Ayrıca, suyun harç içerisindeki tuzları çözmesi derz boşalması ile neticelenebilir. Böylelikle bloklar arasında kayma gerilmesi oluşur. Aşırı yükleme sonucu bağlayıcı ezilmesi gerçekleşebilir (Şekil 2.4c).

d-Aşınma/Yüzey Kaybı: Islanma-kuruma sürecinde meydana gelen ısınma-soğumaya bağlı faz değişimleri, malzemenin gevşeme ve zayıflamasına neden olur. Genleşme sonucu taş patlayabilir. Don etkisi olarak tabir edilen bu deformasyon nedeni, periyodik hacim değişikliklerine bağlıdır. Donma-çözülme döngüsünde buzlar, kristalleşme yolu ile gözeneklerin arasına girip, hacimsel farklılıklara sebep olarak malzemeyi aşındırabilir. Sıcaklık 0°C'nin altına düştüğünde, suyun buza dönüşmesine bağlı olarak hacim artışı olur. Malzemenin porozitesi ve suya karışıp, suyun saflığını ve donma derecesini belirleyen çözeltiler gerilme değişimlerini etkiler [39]. Ayrıca, deniz/akarsu gibi devingen bir su kaynağının etkisiyle sürtünme sonucu mekanik aşınma gerçekleşebilmektedir. Taşın bünyesindeki yıpranmaya müsait yüzeylerin; örneğin kil yataklarının boşalması oyuklanma ile neticelenebilir (Şekil 2.4d).

e-Şişme/Kabarma/Kavlanma: Basıncı su, zemine oturan döşemelere ve bodrum kat duvarlarına kuvvet olarak tesir eder. Bu durum şişme ile sonuçlanabilir. Bunun haricinde su kılcal yollar ile yükselerek yapı elemanlarına etkiyebilir. Su buharı, yapı elemanı kesiti ile çevresel ortam arasında basınç farkları oluşturabilir. Basınç farkları, fazlar arası geçiş ile dengelenir. Bu şekilde toplanan yoğuşma suyu, şişme ile kendisini gösterebilir. Şişme, çift cidarlı duvarlarda moloz dolgunun çözülmesinden veya bağlayıcı-bağlantı aşınmasından kaynaklanabilir. Sonuç tek taraflı olabildiği gibi, duvarın her iki yüzüne de yansıyabilir [40].

Taş bileşimini oluşturan minerallerin su içerisindeki elementler ile tepkimeye girmesi sonucunda malzemenin atomik yapısında değişimler meydana gelir. Kapiler su yollarında silisyum var ise kireç Ca(OH)_2 ile reaksiyona girerek hacim büyümesine yol açar. Yeraltı suyu alçalırken kapiler yolla hava emilir. Emilen havadaki CO_2 yapı bünyesinde bulunan kireçle Ca(OH)_2 ile reaksiyona girerek CaCO_3 oluşturur [25].

Yüzeyde başlayan bozulmaların kesit derinliğine işlemesi halinde dönüşü olmayan deformasyonlar gerçekleşebilmektedir. Ufalanma, kumlanma, ayrışmalara bağlı materyal kaybı oluşabilir. Malzeme dokusunda kabuğun arkasında biriken tuz kavlanma oluşturur. Sonuçta meydana gelen pürüzlü dağılma, pul pul ayrılma, yapraklar halinde soyulma gibi deformasyonlar rölyef türü bozulma olarak tabir edilir (Şekil 2.5e) [41].

f-Çiçeklenme/Tuzlanma: Su ile taşınan veya taşın/bağlayıcının içinde bulunan tuzun diğer maddeler ile kimyasal reaksiyona girmesi halinde malzemede erozyon ve pigmentlerde renk değişimi gibi dönüşümler gözlemlenebilir. Malzemenin ıslanma-kuruma periyodları sonrasında yüzeyde veya yüzeyin altında tuz birikimi ile tortular kalabilir. Özellikle yaz aylarında, yüzeylerde potasyum ve sodyum sülfat gibi tuz kristalleri ortaya çıkabilir. Malzeme gözeneklerinde bulunan çözünebilir tuzlar, su veya su buharı etkisinde kristalleşir. Buharlaşıma sonrasında basınçla hareket eden tuz kristalleri yüzeyde çiçeklenme oluşturur [21]. Tuzun yol açtığı kimyasal bozulmalara, özellikle deniz dalgalarının temas ettiği kıyı yapılarında rastlanabilmektedir (Şekil 2.5f).

g-Yosunlanma/Bitkilenme/Küflenme: Biyolojik bozulmalar, bitki ve organizmalar için uygun yaşam ortamlarının sağlayan diğer bozulma türleri ile etkileşim içindedir. Su ve kâgir içerik bitkilerin tutunması için müsait koşulları oluşturur. Kılcal su hareketi ile gerekli besin ihtiyacı karşılanır. Bu şekilde oluşan bitki örtüsü sadece görsel kirliliğe neden olmaz. Bitki köklerinin su bulabilmek amacıyla duvar kesitinde ilerlemesi patlama, çatlak, parça kopması gibi bozulmalara sebep olabilmektedir. Bir diğer oluşum, yosun (alg) sıcaklık, nem, PH ve ışık şiddetine karşı duyarlıdır. Nemli ve gün ışığından yoksun ortamlarda likenik oluşumlar gelişebilir. Oluşan mikroorganizmanın türüne bağlı olarak, yüzeyde sarı, yeşil, gri ve pembe renkli doku etkisi meydana gelebilmektedir [42]. Yosunlanma oluşması durumunda, duvar yüzeyinin kaplanmasıyla birlikte duvar örgüsü havadan yoksun kalır. Yine bir biyotik oluşum olan, mantarlar ise malzemenin iç yapısında kimyasal çözünmeler meydana getirebilir. Özellikle, iç mekânlarda küf mantarı sıklıkla rastlanılan bir oluşumdur. İç ve dış ortamlarda, yüksek nispi nem ve 18-32°C arasında sıcaklık koşullarının etkimesi, diğer taraftan havalandırma olanağının bulunmaması küflenmeye sebep olmaktadır (Şekil 2.5g) [43]. Tüm bu hasar göstergeleri hem genel etkenlere hem de su etkisine bağlı olarak oluşum sebepleri açısından yoruma açıktır (Şekil 2.4-5).

HASAR GÖSTERGESİ ÖRNEĞİ		HASAR SEBEPLERİ	
a- Eğilme/Dönme	 Kethuda Yahya Ağa Çeşmesi	Genel Etkenler	Alana yakın kazılar Farklı büyüklük ve yönde etkiyen kuvvetler Dinamik etkiler, karayolu titreşimleri Yamaç üzerinde zeminin yanlara yönelimi Zemin taşıma gücünün düşük olması Zeminin farklı tabakalardan meydana gelmesi [38]
		Su Etkeni	Yeraltı su seviyesindeki değişim Yeraltı suyu deşarj sisteminin bozulması Sıvılaşma hareketi, Kazıkların çürümesi Heterojen zemin profili [4]
b- Kesme Çatlakları	 Filoxenus Sarayı Sarnıcı	Genel Etkenler	Sıcaklık değişimleri Strüktürel hareketler [39]
		Su Etkeni	Oturma sonucu yapıya etkiyen düşey yüklerin yığma malzemenin çekme dayanımını aşması Islanma-kuruma, donma-çözülme döngüsü Basınçlı su tesiri [28]
c- Malzeme Ezilmesi	 Ahi Çelebi Camii	Genel Etkenler	Yükün artmasıyla ezilme ve parça kopması Isı artışına bağlı genleşme Heterojen granülometri [35]
		Su Etkeni	Temel oturması sebebiyle yük taşıma kapasitenin aşılması Tuzların açığa çıkması ile derz boşalması oluşması [38]
d- Aşınma/Yüzey Kaybı	 Yeni Cami	Genel Etkenler	Sıcaklık farklarının oluşturduğu gerilmeler Dış ortamda oluşan sülfat etkisi Uzun süreli sürtünme etkisi [41]
		Su Etkeni	Islanma-kuruma sonucu gevşeme Çatlakların arasına giren suyun ve tuzların kristal oluşturarak taşı parçalaması Kil yataklarının su ile boşalması [21]

Şekil 2. 4 Mekanik hasar biçimleri

HASAR GÖSTERGESİ ÖRNEĞİ		HASAR SEBEPLERİ	
e- Şişme- Kabarma/Kavlanma	 Darphane İhata Duvarı	Genel Etkenler	Sıcaklık değişimi Taşın tabakalanma durumuna göre yanlış kullanılması Mekanik etkiler [40]
		Su Etkeni	Basıncılı su Kılcallık ile yükselen su Yoğuşma suyu Karbonatlaşma ile oluşan hacim değişikliği [25]
f- Çiçeklenme/Tuzlanma	 Pammakaristos Manastırı (Fethiye C.M.)  Davutpaşa Kışlası Su Deposu	Genel Etkenler	Sıva-harç içeriğinin sebep olduğu kimyasal tepkimeler Tanelerin büyüklüğü ve tanelerin kenetlenme düzeyi Yoğunluk Yanlış taş seçimi [38]
		Su Etkeni	Uzun süre etkiyen aşırı nem Nemin hacimde tuz kristal boyutlarını büyütmesi Malzemenin içinde bulunan suda çözülen tuzların taşın gözeneklerine girmesi ve kuruması Malzemenin bünyesindeki tuzların suyla tepkimelere yol açması [21]
g- Bitkilenme/Yosunlanma	 Topkapı Sarayı Ağalar Camii	Genel Etkenler	Bitki tohumlarının rüzgâr ve hayvanlar aracılığıyla taşınması [42]
		Su Etkeni	Ortamda bulunan fazla nem Suyun uzaklaştırılamaması sonucu yosun ve bitkilerin gelişmesine uygun ortam oluşması [43]

Şekil 2. 5 Fiziksel/kimyasal hasar biçimleri

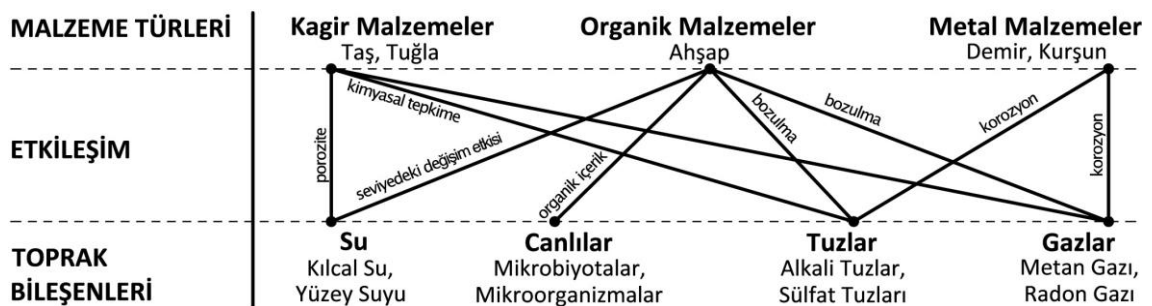
2.4 Yapı Üretiminin Suyu Bağlı Gelişimi

Suyun aşındırıcı yönü; mimari kültür varlıklarının ürün seçim ve detaylandırma sürecinde etkin olmuş, birbirleriyle bağlantılı üç yapısal değeri ortaya çıkarmaktadır: kaynaklar, koşullar ve teknoloji. Doğa ile dengeli bir bağ kurma gereksinimi, “yer” in olanaklarına ve koşullarına adapte olan yapı tekniği arayışını beraberinde getirmiştir. Bu yaklaşım, anıtları günümüze ulaştıran mutlak gerçeklerdendir. Her çağ için geçerli tek bir mimari gerçeklik söz konusu olmasa da, yığma yapıları suyun etkilerine karşı dayanıklı kılan tasarım stratejileri; malzeme seçimlerine, bileşen içeriklerine ve detaylandırma çözümlerine dayalı ortak bir paydada buluşmaktadır.

2.4.1 Yapı Malzemesi Seçimi

Malzeme seçimleri, tarihi yapıların kuruluşunda suyun ve malzemenin niteliklerinin bilincinde olunan tasarım sürecine işaret etmektedir. Suyun aşındırıcı etkisine karşı dayanıklı, kalıcı ve birbirlerinin eksiklerini tamamlayan, böylelikle üstün dayanım niteliği kazanan ürün seçim yaklaşımı hâkimdir. Su ve nem, her türlü malzeme üzerinde belli oranlarda mukavemet düşürücü rol oynar. Malzemelerin çoğunda var olan boşluklar ve kılcal yollar, su emme ve geçirimsizlik açısından önemlidir.

Yapı taşlarını bozulmaya uğratan tek etken su değildir. Yeraltı suyu ile taşınan tuzların, toprak içinde biriken gazların da türlü tepkimeler doğurması kaçınılmazdır. Malzemeleri korozyon ve hidrasyon gibi fiziksel/kimyasal/mechanik tepkimelere meyilli kılan içerik, tüm bu etkenlerin malzemeye işleyiş düzeyinde belirleyicidir. Bu açıdan Bizans ve Osmanlı Dönemi mimari ürünlerine bakıldığında, taş, tuğla, ahşap, demir ve kurşun malzemelerin etkileşimlerin farkındalığı ile çağın ayırt edici kompozisyonlarını oluşturacak şekilde bir araya getirildiği görülür (Şekil 2.6).



Şekil 2. 6 Yapı malzemelerinde bozulma oluşturabilecek etkileşim türleri

Kâgir Malzeme/Taş: Taş türleri, elde edildiği kayacın moleküler yapısına bağlı olarak değişken nitelikte boşluk oranına ve dolayısıyla kılcal suyollarına sahiptir. Yine kayacın mineralojisine bağlı olarak hava ve su ile etkileşimde farklı tepkimeler verebilmektedir. Doğal taşlarda, feldspat taşa sağlamlık, kuvars sertlik, mika ise esneklik kazandırmaktadır [44]. Bu durum, bazı taş türlerini toprak ile etkileşimli alanlarda sorunsuz kullanmak için diğer türlere göre ayrıcalıklı kılmıştır (Şekil 2.7a,b).

Bizans¹ ve Osmanlı Dönemi yapım pratiğinde taş türleri özenle seçilmiş, inşa edilen su yapılarında genellikle kireçtaşı, traverten, mermer, ender olarak da volkanik tüf, granit ve bazalt, suyollarında ise fosilli kireçtaşı (küfeki taşı), Marmara mermeri, volkanik tüf (od taşı) kullanılmıştır [45].

Kireç taşı ve volkanik tüften oluşan iki taş türünün altyapıda sıklıkla kullanıldığı görülür. Bölgenin jeolojik potansiyelinin ve taşın ocaklardan kolaylıkla elde edilmesinin her iki uygarlık döneminde de malzeme seçimlerini yönlendirmiş olması mümkündür. Ayrıca, tercihte etkin bir diğer sebebin, bu taşların su ve hava altında kazandığı dayanım olması olasılık dâhilindedir.

Kireçtaşı, Osmanlı Dönemi yapı terminolojisindeki adıyla “Küfeki” taşının ocaktan çıkarıldıktan sonra, havadaki CO₂ ile tepkimeye girerek karbonatlaşması sonucunda, mekanik dayanımı artarken yapısındaki boşluklar ve dış etkilere karşı dayanıklılığı da artmış olur [46]. Diğer etkin kullanım gören malzeme; “Od” taşıdır. Açık veya koyu renkli, demiroksitli, limonitli, gri-siyah benekli bu andezitik tüflerin kullanımına sıklıkla değinilmektedir. Dış etkilerle içlerindeki killi ve ayrılmış tüflü bölümler kolayca aşınan bu taşlar temel yapımında, fırın, mutfak ve hamamlarda kullanılmıştır [47].

Ayrıca, malzemenin gözenekliliği taşın ocağın hangi katmanından çıkarıldığına bağlı olduğu için malzemenin mekânsal ve yapısal kullanım alanında belirleyici olmuştur. Ocaklarda derine inildikçe taş sertleştiği için yüzeydeki yumuşak tabakanın temel ve dış yüzlerde kullanılmayıp, iç dolgularda bulunması uygun görülmüştür [48].

¹ Bizans Dönemi mimarisi üzerinden taş seçimine bakıldığında inşaatlarda en yaygın kullanılan tersiyer kireçtaşı ya da kimilerinde kumtaşıydı. Bunların ikisi de yerel olarak Hebdomon yakınlarından çıkartılır ve renkleri krem ya da açık sarıdan gümüşü griye kadar farklılık gösterirdi [49]. İlgili araştırmacılar tarafından “green stone” olarak anılan fakat nereden getirildiği belirlenemeyen yeşil taşlar Karamürsel’deki volkanik tüf ocaklarından alınmış olmalıdır [50].

Bizans Dönemi'nde taşın ilgi çekici kullanım şekli, sal taşı niteliğinde geniş taş bloklarının tabana serilmesine dayalıdır (Şekil 2.7d). Gökçay'ın [51] Sergios-Bachos Kilisesi (Küçük Ayasofya Camii) kazı verilerinde belgelediği taban detayına göre, 2.20m genişliğinde yeşil od taşı (Makriköy taşı) yassı bloklar bina içine ve dışına doğru yerleştirilmiştir. Benzer bir sürekli blok taş kullanım örneğini Theotokos Kyriotissa Manastırı (Kalenderhane Camii) kuzey ayağında ilave bloğun yıkımı ile açığa çıkan tabanda görmek mümkündür (Şekil 2.7e). Aynı dönemde, sadece taş konstrüksiyonlu temel oluşum denemeleri bulunur. Aya Eirene Kilisesi (Aya İrini Müzesi) temel açmaları bu durumun bir örneğini ortaya çıkarmıştır. Polyeuktos Kilisesi kalıntılarında gözlemlenebildiği üzere, temel duvarının taş-tuğla almalı örgü tekniği ile kurulabilmesi de mümkün olmuştur. Almalı örgüde, taş ve tuğla birlikte kullanılmaktadır. Bu örgü tipi "opus mixtum" veya "opus listatum" olarak adlandırılmıştır. Roma Dönemi'nde, ardıllarının aksine yalın taş ve tuğla sıra uygulaması yapılmıştır. Bunun nedeni, Bizans Dönemi almalı duvar kuruluşunda yüzey kaplamaksızın açıkta bırakılırken, Romalılar'ın duvarları daima kaplama malzemeleriyle örtmeyi tercih etmelerine dayalıdır [52]. Bizans Mimari Üslubu'nun belirgin bir ögesi olarak tanımlanabilecek almalı duvar örgüsünün suya karşı mukavemetinde taş-tuğla ve harcın bir bütün olarak dayanımı etkili sayılabilir.

Osmanlı Dönemi'nde kullanılan taşlara yapı terminolojisindeki kelime kökeni açısından bakıldığında kireçtaşının; delikli taş anlamını taşıyan "köfek" niteliğiyle, volkanik tüfün ise "od taşı" veya "seng-i ateş" olarak anıldığı görülür [47]. Külhan tabanı, çifte taban, köprülük taşları temellerde bulunan od taşlarını sınıflandırmak için kullanılmış terimlerdir [53]. Kazı verileri aktarımları ya da inşaat masraf defterleri kalemleri od taşının ağırlıklı olarak temelde kullanıldığı sonucuna götürmektedir. Ahunbay [50]; Fatih Camii Akdeniz Medresesi, Süleymaniye Camii, Eyüp Camii ve Sultan Ahmed Camii temellerinde od taşı kullanımına değinir. Altyapıda od taşının sıklıkla kullanımını kolay temin edilebilme ve sağlamlık etkenlerine bağlayarak yorumlar. Atik Valide Sultan Külliyesi açmaları blok taş kullanımını örnekler (Şekil 2.7e). Altyapıda rastlanılan bir diğer taş türü; kayağan/kaygan taşı, arduvaz, kayrak taşı olarak bilinmektedir (Şekil 2.7c). Bu taş, toprağın metamorfik değişiminden dolayı yapraklara ayrılabilme özelliği nedeniyle ince levhalar haline getirilip kapak taşı olarak kullanılmıştır [54].

MALZEME	UYGULAMA ÖRNEKLERİ	
HİDROLİK DONANIM BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM		
	a-Studios Manastırı'nda (İmrahor Camii) taş sarnıç tahliye kanalı	b-Aya Eirene Kilisesi'nde yekpare taştan oluşturulmuş kuyu bileziği ve alt kotta şaşırtılarak örülmüş taş kuyu beden duvarı
		
	c-Süleymaniye Külliyesi İmareti'nde kaygan taşı ile kapatılan dış galeri	
ALTYAPI BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM		
	d-Kyriotissa Manastırı'nda (Kalenderhane Camii) yassı blok taşlarla kurulan taban	
		
	e-Atik Valide Sultan Külliyesi Tabhanesi'nde döşeme kazısı ile açığa çıkan blok taşlar	

Şekil 2. 7 Taş malzeme kullanımı

Kâgir Malzeme/Tuğla: Tabiatıdan alınıp işlenerek, mevcut fiziksel ve kimyasal değerleriyle kullanılmış yapı malzemelerinden farklı olarak, tuğlanın üretim süreci ve içeriği yönetilebilmiş, suya karşı gerektiği şekilde dirençli hale getirilmiştir. “Seramik” olarak tanımlanan bu kil bazlı malzeme türü yüksek ısıda işlem görmüş silikatlar ve metal oksitleri içerir. Oksitlenmiş bir malzeme olduğundan kimyasal bakımdan denge noktasındadır ve yeni bir kimyasal tepkimeye girmez [55]. İçeriğinin homojen dağılımı, porozitesi, hidrasyon sonucunda kalıcı sertlik kazanması, kimyasal bileşimi ve su emme kapasitesi bu malzemeyi altyapıda kullanım için uygun kılmıştır (Şekil 2.8).

Bizans Mimarisi’nin kimlik bulduğu almasıık örgü düzeninde tuğla, temel yapı malzemesidir. Tuğla, hatıl niteliğiyle duvarları birbirine bağlamanın ötesinde, duvar kalınlığını da belirler, böylece bir tür ölçü ya da ayar işlevini¹ görürdü [56]. Tuğlanın altyapıda kullanımda benzer üslup tekrarları ile karşılaşılmaktadır. Cidarlar arasında oluşturulan kuşaklama, örgünün tesviyesi ile mukavemeti sağlamaktaydı. Orta Bizans’ın geç dönemi için karakteristik olan ve her iki tuğla sırasının arasına duvar yüzeyinden biraz içeri çekilmiş bir üçüncü tuğla sırasının yerleştirilmesi şeklinde uygulanan “gizli tuğla” tekniğinde; içeride gömük olan tuğlanın dışarıda görünenden daha kısa ve dar tutulduğu iki çeşit tuğla üretilmiştir [57]. Bu uygulamaya da su yapılarında sıklıkla rastlanmaktadır.

Tuğlanın kullanımına Osmanlı Dönemi yapı terminolojisi üzerinden bakıldığında, ürünün kullanım yerinin veya ebadının kubbe, duvarda ve temelde kullanılacak tuğla için bir ayırım oluşturduğu görülür [58]. Bu yapı geleneğinde, temelde tuğla kullanımıyla nadiren karşılaşılsa da, almasıık duvar düzeninde ve döşeme kuruluşunda su ile etkileşimli alanlarda tuğla kullanımına rastlanmaktadır. Taşıyıcı niteliğinin yanı sıra, tuğlanın bir diğer kullanım alanı kaplama malzemesi olarak döşemede kullanılmasına dayalıdır. Zemin genellikle “şeşhane tuğlası” denilen altıgen biçimli veya dörtgen biçimli toprak plaklarla kaplıdır [59].

¹ Bizans ölçü sisteminde en önemli uzunluk ölçüsü birimi parmak ve ayaktır. Boyutların pek çoğu bu birimlerin basit katlarına ve bölümlerine dayandırılmış olmalıdır. Yapılan araştırmalar, İstanbul’daki inşaatlarda (Studios Bazilikası, Ayasofya, Aya Eirene, Sergios-Bachos Kiliseleri) Bizans ayağının esas ölçü birimi olarak kullanıldığını göstermektedir [57].

MALZEME	UYGULAMA ÖRNEKLERİ	
HİDROLİK DONANIM BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM		
	a-Magnusa Sarayı Mahzenleri, almaşık duvar örgüsüne bağlanmış terrakota kanal	b-Pantokrator Manastırı İstinat duvarı, tuğla örgüsü sırasında açığa çıkan terrakota kanal
		
	c-Kyriotissa Manastırı, almaşık örgülü galeri	d-Euphemia Kilisesi, almaşık örgülü galeri
ALTYAPI BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM		
	e-Aspar Sarnıcı, tuğla tabanı	f-Polyeuktos Kilisesi, tuğla tabanı

Şekil 2. 8 Pişmiş toprak esaslı malzeme kullanımı

Destek Malzemesi/Ahşap: Fiziksel ve mekanik özellikleri sebebiyle, toprak altında kullanılabilen vazgeçilmez teçhizat malzemesi olmuştur. Ahşap, çekme gerilmelerini karşılayan yönü ile yapı elemanları ile bir bütün olarak kurulan iskeletvari düzenlere olanak sağlamıştır. Çakılmaya uygunluğundan ötürü zemin güçlendirme kazığı olarak, demir ve betonun bu amaçla kullanılmadığı dönemlerde kabul görmüştür. Ahşabın organik ve yaşayan bir malzeme oluşu, emprenye etmeyi sağlayan çeşitli işlemlere tabi tutulduktan sonra kullanıldığını, bu şekilde yapı yaşam süresince bozulmadan kaldığını göstermektedir. Ayrıca, bazı ahşap türlerinin su etkisinde lif yönünde çalışmasından ötürü kazıkların imalatında kullanılan malzeme bu açıdan mekanik dayanımı yüksek türlerle belgelenmektedir.

Teknik açıdan kazık imalatında suya dayanımı iyi olduğu için ladin, köknar, beyaz meşe, beyaz sedir, kırmızı sedir, kestane, kızılğaç ve servi kullanılmıştır. Bunların haricinde, sert çam, karağaç ve kayın ağaçlarıyla da kazık uygulaması ancak suyun kolaylıkla işleyemeyeceği gözeneklilik düzeyindeki zeminlerde yapılabilmektedir [60]. Vitruvius [61]; atmosferik ortamda kısa sürede bozulmaya uğrayan yanık kızılğacın altyapıda kullanımında, gözeneklerin kendi oluşumlarında eksik olan suyu çekerek sonsuza dek bozulmadan dayanacağına değinmektedir. Aynı detayda ahşabın yakılarak kullanılması mikroorganizmalardan uzak tutan emprenye yöntemi olarak sunulmaktadır.

Bizans Dönemi kayıtlarında altyapıda ahşap kullanımı temelde, donatıda ve iskele kuruluşunda karşımıza çıkar (Şekil 2.9). Ahşap kazık kullanımını belgeleyen örneklerle, Vezneciler’de erken dönem bir yapı temelinde [62], ayrıca, Theodosius Limanı kazılarında [63] ulaşılmıştır. Duvar içerisinde hatıl oluşturan ahşap kirişler ise Chora, Pammakaristos ve Lips Manastırı’nda görüldüğü üzere taş sıralar içinde yer alır. İskele oluşumunda, ahşap “ta xyla” terimi ile anılarak kayıtlara geçmiştir [49]. Atmosferik ortamda bozulmaya uğradığı için karşılaşılan duvar kesitlerinin çoğunda ahşap hatıl yok olmuş, geriye sadece kesit boşluğu kalmıştır. Aspar ve Blakhernia Sarayı Sarnıcı örneklerinde ahşap hatılların izleri konstrüksiyon detaylarında görülebilmektedir (Şekil 2.9b). Theodosius Kara Surları’nda açığa çıkan bir detayda ise; duvar örgüsünde taş sıranın başladığı ve bittiği noktada çift taban hatıl kullanılması, her yapıya özel farklı ahşap birleşim detaylarının türetilmiş olduğunu yansıtmaktadır (Şekil 2.9a).

Osmanlı Dönemi yapı terminolojisinde ahşap malzeme; sütun, çubuk, taban, vergeh (kiriş), elvah (kaplama tahtası) şeklinde, tanımlı belgelerde yapıda kullanıldığı yer belirtilerek geçmektedir. Altyapıda kullanım gören bileşenlerden “sütun-ı dolap” temel çukurundan su boşaltma aracı dolabı sabitleştiren dikmelerdir. Sütun-ı dolma ise zemini sağlamlaştırmak için belirli aralıklarla toprağın içine çakılan kazıklardır. “Taban” veya “taban-ı virke”, “taban-ı vergeh” (taban kirişi) olarak adı geçen ahşap malzeme ise dikmeleri birbirine bağlayan kirişleri oluşturma amacıyla kullanılmıştır [58]. Ahşap türü olarak; çam (Filyos kütüğü) [64], meşe [65] ve köknar [58] ağaçlarının altyapıda kullanımına inşaat masraf defterlerinde sıklıkla rastlanılmaktadır.

Dönemin yapı tekniğini yansıtan ahşap kazıklar; Büyükçekmece Köprüsü [66], Yeni Camii, Nur-u Osmaniye Camii, Ortaköy Camii [62] ve Çırağan Sarayı [67] gibi suya doygun zeminlere oturan yapılarda veya sağlam zeminin ulaşılması güç derinlikte olduğu durumlarda kullanım görmüştür. Yine tabanda ahşap malzeme ile kurulan yatay çerçeve yükleri zemine eşit dağıtmayı sağlamıştır. Bu tür ızgara düzenin parçası, ahşap hatıllar¹ piştevan/puştivan [65] olarak nitelendirilmiştir. Ayazma Camii [68], Süleymaniye Camii [69], Üsküdar Yeni Valide Camii [70] ve Çırağan Sarayı [67] yapı inşaat masraf defterlerinde geçen kereste birimi ahşap ızgara kuruluşuna işaret eder.

Dolmabahçe Sarayı’nda yapının dolgu zeminini sağlamlaştırmak üzere fore kazık olarak meşe ağacı kullanılmış ve yine bu ağaçlarla oluşturulan ızgara üzerine Horasan harcının kalınca serilmesinden sonra sarayın yapımına devam edilmiş ve tamamlanmıştır [71]. Aynı yaklaşım, kamusal açık alanlarda da kullanılmıştır. Büyükdere Çayırı’nda harap olan yolların tamirinde kazıklar ve taş duvarlar aracılığıyla tesviye yapıldığı belgelerde görülmektedir [72].

Tüm bu veriler doğrultusunda, ahşap malzemenin yığma sistem içinde destek amaçlı kullanım gördüğünü söylemek mümkündür.

¹ Izgara sistemini oluşturan ahşap hatıllar, kullanılan ahşabın türüne ve boyutsal farklılıklarına bağlı olarak “meşe kütüğü”, “meşe omurgası”, “yağhane direği” ve “beylik taban” adlarıyla nitelendirilmiştir. Yapıyı yatayda çevreleyen bu hatılların üzerinde, duvar kalınlığı boyunca yerleştirilerek, ızgara sistemini oluşturan, “piştevan” adı verilen ve genelde kesiti daha küçük olan bağ kirişleri yer alır. Piştevan türleri yine boyutsal farklılıklara göre yirmilik, onluk, beşlik, üçlük kiriş, çap kirişi ve çap yedilik isimleri altında kullanılmıştır [64].

MALZEME	UYGULAMA ÖRNEKLERİ
ALTYAPI BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM	 a- Theodosius Kara Surları (Ayvansaray’da bir burç), halen mevcut çift tabanlı ağşap kirişleme
	 b- Blakhernia (Tekfur) Sarayı Sarnıcı, ağşap hatıl boşlukları
	 c- Cafer Ağa Medresesi, açığa çıkan ağşap hatıl
	 d- Pantepoptes Kilisesi (Eski İmaret Cami), duvar örgüsündeki ağşap hatıl
	 e- Yenikapı Batık Gemi Atölyesi’nde yer alan Theodosius Limanı’na ait ağşap kazık
	 f- Antik Sarnıç temel açmaları ile elde edilmiş ağşap kazık

Şekil 2. 9 Ağşap malzeme kullanımı

Bağlantı Malzemeleri/Metal Malzemeler; Kurşun, Demir, Bakır: Ara bağlantı elemanı olarak bileşenlerin ayrılmasını engellemek, dökme yoluyla yüzeyleri birbirine kaynatmayı sağlamak, kaplama yöntemi ile aşınmaya uğrayacak noktaları güçlendirmek, yuvaların içine yerleştirilen bileşenleri perçinlemek amaçlarıyla kullanılmış malzemelerdir (Şekil 2.10g).

Metal kenetlerle yapılan birleşimlerde metal etrafını kurşunla doldurarak hem metal paslanmaya karşı korumaya alınmış hem de kurşun vasıtasıyla yanal yükler altında blokların hareketine imkân verilip malzeme kırılması önlenmiştir. Ayrıca metal gergilerin yığma duvarlara ankrajında, metali kurşun içine yerleştirerek gerginin uzayıp kılması sırasında malzemenin kırılmaması sağlanmıştır [4].

Kurşun kullanımının Bizans Dönemi'nden kalma izlerini yakalamak mümkündür. Bir örnek Ousterhout'un aktarımına dayanır; Lips Manastırı'nda yapılan kazılarda bağlantı milleri için açılmış oyukları görünen sütun kaideleri ortaya çıkarılmıştır [49]. Benzer şekilde, Theodosius Takı'nda 2m bulan bileşenleri yatayda bağlamak amacıyla kenetlerin kullanıldığını doğrulayan yuvalar bulunmaktadır (Şekil 2.10e).

Bir başka kullanım şekli olan tabaka kurşun derzin yapısal işlevi Yavuz [73] tarafından kurşunun yumuşaklığından yararlanarak taşların birbirine tam olarak değmesinin, dikey yükün eşit dağılımının ve deprem koşullarında hareketin şokunu yaymanın bir yolu olarak görülmektedir.

Döküm kurşunla taş sıralarının ve temel tabanının kaplandığı bilinen yegâne örnek Ayasofya'dır. Gurlitt [74]; Antik Çağ'da görülen kurşun akıtılmış demir ıskarmoz tekniğinin bu yapıda payede kullanılan kesme taşlar arasındaki derzlerde uygulandığına değinir. Prokopius'a göre derz aralığına dökülen kurşun; "molybos-plumbum" taşlar arasında her çatlağa akar ve taşları birleşme yerinden bağlar [75]. Bu durum suya karşı bohçalama misali güçlendirilmiş taban kuruluşu olasılığına işaret eder.

Ayrıca, malzemenin bir başka kullanım şekli su yönetim ağında karşımıza çıkmaktadır. Kurşunun dökme veya plakları katlayıp boru halinde uygulanması durumunda birleşimde lehim olarak saf kalay kullanılması yoluyla kanalın bir parçası olan borular oluşturulabilmekteydi [76]. Kent içinde döneme ait bir örnek olarak; Magnum Palatium (Büyük Saray) içerisinde kurşun borulara [77] rastlanmıştır.

Osmanlı Dönemi yapı terminolojisinde ise kurşun “Sürb” [54] olarak geçmektedir. İnşaat defterlerinde “büyük, büyük vasat, vasat ve küçük” şeklinde dört tip kenet türü belirtilmiştir [59]. Belgelerde kurşuna ham kurşun ve levha kurşun olarak rastlanılmaktadır. Ham kurşun işlenerek ya da külçe haline getirilip duvar örgüsündeki taşları birbirine kenetleyen demirlerin sabitleştirilmesinde kullanılmıştır [58].

Bu dönemde de birçok yapı elemanı birleşim detayında kurşun uygulaması kayıtlara geçmiştir. Büyük Çekmece Köprüsü’nde ayaklar kâgir olarak oluşturulup, demir kenetlerle bağlanıp, aralarına kurşun akıtılarak tespit edilmiştir [66]. Bir diğer örnek Ayazma Camii’nde beden duvarları içindeki iki sıra kuşaklama demir donatısının birleşim yerlerine kurşun dökülmüştür [68].

Süleymaniye Camii’nde ise temel duvarı örgüsünün cidarlarını oluşturan taş bloklar birbirlerine kurşun yuvalarıyla sabitleştirilmiş, yatayda demir kenetler düşeyde demir zivanalar ile bağlanmıştır [78]. Kurşun kullanımı, su yönetim ağının bir parçası olması bakımından ele alındığında, önceki dönemlerde plaklardan lehimsiz olarak yapılan kurşun boruların yerini çekme kurşun boruların aldığı görülür [79].

Demir ise çekme kuvvetlerini karşılayan yatay bileşen olarak karşımıza çıkar. Basınçlı suyun tesirinde kalan bodrum katlarda duvar ve sütunların rijitliğini sağlamak amacıyla gergi demirleri kullanılmıştır (Şekil 2.10 h,i). Azapkapı Sokollu Mehmet Paşa Camii’nde, Davut Paşa Kışlası Su Deposu’nda tahtani mekânlarda bu yapı bileşenine rastlamak mümkündür. Birçok sütun başının gergi ve kiriş mesnetlemesinde demir kullanımı ile karşılaşılmaktadır. Ayrıca, açığa çıkan örneklerde volta döşeme kuruluşunda esas taşıyıcı iskelet yine demir kirişler ile oluşturulmuştur.

Demir, bir başka kullanım alanında ahşap kazıkların uçlarında bileşenler çakılırken aşınma ve çatlamaya karşı koruma sağlamaktaydı. Zemini sağlamlaştırmak için çakılan kazıkların sivri uçlarına takılan kılıf biçimindeki demir ögeye “ahen-i kazık başı” denilmektedir [54]. Böylece, kazıklar korunarak, zedelenmesi engellenmiştir.

Tüm bu veriler doğrultusunda metal malzemelerin yığma sistemde bağlantı, destek ve suyun aşındırıcı etkisine karşı koruma amaçlı işlev gördüğünü söylemek mümkündür.

MALZEME	UYGULAMA ÖRNEKLERİ		
HİDROLİK DONANIM BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM			
	a-Yerebatan Sarnıcı Su Terazisi, bakır boru		b-Topkapı Saray Surları, bakır boru
ALTYAPI BİLEŞENLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM			
	c-Mihrimah Sultan Camii, kenet	d- Şemsi Paşa Medresesi, kenet	e-Theodosius Takı, kenet boşluğu
			
	f-Ayazma Camii, kenet	g-Süleymaniye Camii, demir mil ve kurşun bağlantı	
			
	h-Sokollu Mehmet Paşa Camii, tahtani kat demir gergileri	i- Davutpaşa Kışlası Su Deposu, dış duvarlarda bulunan demir gergiler	

Şekil 2. 10 Metal malzeme kullanımı

2.4.2 Hidrolik Harç Kullanımı

Bağlayıcı, dolgu (agrega) ve katkı maddelerinin su ile birleştirilmesi ardından, kuruma veya kimyasal reaksiyon sonucunda elde edilen katı fazdaki sistem bileşeni harçtır. İçeriği sayesinde suyun aşındırıcı etkisine karşı güçlendirilen harç, su altında hem kendi mukavemetini sağlayacak hem de bütünleştiği yapı elemanını koruyacak niteliğe kavuşturulmuştur. Bu şekilde derz bağlantılarında, sıva formundaki haliyle yüzey kaplamalarında suyun aşındırıcı etkisine karşı koruma amacıyla uygulanabilmektedir. Harca kazandırılan su sızdırmaz nitelikler; hidrolik kireç esaslı bağlayıcı türüne veya puzolanik agrega içeriğine bağlıdır. Bileşimi açısından hammadde kompozisyonları aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir.

Bağlayıcılar: Harcın ilkel dönem kullanımı, bağlayıcı olarak çamur ile kilin karıştırılmasına dayalıdır. Sonraki dönemlerde harcın mukavemet değerlerini arttırmak için Antik Mısır Uygarlığı'nda alçıtaşı, antik Pers Uygarlığı'nda ise katran (bitüm) ilavesi yapılmıştır. Etrüskler tarafından kirecin keşfedilmesi yığma strüktür gelişiminin dönüm noktasını oluşturmuştur [80]. Kirecin saf hali; yağlı kireç veya yüksek kalsiyumlu kireç (hava kireci) olarak adlandırılır ve hidrolik niteliğe sahip değildir. Bu nitelikte kireç ile hazırlanan harçlar CO₂'in harç tarafından emilmesi ile sertleşir, su ile kimyasal reaksiyona girerek katılaşmazlar [81]. Hava kirecinin katı faza geçişi kuruma, kristalleşme ve karbonatlaşma aşamaları sonrasında gerçekleşir¹. Hidrolik kireç (su kireci) kullanılarak elde edilen harçlar ise, kirecin kalsiyum karbonata dönüşmesi ve içinde bulundurduğu kalsiyum alüminat silikatların su ile kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum alüminat hidratları oluşturması sonucu sertleşmektedir [82]. Bu sebeple hidrolik kireçle oluşturulan bağlantı su içinde erimez, aksine katılaşır ve sertleşmektedir.

¹ Kireç üretiminin pişirme ve söndürmeden oluşan iki aşaması vardır. Kireç harcının hazırlanması ve priz yapması uzun ve sabır isteyen bir prosedürü gerektirir. "Çalı Kireci" denilen tür ocakta odun ateşiyle pişirilir ve yakma ısı 1000 °C geçmezse gevşek ve gözenekli bir yapı oluşur ve kolay söndürülür [81]. Kireç (Geç); kuru veya yaş söndürme yöntemleriyle söndürülür. Kuru söndürme sonucunda beyaz bir toz haline gelir. Yaş söndürmede ise bolca sulandıktan sonra su içine atılır ve bu yolla elde edilen kireç macun kıvamına gelerek "kaymak kireç" adını alır. Kireç en yaygın olarak, tuğla örgüsü için söndürülmüş kireç, kum ve su karışımıyla yapılan harçta kullanılır. Bu harç yapıda kullanıldıktan sonra suyun fazlası buharlaşır ve ilk kuruma meydana gelir. Daha sonra harçtaki kalsiyum hidroksit, havanın karbon dioksiti ile birleşerek kalsiyum karbonat haline dönüşür; çıkan bir molekül su harcı yeniden ıslatır. Bu suyun buharlaşmasından sonra ise harç kurur ve sertleşir. Kum tanecikleri ve kâğır yapı gereçleri, taş sertliğindeki kalsiyum karbonat ile birbirine bağlanarak tek bir taş kitlesi meydana getirirler [54].

Dolgu Malzemeleri (agrega): Harca hidrolik nitelik kazandırmanın tek yolu bağlayıcıdan geçmez, agrega bileşenleri aracılığıyla yine su altında tepkimeye girerek katılaştıran harç formu elde edilebilmiştir. Bu açıdan agregalar; kireç ile birleştirildiğinde etkisiz kalması veya kimyasal tepkime vermesi açısından çeşitlilik oluşturmuştur. Dere ve deniz kıyılarından elde edilen kum ve çakıl taşları veya minerolojik içeriği tepkime başlatmayan türdeki kırma taşlar reaksiyona girmeyen (etkisiz) agregalar olarak kabul edilmektedir. Kireç ile reaksiyona giren agregalar aracılığıyla harcın sağlamlaşmasındaki temel unsur olan kalsiyum alüminosiklatlar oluşturulabilmiştir. Burada puzolanik içerik kimyasal tepkimeleri başlatan katalizör işlevi görür [83]. Kirecin puzolanlarla birleşip, reaksiyona girmesi için nemli ortamlara veya suya ihtiyaç duyulur. Bu nedenle, hidrolik harçlar su altında etkinleşerek mukavemet kazanabilmektedir. Bu durum, su ile etkileşimli her türlü yapı elemanının inşasına ve deformasyona uğramadan günümüze ulaşmasına olanak sağlamıştır.

Puzolanik agregalar elde edilmiş şekline göre doğal veya yapay olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Doğal puzolanlar; yani, volkanik malzemeler puzolan (toz) ile tuf (taş) formları arasında değişen yoğunluklarda bulunabilmektedir [26]. Toprağı kireçle karıştırmak suretiyle su harcı geliştirilmiştir. Bu harç, 19.yy.da hakiki su çimentosu imal edilinceye kadar ağırlıklı olarak kullanılmış harç türüdür [84]. Vitruvius [61] doğal puzolanı tanımlarken volkanik ısrının, toprağın ve taşın yoğunluğunu hafiflettiğine, bu nedenle puzolanik agreganın harç içinde çabucak katılaştığına değinir. Benzer bir bakış açısıyla, yapay puzolanın reaksiyonda ne şekilde etkili olduğunu açıklar. Malzemenin yakılması halinde ağırlık kaybettiğini, gözenekleri açılarak dokusu sertleştiği için harç içine kolaylıkla karışıp, birleşerek sağlam bir yapı oluşturacağı yorumunu getirir.

Yapay puzolanlar kil içerikli malzemelerden işlenerek elde edilmiş bileşenlerin harç içinde tutunacak boyuta getirilmesi ile oluşturulmuştur. Çeşitli büyüklüklerde parçalanmış ya da öğütülmüş tuğla, kiremit, çömlek parçaları, kiremit tozu, odun kömürü eklenmesi hafif puzolan niteliğinde bir karışım verir [85]. Uygarlık tarihinde her kültür yapay puzolanları tanımlamak için farklı terimler dizgesi kullanmıştır. Ancak içerik ve etkinlik açısından benzerlik söz konusudur. Erken Dönem Bizans harcı “coccio pesto” ile Türk “horasanı” çok yakın sayılabilecek içeriğe sahiptir [86].

Katkı Maddeleri: Harcın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek amacıyla, harca organik ve inorganik katkı maddeleri ilave edilmiştir. Eklenen katkı maddeleri ile bileşimin birbirini daha iyi tutması, harcın daha çabuk sertleşmesi, plastik özelliğinin veya dayanıklılığının artması sağlanmıştır. Kan, yumurta, albümin ve incir sütünün yapıştırıcı niteliğiyle sayesinde kohezyon sağlanmıştır. Sıcak keten tohumu yağı, katran ve kalsine kuş kemikleri harcın su yalıtım değerini arttırmak için eklenmiştir. Balmumu su itici katkısıyla büzülmeyi önlemekte, kirecin plastik özelliğini arttırıp gevrekliği azaltarak, harcın çalışabilirliğini arttırmaktadır. Şeker ise tepkime için gereken su miktarını azaltıp, karbonatlaşmayı geciktirmeyi sağlamaktadır [41]. Bu tür organik ilavelerin oluşturduğu reaksiyonlar harcın tesadüfler dizgesinin ürünü basit bir karışımdan oluşmadığını gösterir. Anıtların suyun aşındırıcı etkisine karşı dayanımında hidrolik harcın kullanımı azımsanmayacak bir paya sahiptir.

Hidrolik harç; hem Bizans hem de Osmanlı Dönemleri'nde benzer malzemeler ile oluşturulsa da, tekniği kullanan medeniyete has terminoloji ve karışım oranları doğrultusunda çeşitlemeler ortaya çıkmıştır. Bizans Dönemi yapı harçlarının içeriği kadar, bu harçlar ile oluşturulan yapı detayları da dikkat çekicidir. Bizans harcı kireç, kum ve kırık tuğla bazen de çakıllardan oluşan bir atıl madde karışımıdır. İmparatorluk dönemi Roma yapılarında harçtan oluşan derzler tuğlalardan daha inceyken, Bizans yapılarında bunun tersi geçerliydi [56]. Studios Manastırı'ndaki su basman nokta detaylarında, taş ve tuğla malzemelerin bağlantısında derz aralığı ölçüsünün tuğla ile eşdeğer tutulduğu görülebilmektedir (Şekil 2.11a). Duvar stabilitesinin yegâne destekçisi bağlayıcıdır. Erken dönem uygulamalarını aktaran kaynaklar Ayasofya'nın harcının ne şekilde elde edildiğini gösterir. Kirecin içine arpa, söğüt ve karaağaç kabukları bulamacı katılmaktaydı. Sonra, kireç ılık haldeyken hamur gibi açılır, üstüne kesme taşlar döşenirdi. Bu karışım taşların yükünü dağıtıyordu. Dış sıvada kullanılan kireç ise sıvıyağ ile karıştırılmaktaydı [74].

Yapı duvar konstrüksiyonunda kullanılan hidrolik harç içeriği ebat ve işlev üzerinden gelişmiş çeşitlilik sergilemektedir. Duvar kesiti arttığında, kullanılan malzeme yoğunluğuna bağlı olarak ayrılma ve çökme gibi sorunlar meydana gelebilmektedir. Cidarlar arası dolgu harcı bu duruma çare olarak kullanılmıştır. Bu dönemde, duvar genişliği 5m.yi bulabilen surlarda iki duvar arasının horasani dolma rıhtım ile

sağlamlaştırılmış olması [87] çift cidarlı duvar düzeninde harcın beton misali çalıştırılabildiğini göstermektedir. Tabanda ise kılcal su ilerleyişini kesen horasan tabakanın temel ve döşeme kuruluşlarında uygulanışına sıklıkla rastlanabilmektedir. Yenikapı Limanı'nda, Mendirek için kireç taşı kayalıklar üzerine horasan harç ile düz bir platform oluşturulmuştur [63]. Büyük Saray'da ise su kanallarının üstü horasan harç ile kapatılarak üzerinde yürünebilen döşemeye dönüştürülmüştür [88].

Su yapılarında ise hidrolik harç, ince agrega katkısıyla sıva formunda yüzeysel kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır (Şekil 2.11c,d). Başgelen'in 1892 yılında Kuppas tarafından yapılan harç ve sıva analizlerine dayanan aktarımına göre [89]; "Bizanslılar'ın bu iş için kullandıkları harç, kireç, zeytinyağı ve pamuktan oluşuyordu. Sarnıç sıvası kiremit ve tuğla parçalarının yakılıp, kalın kum halinde parçalanması ve buna kum, kireç ve kil ilave edilmesiyle meydana getiriliyordu. Buna "keramoton" adı veriliyordu. Malzeme karışım oranları şöyle idi; kalın kum % 19, kiremit tozu % 38, kireç % 38, kil veya keten % 5. Bu iş için kullanılan kıl kısa olup, öküz ve mandadan elde ediliyordu. Sızdırmazlık için ince noktalar kırıklarla kapatılmıştı [90]".

Bağlayıcı bileşenlerinin kazandığı geleneksel terminoloji kısmen günümüze ulaşmıştır. Prokopius [75]; kireci "titanos-calx" canlı ve yok olmaz olarak tanımlamıştır. Ousterhout [49] ise bir çeşme onarımında kullanılan "ostraka" teriminin büyük olasılıkla çömlek kırığı ya da kırık tuğla olabileceğine değinmiştir. Puzolan teriminin en yakın karşılığı, topraksı malzeme "pulvis puteolanus" olmuştur [83].

Osmanlı Dönemi yapı harçlarında yine malzemenin suya karşı hassasiyetini giderme arayışı ön plandadır. Hem harcı ve hem de içeriğini tanımlamak amacıyla "Horasan" tabiri kullanılır. Horasanın kireç ve katkı maddeleri ile karıştırılmasıyla harç, sıva ve lökün elde edilmiştir. Bu harç puzolanik madde olarak tuğla tozu + kırıklarının kullanıldığı kireç harcıdır. İçeriğinde lif donatılar veya protein kaynaklı katkı maddeleri de kullanılmıştır [81]. Süleymaniye Camii'nde ana kaya ile temel duvarı arasında düzeç katmanı oluşturmak için iki katman kireç bir katman saf horasan ve moloz taş kullanılmıştır [91], [78]. Nur-u Osmaniye Camii temelinde ise horasan kireçten oluşan bir rıhtım yapılmıştır [62]. Dolmabahçe Sarayı için deniz dolgusu oluşturulurken çakılan kazıkların üzeri horasan harçlı özel bir zemin (döşek) ile kaplanmıştır [87].

Tüm bu uygulama örnekleri horasan harcın, suyun kapiler kuvvetlerle ilerleyişine ciddi anlamda set çektiğinin ve düşey yük yayılım prensiplerine uyum sağladığının işaretidir. Yine bir kıyı yapısı olan Yeni Cami’de 58 senelik bekleme süreci, harcın geç donma niteliği üzerinden değerlendirildiğinde, bu durumun horasandan oluşan kısımların mukavemeti açısından olumlu olduğu kanısına ulaştırmaktadır [92].

Türlü amaçlarla kullanılan harcın kullanım yerine göre değişen içeriği bulunmaktadır. Horasan harcının “ince, kaba, halis” gibi sıfatlarla nitelendirilen türleri vardır [53]. Ele alınan keşif defterlerinde “halis harç” tanımı geçmektedir. Bu terim, yapı için doğru malzemeye yapılmış harçlar için kullanılmıştır. Örneğin; Ebniye Nizamnamesi’nde, binaların dış yüzeyinin horosan, süzme kireç, ince kum veya keten katkılı halis harçla sıvanmaları gerektiği, aksi takdirde sıvaların kısa sürede döküleceği belirtilmiştir [65]. Çoğunlukla kabayonu taş kullanılan ikinci derecedeki duvarlarda, derzler arasında kabarık harç bulunmaktadır. Kesme taş kullanımına ise çoğunlukla sıvama harç eşlik etmektedir [93].

Su sızdırmaz nitelikteki horasan harcının, dış cephede ve derzlerde kullanımı hidrolik vasıflarının yanı sıra yük aktarımı ile de ilişkilendirilebilmektedir. Yapının olumsuz etkilere fazlasıyla açık alanlarının bu harçla desteklendiği görülür (Şekil 2.11e). Ayazma Camii’nin som duvarlarındaki (köşe duvarları) kesme taş örgü derzlerinde, alçı ve bezirden yapılmış bir harç kullanıldığı anlaşılmaktadır. Yapı duvarlarının üst kısımlarında, dış cephede kesme taş örgü arasında su geçirimsiz bir malzeme olan ve çoğunlukla su yolları inşaatında karşılaşılan lökün kullanılarak derzlerde su izolasyonu yapılmıştır [68]. İnşaat safhasında hamamcıyanların bulunması yine lökün kullanımına işaret eder [94]. Bir tür macun; lökün, kanalların montajında hidrolik koruyucu niteliğinin yanı sıra kanalların yapacağı çalışmayı dengeleyen niteliğiyle de karşımıza çıkar. Bağlantının sağlanış şekli sızdırmazlıkta bileşenin kendisi kadar etkili olmuştur¹.

¹ Künklerin bağlantı yerleri ya doğrudan lökün (saruc) harçla sıvanır, ya da yedirme (lökünün, içine bezir yağı eklenerek üstüğü ya da keten lifleri üzerine sürülmesi işlemine yedirme denir) uygulanarak aralık ve çatlaklardan su sızması önlenirdi [54]. Plastik olan bu macun, künklerle yapışarak deformasyon sonucunda çatlamaz ve ayrılmaz, lokum kıvamında kalır. 1,5-2 ay sonra oturmalar sona erer ve macun taş gibi sertleşir [95].

BİZANS DÖNEMİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ	OSMANLI DÖNEMİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ
	
a-Derz Dolgusu: Studios Manastırı'nda taş ve tuğla bağlantısında kullanılan derz harcı	b-Lökün Dolgu: Süleymaniye Külliyesi İmareti yan avlusunda duvar içinde, hidrolik harca oturtulmuş su kanalı
	
c-Duvar Kaplaması: Bryas Sarayı sarnıç kaplamasında kullanılmış hidrolik harç. Harcın duvarda tutunması için oluşturulmuş kesikler dikkat çekicidir.	d-Duvar Kaplaması: Azapkapı Sokollu Mehmet Paşa Camii çeşmesinde su seviyesinde, havalandırma penceresi hizasında biten hidrolik sıva izi
	
e-Örtü Kaplaması: Topkapı Sarayı'nda yer alan Bizans Dönemi sarnıcı örtüsünde kullanılmış hidrolik harç	f-Döşeme Kaplaması: Atik Valide Sultan Külliyesi Tabhanesi'nde duvarda ve döşeme altında takip edilen horasan harç izi

Şekil 2. 11 Hidrolik harç kullanımı

2.4.3 Yapı Elemanı Çözümleri

Drenaj sistemi her ne kadar suyu toplayıp uzaklaştırıyor olsa da, her türlü zeminde belli oranda su sürekli olarak mevcuttur. Temel tabanı, temel duvarları ve sokl tüm servis ömürleri boyunca su ve nem tesirinde kalırlar. Yapı elemanlarıyla temas edecek suyu tamamıyla kesmek her zaman mümkün değildir. Bu koşullar altında, detaylandırma suya karşı geliştirilmiş koruyucu bir kılıf niteliğine sahiptir. Ayrıca, beden duvarları ve örtü düzeyde temellere ve zemine aktarılabacak yükün belirleyicileridir. Su denetimi, kabuğun güçlendirilmesi ve hidrolik yüklerin karşılanması esasına dayanmaktadır. Her bileşenin tecrit biçimi, üsluba dayalı çeşitlemeler ile karşımıza çıkar.

Temel Tabanı: Zemin niteliği; ideal-istenmeyen aralığında sert, değişken nitelikli ve hatta sıkışmaya müsait, kohezyonsuz özellikler sergileyen çeşitliliğe sahiptir. Yüzyıllardan beri temel kuruluşunun ilk safhası, yapı yüklerini karşılayabilecek sağlam zemine ulaşma arayışını içermiştir. Bu amaçla, kılavuz kuyuların açıldığı [96], zemin yüklemesi yapıldığı [48] veyahut hafriyat esnasında zemin katmanlarının ve yeraltı su seviyesinin araştırıldığı [97] bilinmektedir.

Zemin analizlerinden elde edilebilecek en niteliksiz sonuçlardan biri sağlam zeminin kazı aracılığıyla ulaşılması güç derinlikte olması halidir. Kent arkeolojisinde, tarihi yapıların zemin niteliği ile zemin güçlendirme uygulamaları karşılaştırıldığında (Çizelge 2.1), gerekli durumlarda ahşap kazıkların çakılması yolu ile karada yapı oturma alanlarının sertleştirildiği, sulak ve suya doymuş alanlarda yeni yerleşim alanları oluşturulduğu görülür. Konuya değinen literatür verilerinin dönemlerine göre tasniflenmesi, tabanda kullanılan üslup farklılıklarını görünür kılmaktadır. Oluşan çizelgeye kazık uzunluk limitleri açısından bakıldığında, 35cm-27m arasında değişken ebatlara ulaşılır. Bileşenin, dikdörtgen veya dairesel kesitli çeşitlemeleri bulunmaktadır. Kesiti biçimlendiren etkenin kazıkların çakılmasını¹ kolaylaştırmaya yönelik olması muhtemeldir.

¹ Kazıkların montaj işlemi dönemlere has aletlerle gerçekleştirilmiştir. Osmanlı Dönemi uygulamalarında yapının oturtulacağı zemin gevşekse şahmerdanla, sık şekilde ahşap kazıklar çakılırdı. Şahmerdanda kazığı üstüne düşürülen tokmağın kaldırılmasında dolab ve bocurgat ta kullanılmıştır [98].

Çizelge 2. 1 Kazıklar aracılığıyla gerçekleştirilmiş zemin güçlendirme uygulamaları

YAPI ADI	ZEMİN NİTELİĞİ	ZEMİN GÜÇLENDİRME YÖNTEMİ
Yenikapı Theodosius Limanı (4.yy.)	Kıyıda, Liküs Deresi'nin dökülmesiyle oluşmuş alüvyonal dolgu zemin [63]	4.5m kazık uzunluğu, üstte kalan uçları sivri, sıkça çakılmamış [63]
Üsküdar Scutari Limanı (11.yy.)	Kıyıda, Bülbül ve Çavuş Dereleri'nin alüvyonları sayesinde oluşmuş dolgu zemin [99]	25cm çap, 5.20m kazık uzunluğu, irili ufaklı çok sayıda ahşap kazık, çürümeye karşı fırınlanarak ziftlenmiş büyük kütüklerin ızgara şeklinde üst üstte bindirilmesi ile birbirine bağlanmış [99]
Aksaray Fen ve Edebiyat F. Kazısı (? Bizans Dönemi)	Kil tabakasının altında, kum çakıldan oluşan 12m yapay dolgu zemin [34]	1m uzunluğundaki dikdörtgen kesitli kısa meşe kazıklar zemine yarı yarıya çakılmış, 1m kalınlığında moloz harç tabakası atılıp duvarlar örülmüş [62]

Büyükçekmece Köprüsü (1567)	Bataklıktan uzak, denizin sığ ve zeminin sağlam olduğu alanda, suni adacıklardan oluşan zemin [66]	Üç adam boyu kazık uzunluğu, ayaklara kalyon birer sanduka çaktırmış, üstüne arşın taşları döşenip, kurşun akıtılarak tek parça haline getirilmiş [100]
Azapkapı Sokullu Camii (1578)	40m'yi bulan moloz ve atıklardan oluşan dolgu [33]	Kazıklara bindirilen tonoz örtülü altyapı kurulmuş [101]
Eminönü Yeni Cami (1597-1665)	8.50-11m arasında dolgu zemin 41m derinlikte anakaya, dolgu zemin ile kaya arasında kum-çakıl ve kumlu silt tabakaları [102]	Ahşap kazık üzerine horasan yatak oluşturulmuş [92]
Sultanahmet Camii (1609-1616)	7.5m ile 9m derinlikte yapı kalıntıları bulunmakta 15m derinlikte yeraltı suyu [103]	Temel duvarlarının oturacağı yerlere birbirine daha yakın yerleştirilen kazıklar çakılmış [104]
Üsküdar Yeni Valide Camii (1708-1711)	Kaya tabakası 42m derinlikte, alüvyon dolgu zemin, yeraltı su seviyesi 2m derinlikte [70]	5.25m ahşap kazık uzunluğu, 30.000 adet kazık, su seviyesinden aşağıya düzenli olarak çakılmış [70]
Nur-u Osmaniye Camii (1748-1755)	16.5m derinlikte yeraltı suyu seviyesine rastlanmış, sonrasında 1.5m daha kazılmış [97]	2.63m kazık uzunluğu, sıralı kazık dizilimi, kireç, horasan ve moloz taşı aracılığıyla bir rıhtım oluşturulmuş [105]
Ortaköy Camii (1856)	Deniz kıyısında, Ortaköy Deresi yatağında Sunı dolgu ve kum çakıl tabakası 20m kalınlığında, temeller 2m derinlikte [62]	0.35m kısa ahşap kazıklar üzerinde ahşap ızgara kurulmuş [62]
Beylerbeyi Camii (1776)	15m derinde olan anakaya üzerinde, 5m kalınlığında kil ve en üstte 10m sunı dolgu, temel 1.80m derinlikte [62]	Ahşap kazık kullanımı [97]
Dolmabahçe Sarayı (1856)	Antropojen dolgu zemin, 34-40m şeyl, silt taşı ve grovak ve kalklerden oluşan, doymuş delta deposu [71]	27m uzunluğunda meşe ağacı forekazık, meşe ağacı ızgara üzerine kiremit ve tuğla tozlarının oluşan süzme kireç harcı serilmiş [71]

Kazıkların alana dağılım biçimine bakıldığında düzenli veya çaprazvari aralıklarla, bazı uygulamalarda taşıyıcı duvar altında sıklaşacak şekilde kurgulandığı görülür. Kazıklar, bir nevi, toprak altında kurulan iskelet sisteminin düşey bileşenleri gibidir. Çerçeve tamamlanmadığı sürece bileşenler birbirlerinden bağımsız hareket edebilirler. Bu koşullar altında rijitliği sağlayan çekme bağlantıları çoğunlukla dik doğrultuda birbirini kesen ahşap ızgaraların ilavesiyle olmuştur. Kazıkların ikili gruplar olarak kullanıldığı durumlarda, bileşenlerin yüzeye çıktığı yerde çift kazığın ortasına döşeme kirişi oturtulmaktadır. Kurulan ızgara düzen sayesinde yapı yükü kazıklara eşit olarak dağıtılıp, heterojen oturmaların oluşması engellenmiştir. Böylece yük dağılımı dengeli hale getirilmiştir (Şekil 2.12).

Y. ELEMANI	ARALIKLI ÇİFT KAZIK UYGULAMA Ö.	SÜREKLİ KAZIK UYGULAMA ÖRNEĞİ
ZEMİN GÜÇLENDİRME		
	a- Yenikapı Theodosius Büyük Limanı [106]	b-Bülbül Deresi'nin koya açılan ağzındaki iskele kalıntıları [99]

Şekil 2. 12 Kazık uygulamaları ile sağlam zemin niteliklerinin oluşturulması

Toprak ile temas halindeki ahşap malzemenin su etkisiyle bozulmaya uğramaması için sadece uygun ahşap türünün kullanımı yeterli değildir. Kazıklar, daima su altında kaldıkları takdirde pratik olarak ömürleri sonsuzdur ancak su seviyesinin alçalması nedeniyle çürümektedir [69]. Bu işleyiş, kazıkların hizmet ömrü boyunca ıslanma-kuruma döngüsüne maruz kalmamasını gerektirmektedir. Belgelenmiş hafriyatlarda, su tablasına ulaştıktan sonra bir miktar daha kazı yapılmasına dair kayıtların bulunmasının etkin sebebi bu olabilir. Ayrıca, su yönetim ağı ile temel tabanındaki suyu belli bir düzeyde tutabilmenin bu açıdan önem kazanmış olması da mümkündür.

Kazıklar ve kirişlerle kurulmaya başlanan taban, çoğunlukla, hidrolik dayanımı yüksek olan döşeme katmanı ile tamamlanmıştır. Vitruvius'a göre [61] suya karşı dayanımlı döşeme için uygulanabilecek çözümlerden biri; birbirine bağlarla tutturulmuş kazıkların arasına bataklık sazlarından yapılmış sepetler içerisinde kil bastırılmasıdır.

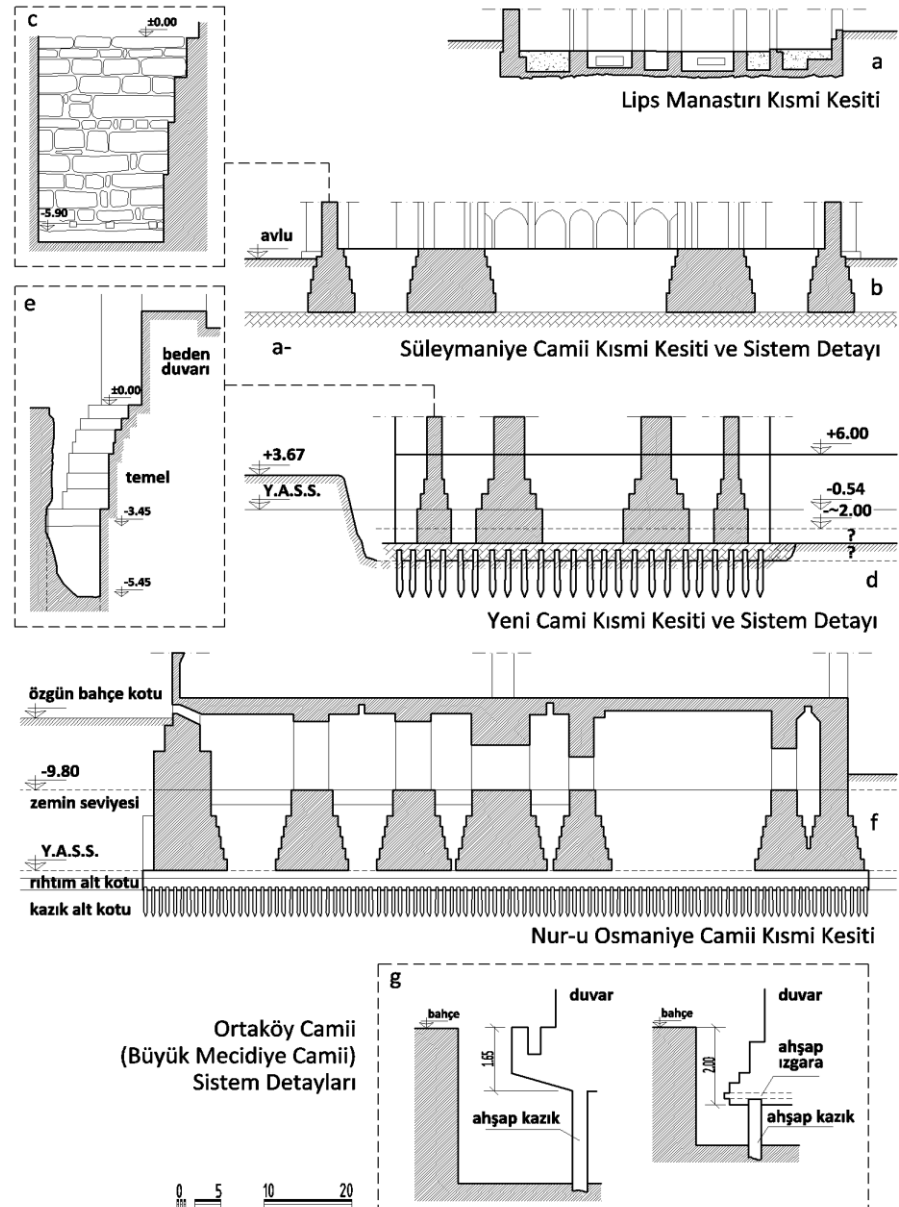
Birçok yapıda rutubetin engellenmesi için yapma kil tabakası kullanılıp, suyun hareketiyle birlikte kil tabakasının yıkanmasını önlemek maksadıyla alt ve üstten taş ve saire döşenmek suretiyle bu tabaka korunmuştur [107]. Bizans Büyük Limanı Deniz Feneri temel çözümü bu yöntemin kullanılmasına örnek teşkil etmektedir. Ahşap bir kasa zemine oturtulmuş, içine su girmemesi için alt seviyesine ve çevresine kil yerleştirilmiştir. Kasaların dirençli olması için ahşap kalasların uç kısımları geçme yapılarak birleştirilmiştir. Kasaların içine hava kireciyle büyükçe taşlardan oluşturulan harç doldurulmuştur [108]. Osmanlı Dönemi uygulamalarındaki “horasan harcı” yatağı, aynı amacı taşımış olabilir. Örneğin, Süleymaniye Camii’ne ait kayıtlarda [91], 20cm kalınlığında horasanlı beton bir rıhtımdan sonra, meşe ızgaralar konulduğu, sonrasında temel duvarı örüldüğü belgelenmektedir.

Katmanlar arası bağlantının mesnet özellikleri yapı dinamik davranışı üzerinde etkilidir. Temellerde ivme büyümesini azaltmak ve rezonansı önlemek için uygun tasarım; sert zeminde esnek yapılar, yumuşak zeminde rijit yapılar yapmaktır. Temel altına bir kum, çakıl ve küçük taşlarla yastık tabakanın yapılması zeminin doğal frekansını değiştireceği için ağır, yığma bloklarla oluşturulmuş yapının rezonansa girme tehlikesini azaltacağı bilinmektedir [4]. Tamamıyla su içinde olması sebebiyle, köprü temel taban çözümleri¹, belirgin şekilde yumuşak zeminde rijit bağlantı arayışını yansıtır. Aksi koşullarda, sert zeminlerde bağlantıyı esnek hale dönüştürecek çözümler öngörülmüştür. Birçok uygulamada temel zeminine kum veya kalaslar serilmesi, yapı yüklerinin zemine daha düzenli yayılması açısından faydalı olmuştur. Beden duvarını oluşturan geniş taş blokların altında parçalı moloz ve çakıl taşlarından yatak oluşumu benzer arayışları barındırır. Kalın derz aralıklı moloz taşlar ile kurulmuş su basman üzerine oturan dar derz aralıklı tuğla/taş duvar örgüsünden oluşan üst yapıya sıklıkla rastlanmaktadır. Kent genelinde yüzeye çıkmış detaylara bakıldığında, Kyriotissa Manastırı (Kalenderhane Camii), Beyazıt Hamamı, Semiz Ali Paşa Medresesi bu işleyişe örnek teşkil eder.

¹ Alan sınırları dışından bir uygulamada, Konjic Köprüsü’nde, ayaklar dolomit bir tabaka üzerinde, birbirine dik iki tabaka ahşap ızgara üzerine yerleştirilen ikinci bir dolomit tabakaya oturmaktadır. Tabanı oluşturan taşlar kenetlerle bağlanmış, ayaklar bu tabaka üzerine inşa edilmiştir [55]. Benzer arayışla tabanın desteklendiği de görülebilir. Köprü ayaklarında temel tabanının oyulmasını önlemek amacıyla ayağın çevresine ağır moloz taşların atılması yöntemi yaygın olarak kullanılmıştır [66].

Temel: Düşeyde temel duvarı kademelenmesi, yatayda döşeme sürekliliği üzerinden çeşitlilik sergilemektedir. Belgeler ve açmalar ile takip edilebilen temeller, kavramsal karşılığıyla; tekil, sürekli veya radye niteliktedir (Şekil 2.13). Kuruşçu'nun aktarımına göre [55]; birçok tarihi yığma yapıda, sütun ayakları tekil temelli olarak inşa edilmiştir. Yığma yapı sistemi elemanları birbirlerine yeterince rijit bağlanmadığı için, zeminde olması muhtemel oturmalarda, yapı elemanlarında ve birleşimlerinde yeni gerilmeler oluşmaz. Sürekli temel kuruluşu ile yapının düşey yüklerini daha geniş bir alan üzerinde dağıtabilmek mümkün olmuştur. Bu sistemde, taşıyıcı duvarların altında kesintisiz devam eden sömel ve duvar düzeni kurgulanmıştır. Boğaziçi Kıyıları'nda kalın alüvyon tabakaları üzerine inşa edilen Ortaköy Camii ve Beylerbeyi Camii'nin temelleri [69] sürekli sömellerden oluşur. Caferağa Medresesi'nde ise, hücre ve dersane duvarları altında sürekli temeller bulunduğu kazıyla desteklenmiştir [109].

Bir başka işleyiş yöntemi, kazıkların üstünde moloz ve hidrolik kireçten yapılmış rıhtım uygulaması bugünkü anlamda radye sisteme denk sayılmaktadır [69]. Radye temeller; zemin emniyet gerilmesinin düşük, zeminin sıkışmaya müsait olduğu doğal ve yapay dolgu alanları için etkin bir çözüm olmuştur. Yapı oturum alanının tamamının kaplanması/bohçalanması sebebiyle sürekli, monolitik ve suyun işleyişine karşı kesintisiz koruma katmanı meydana getirilmiştir. Bu anlamda Yeni Cami, kıyı şeridinde her ebatta inşa eyleminin gerçekleştirilebildiğini yansıtır niteliktedir. Mimar Sinan'ın Büyük Çekmece Köprüsü'nde yaptığı gibi büyük kazıklar çaktırılıp, bunların başlarını kurşun kuşaklarla birleştirilerek binanın temel taşlarının bu tabanlara oturtulması ve yere özel radye temel sistemi üretilmesi [110] Osmanlı Mimari Üslubu'nda tekniğin etkin kullanımına işaret etmektedir. Takip eden dönemlerde, eşdeğer yöntemlerle nitelikli yapıların inşasına devam edilmiştir. Nur-u Osmaniye Camii'nde moloz ve horasan kireçten oluşan rıhtım üzerine ayaklar ve ayakların aralarında sarnıç niteliği kazanan odalar inşa edilmiştir (Şekil 2.13f) [69]. Kıyı dolgusuna oturan Kuleli Askeri Lisesi'nde ise kireç ve kalkır taşı agregası ile yapılan harçla, kalkır taşlarının oluşturduğu radye temel yapının tüm tabanını meydana getirmektedir. Beden duvarları yapının dış konturlarını dolandığı, yer yer duvarlar dikine birleştirilmekte olduğundan, temelde hurdi davranış oluşturulmuştur [6].

Y. ELEMANI	UYGULAMA ÖRNEKLERİ
TEKİL MÜTEMADİ RADYE TEMEL ÇÖZÜMLERİ İLE BASINÇ DENGELERİNİN SAĞLANMASI	 Lips Manastırı Kısmi Kesiti Süleymaniye Camii Kısmi Kesiti ve Sistem Detayı Yeni Cami Kısmi Kesiti ve Sistem Detayı Nur-u Osmaniye Camii Kısmi Kesiti Ortaköy Camii (Büyük Mecidiye Camii) Sistem Detayları 0 5 10 20
KADEMELİ AMPATMAN ÇÖZÜMLERİ İLE GENİŞLETİLMİŞ OTURUM YÜZEYİ	 h-Aya Eirene Kilisesi i-Azapkapı Sokollu Camii j-Üsküdar Ayazma Camii

Şekil 2. 13 Temel tabanı ve temel duvarı kuruluşları ile zemin koşulların yönetimi.
Rölöve kaynakları; a:[49], b:[62],[69], d,e:[92], f:[96], g:[62]

Zemindeki farklı oturmalarla karşı geliştirilmiş bir çözüm, yapının gerekli görülen yerde tekil ve sürekli temellerle oturtulmasına dayanır. Sıkça rastlanan bir detaylandırma çözümü, kubbenin temele aktaracağı yükü karşılamak için izdüşümü sayılabilecek alanda mütemadi temel uygulaması yapılmasına bağlıdır. Ousterhout'un aktarımına göre [49]; Pantepoptes'in ahşap çatılı dış narteksi, yapının kâgir ana bloğuna bağlı değildir. Buradaki derin temeller naos ve narteksin altına uzanan sarnıcı meydana getirmektedir. Farklı düşey gerilmelerin altyapıdaki çeşitlilikle gerektiği şekilde karşıladığı görülmektedir.

Eşdeğer düşünce ekseninde, Süleymaniye Camii'nde ana kubbeyi taşıyan dört adet fil ayağının temellerinin münferit olduğu ve aynı mertebedeki gerilmeyi zemine aktardığı sanılmaktadır. Söz konusu yapı yükünün sömel tabanına rahatlıkla yayılması için kuvvet eksenlerini takip eder biçimde kademelenme; ampatman kurgulanmıştır. Yapı temel açmalarının görünür kıldığı birçok temel duvarı bu şekilde işlemektedir. Yeni Cami'de ise, dolgu zemine oturan temeller kademeler oluşumu ile genişlemektedir [69].

Ayrıca, Chora Kilisesi'nde dış narteks temelinde [49] ve Aya Eirene Kilisesi açmalarında kademeli temel uygulaması görülmektedir. Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii'nde, ampatman kuruluşunda çeşitli yükseklik ve genişliklerde altı kademe yer almaktadır [97]. Semiz Ali Paşa ve Cafer Ağa Medreseleri'nde benzer biçimde gelişim gözlemlenir. Böylece yapılar zemine daha geniş kesitler ile oturtulabilmiştir.

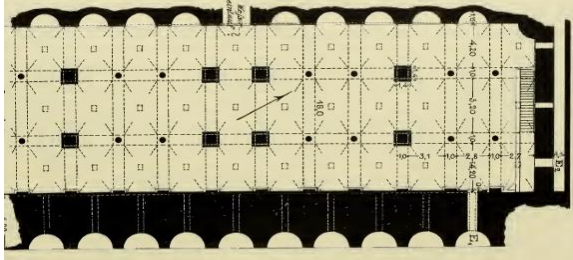
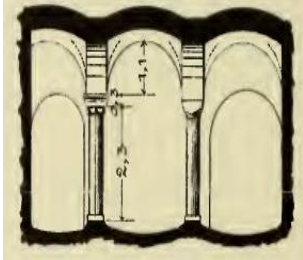
Bunun haricinde, yükleri tabana dengeli aktarabilmek amacıyla üstyapıdaki köşeleri pahlı plan kuruluşundaki Azapkapı Sokollu Mehmet Paşa Camii ve Çinili Köşk gibi birçok yapıda, altyapıyı net bir dörtgene döndürme arayışı göze çarpmaktadır (Şekil 2.14).

Y. ELEMANI	UYGULAMA ÖRNEKLERİ	
DÜŞEY YÜKLERİN DENGELİ AKTARIMI		
	a-Azapkapı Sokollu Mehmet P.Camii	b-Çinili Köşk

Şekil 2. 14 Temel tabanı köşe detayları ile yüklerin dengeli dağıtımı

Toprak altında oluşan su basıncı yükünün fazla olması durumunda, yükleri karşılamak, yaymak ve bu şekilde gerilmeyi düşürmek amacıyla her iki doğrultuda tonozlar uygulanmıştır. Örneğin, Pantepoptes'in temelleri; birbirine paralel üç beşik tonozla desteklenen, iki sıra iç duvardan oluşur [49]. Eğimli arazilerde genellikle yan yana dizilen beşik tonozlardan oluşan bir altyapı düzeni bulunmaktadır. Süleymaniye, Caferağa, Sokollu Kadirga Medreseleri'nde bu şekildedir [109].

Suyun etkidiği doğrultu tonoz ekseninde belirleyici olmuştur. Altyapı sarnıç ve su dolu ise yükleri zemine yaymak önem kazanmıştır. Basınçlı suyun yanal yük olarak tesiri halinde bu doğrultularda çözüm geliştirilmiştir. Edirnekapi Sarnıcı ahşap ızgaralar üzerinde düzenlenmiş ters tonoz şeklindedir [4]. Daye Kadın Sarnıcı'nda döşemedeki, Büyük Otlukçu Yokuşu Sarnıcı'nda [111] duvardaki tonozlar dizisi ile basınç karşılanmıştır (Şekil 2.15).

Y. ELEMANI	DUVARDA TONOZ UYGULAMA ÖRNEKLERİ	DÖŞEMEDE T.U.ÖRNEKLERİ
DÜŞEY/ YANAL YÜKLERİN TONOZLARLA KARŞILANMASI		
	a- Büyük Otlukçu Sarnıcı [111]	b- Daye Hatun Sarnıcı [111]

Şekil 2. 15 Tonozlar ile su basıncının karşılanması

Tesir edecek su basıncını dengelemenin bir diğer yolu gergiler aracılığıyla olmuştur. Duvar eksenine paralel ve dik yönde saplanan çekme elemanları sayesinde yanal yükler karşılanmıştır. Davut Paşa Kışlası su deposunda, duvarlarda yanal kuvvetleri karşılama amacıyla ikili metal gergi elemanlarının kullanımına rastlanmaktadır.

Bir başka güçlendirme çözümü rezonansı ayrı olacak kütleler arasında dilatasyon oluşturulmasına dayalıdır (Şekil 2.16). Minare ve çan kulesi gibi enkesiti eğilme momenti oluşturmaya meyilli mimari ürünlerin yapımında ise temelde derine inerek, temel kesitini arttırarak [112] veya dilatasyon çözümleri ile kütlelerin ayrı çalıştırılması sağlanmıştır. Azapkapı Sokollu Mehmet Paşa Camii, Humbaracı Camii, San Paolo Kilisesi (Arap Camii) gibi kıyı yapılarında eğilme potansiyeli olan bloğu bağımsız çalıştırmaya yönelik arayışlar görülür.

Y. ELEMANI	UYGULAMA ÖRNEKLERİ	
KÜTLELERİ BİRBİRİNDEN BAĞIMSIZ ÇALIŞTIRMA		
	a-Pantepoptes Kilisesi	b- Theodosius Surları (Ayvansaray)

Şekil 2. 16 Dilatasyon çözümleri ile rezonans yönetimi

Bir diğer detay çözümü, kütle ve açıklık modülasyonu açısından kayma kuvvetlerine karşı koymaya yardımcı, rezonans tedbirine dayalıdır. Kıyılarda oturma olması durumunda esas kütle, deniz doğrultusunda yönlendirecek moment oluşması kaçınılmazdır. Bir önlem olarak plan şemasında, dilatasyon yapıyı, geniş açıklıklı ana birim ve dışa taşan, alçak kotta destek birimlerinin yer aldığı iki modüle ayırmaktadır. Arslanoğlu [107]; kütle kararları ile stabilizasyonun ne şekilde sağlanabildiğini etraflıca aktarmaktadır. Buna göre işleyiş, bir şekilde etkileşimli çalışan, aynı salınım boyundaki kütlelerin yarısının bir modül, yarısının ise iki modül açıklıkla çalıştırılması suretiyle aktive olan; bir açıklığın rezonansa girme eşiğine gelişinde buna uygun olmayan diğer eşit kütlelerin rezonans hareketini engellemesi tarzında çalışan bir kompozisyonudur.

Sokl ve Beden Duvarı: Toprak ile dolaylı biçimde temas halindeki beden duvarları yeraltı suyu, sızıntı ve yüzey suları ile etkileşime geçer. Suyun kılcal yollarla düşeydeki hareketini sınırlamak için türlü çözümler geliştirilmiştir. Beden duvarını temelden kopartmanın bir yolu, arakesitte yekpare tabakalar halindeki taşların kullanımı ile olmuştur. “Orthostat taş döşegi¹” olarak anılan, temel sonrası düzleme tabakası nemin derz aracılığıyla düşeydeki işleyişini kesmiştir. Bir nevi koruyucu duvar kaidesi sayılan taşların kullanımını deniz suyunun aşındırıcı etkisine açık Bizans Dönemi Deniz Surları’nda ve Sahil Sarayı olan Bukoleon’da gözlemlemek mümkündür.

¹ “Orthostat” kelimesi klasik Yunanca “orthostates” ten gelen mimari bir terimdir ve “ayakta dik duran” anlamına gelir. MÖ 5. ve 4.yy. Eski Yunan yazıtlarında mimari kapsamlarda da rastlanan bu kelime, “uzun kenarları dikine yerleştirilen taş bina elemanlarına” işaret eder [113]. Orthostat düz olabileceği gibi, Sıraçane’de yer alan Polyuktos Kilisesi temel kalıntılarındaki hali gibi yüklerin aktarımını destekleyen basamaklı çeşitlemelere de rastlanılmaktadır.

Osmanlı Dönemi uygulamalarında ise, orthostatın tanımı geniş od taşı blokları ile bağdaştırılarak yapılır. Dönem üslubu çeşitlemelerine bir örnek, Fatih Külliyesi'nin güneybatı yönündeki Akdeniz Medreseleri'nin eteklerindeki büyük od taşı blokları gösterilebilir. Ayrıca, Süleymaniye Külliyesi yapımı için getirilen büyük kalıp normundaki temel taşları ve Eyüp Camii için ısmarlanan nispeten daha küçük ebattaki bloklar sayılabilir [50].

Altyapıdan yükselen suyu sınırlamanın bir yolu da yatay derzler aracılığıyla olmuştur. Bazı koşullarda, orthostatların ince bir asfalt tabakası üzerine oturtulmasından ve kirecin büyük boyutlu taşların altında yatak olarak kullanılmasından, bu malzemelerin yalıtım amacıyla seçildiği anlaşılmaktadır [73]. Böylece, farklı zemin oturmalarından ve ısı değişikliklerine bağlı genleşmeden kaynaklanan farklı çalışmaları karşılamak mümkün olmuştur. Malzemelerin farklı çalışmasının en iyi gözlemlenebildiği alan değişik dönem izlerinin bir arada olduğu uygulamalardır. Yıkılmış yapılardan kalma temeller üzerinde, döneminin malzeme koşullarını kullanarak kurulmuş ardıl yapılara sıklıkla rastlanır¹. Bu tür birleşimlerde, temel üstündeki yatay derzler deprem dalgalarının sürtünme katsayısını azaltmaktadır. Yapı tabanına aktarılan titreşimler serbest yüzeye ulaşmış gibi, enerjisini bu şekilde boşaltır. Yapı üst katmanına yatay titreşimler geçememektedir [8]. Tüm bu örneklerde yatay derzler, çeşitli sebeplerden ötürü malzemelerin birbirine alıştırılması için bir çözüm olarak görülebilir.

Bazı özel durumlarda, duvar kesiti de suyu tecrit arayışında gelişmiş tasarım yaklaşımını içerebilmektedir. Özellikle, kütüphane yapıları kuruluşunda² hava akımı oluşturan çift cidarlı duvarların nemi izole edişi, ek olarak, strüktürel anlamda duvar kalınlığının azaltılmaya müsait olduğu dönemlerde duvarın kesitinin dolgu ile kalınlaştırılması detaylandırmanın kabuğa sağladığı yalıtım değerleri ile ilişkilendirilebilir.

¹ Örneğin Chora'nın 11.yy. ve 12.yy. naosu, 6.yy.dan, 9.yy.a kadar yapılan bir dizi tonozlu alt yapı üzerinde yükselir. Aya Kyriotissa Kilisesi'nin (Kalenderhane Camii) inşa geçmişi aynı derecede karmaşıktır [49]. Osmanlı Dönemi uygulamaları üzerinden bakıldığında, Kapı Ağası Mahmut Camii'nin Bizans Dönemi'nden kalma sarnıç [114] üzerinde kurulduğu görülür. Fatih Camii'nin Havariyun Kilisesi temelleri üzerinde kuruluşu Wulzinger [115] ve Kunter [116] tarafından tartışılmıştır.

² Alan dışından örnek Bergama, Nysa gibi kütüphane yapılarında, çift duvar yapılmış, iç-dış duvar arasında dar bir geçit oluşturulmuştur. Küflenmeye hazır olan papirüs ve parşömenlerin bu koridordaki hava akımı ile küflenmeleri önlenmiştir [117]. Efes Kitaplığı'nda ise çift cidarlı duvar uygulaması komşu yapılarla bağlantılara da yansımış, kitaplık yapılar aracılığıyla koruyucu bir alan içine alınmıştır [118].

Üst Örtü: Zemin direncinin düşük olduğu yumuşak/suya doygun zeminlerde, üst yapıdan gelecek düşey yüklerin mümkün olduğunca aza indirildiği tasarım kararlarıyla karşılaşılmaktadır. Tarihsel süreçte, afetlere dayalı hasarların gözlemlendiği bir dönemin ardından, kagir kubbelerde oluşan göstergeler dikkate alınmış, sorunlu zeminlerde hafif malzemelerin kullanımına veya konstrüksiyon kesitini inceltmeye yönelik bir yaklaşım izlenmiştir (Şekil 2.17a).

Beylerbeyi Camii'nin ilginç yönlerinden birisi de ibadet mekânını örten kubbenin ahşap iskeletli olarak tasarlanmasıdır. Mimarın bu çözüme başvurmasının nedeni -belki de kısmen denizden kazanılmış olan- zeminin direncine güvenmemesi olabilir. Söz konusu ahşap kubbe, içeriden bağdadi sıva dışarıdan kurşunla kaplanarak kâgir kubbe gibi gösterilmiş, ayrıca taşıyıcı sistem gerçek -kâgir- bir kubbenin gerektirdiği biçimde düzenlenerek bu izlenim daha da güçlendirilmiştir [119].

Örtüden gelecek düşey yükleri azaltmanın bir diğer yolu günümüzde çağdaş açıklık sistemlerinde de kullanılan bir çözümden; boşluklu strüktür uygulamalarını tercih etmekten geçmiştir. Yavuz Sultan Selim Camii'nde avlu altyapısının Bizans Dönemi'ne ait iki sarnıca oturması nedeniyle, avlu kemerlerinin ara dolgusunun yükleri hafifletilme amacıyla künklerle yapılması zemine özel bir çözümdür [120]. Benzer şekilde, Lips Manastırı'nda kubbe eteğinde kullanılan künkler açığa çıkmıştır (Şekil 2.17b). Küçük Mecidiye Camii onarımlarında kubbeden kurşun sökümü esnasında ortaya çıkan 29cm çapında, 3200 adet künkten oluşan strüktür [121] taşıma gücü düşük kıyı dolgusunda oluşacak düşey gerilmeleri düşünerek alınmış bir tedbir gibi görünmektedir.

Y. ELEMANI	UYGULAMA ÖRNEKLERİ	
ZEMİNE AKTARILACAK DÜŞEY YÜKLERİ AZALTMA		
	a- Pammakaristos Kilisesi (Fethiye C. ve M.)	b- Lips Manastırı (Feneri İsa C.) [122]

Şekil 2. 17 Örtü çözümleri ile zemine aktarılacak düşey yüklerin hafifletilmesi

2.5 Bölüm Sonucu

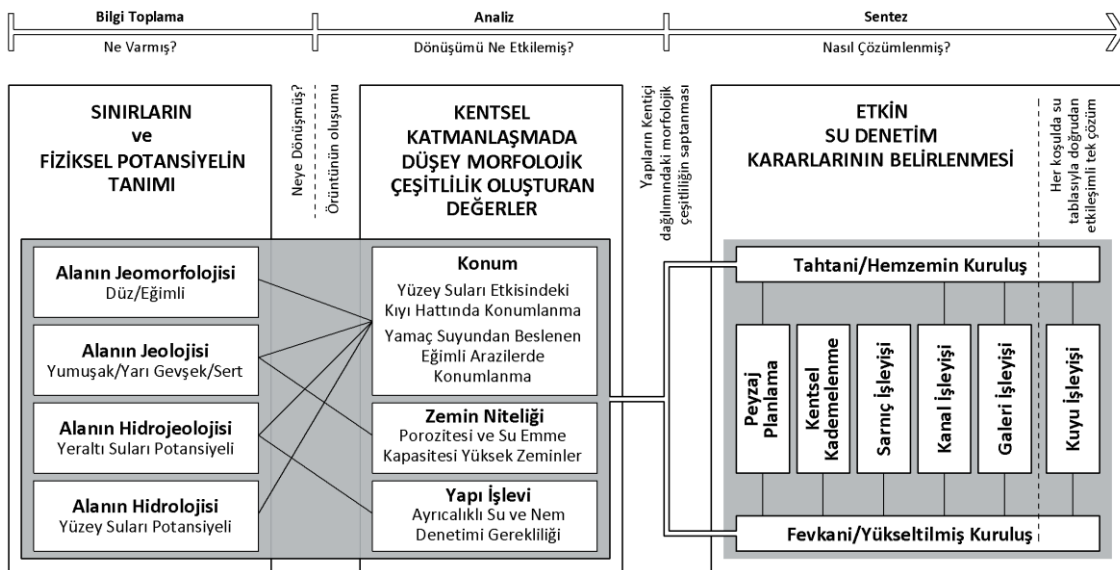
Tarihi yığma yapılarda su ve nem etkisinde gelişen hasar biçimleri sebep-sonuç ilişkisinde etkileşime sahiptir. Yapıların hidrolik etkenlerle veya depremde, depremin ikincil etkileriyle hasar görmesinin zemindeki su oranı ile bağlantılı olduğu bir gerçektir. Ancak bu durum, Bizans ve Osmanlı Dönemleri'nde yapı tektoniğinin oluşum sürecinde yapılaşma için sağlam zemin arama olarak yorumlanmamıştır. Bu nedenle, İstanbul Kent Arkeolojisi'nde mevcut özgün alt yapı düzeninin ardıl uygulamalar ve müdahaleler için her daim bağlayıcı olması durumu söz konusudur. Suyun denetimi, tek yapı ölçeğinde bağımsız bir eylem gibi görünse de, işleyişin etkinliği tarihi dokuda kent geneline yansımış dengeler bütüne dayanmaktadır (Çizelge2.2).

Çizelge 2. 2 Su denetimi sağlayan tasarım değerleri

ÇÖZÜM YÖNTEMİ		BİLEŞENİN SU DENETİMİNE KATKISI
Yapı Üretiminin Suya Bağlı Gelişimi	Temel Tabanı	Kazık uygulamaları ile zemin güçlendirme, Temel tabanı detaylandırılması ile düşey yüklerin dengeli aktarımı.
	Temel Duvarı	Tekil, mütemadi, radye temel çözümleri ile basınç dengelerinin sağlanması, Kademeli ampatmanla oturum yüzeyinin genişletilmesi, Tonozlar ile su basıncının karşılanması, Dilatasyon çözümleri ile rezonans yönetimi.
	Sokl Beden Duvarı	Suyun kılcal yollarla ilerleyişine set çekme, Çift cidarlı çözümlerle sağlanan nem tasfiyesi.
	Üst Örtü	Zemine aktarılan, zemin oturmasına sebep olabilecek gerilmelerin en aza indirgenmesi.

YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN İSTANBUL KENT ARKEOLOJİSİ'NDE ÖRNEKLENMESİ

Suyun geçmişteki, günümüzdeki ve gelecekteki işleyişi rastlantısal olmasa da, suyun dâhil olduğu yapısal kompozisyonlar kâgir sistemlerin çok bileşenli kurgusu sebebiyle farklı niteliklerde tepkimeler içermektedir. Kentin fiziksel potansiyellerine ve yapı üretimine dair birçok değişken sonuca etki eder. Salt sayısal performans modelleriyle kâgir kuruluş düzenlerini anlamak ya da olası risk potansiyellerini yönetmek olanaksızdır. Suyla ilişkili potansiyellerden bahsedebilmek, kente dair nitel-nicel değerlerin bütünlükçü bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirir. Tüm bu değerler arasındaki bağıntıyı tanımlayabilmek için, bilgi toplama/analiz/sentez aşamalarından elde edilecek veriler doğrultusunda su denetim etkinliği incelenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1 Kentsel altyapıda yeraltı suyu denetim etkinliğinin incelenmesi

İlk aşama, kentin fiziksel potansiyellerini saptamak üzere, bilgi toplamaya dayalıdır. Kentin kuruluşunda etkin olmuş çevresel koşulların belirlenmesi suyun aşındırıcı etkisine açık veya korunaklı alanları saptamaya olanak tanır. Kentin fiziksel potansiyellerinin tespitiyle birlikte örüntünün oluşum biçimi anlam kazanır ve her kenti özgün kılan nitelikler bu noktada yüzeye çıkar.

Söz konusu İstanbul olduğunda Kent Arkeolojisi'nde hem Bizans, hem de Osmanlı Dönemleri'nde ön plana çıkan düşey morfolojik çeşitlilik dikkat çekicidir. Tampon bir kat, bir diğer tanımla "su katı" aracılığıyla yükseltilmiş/fevkani işleyişteki yapılar kent içinde farklı niteliklerde alanlarda dağılmıştır. İkinci aşama, bu noktada başlar. Yapıların hangi koşullar altında su katı kullanılarak yükseltildiğinin tespitine yönelik analiz aşaması üç ayrı tasarım değerini ortaya çıkarmaktadır; konum, zemin niteliği ve yapı işlevi. Konumu veya zemin niteliği gereği bazı alanların suyun aşındırıcı etkisine açık olduğu veya bazı yapı işlevlerinin ayrıcalıklı su yönetim çözümü gerektirdiği doğrulanabilmektedir.

Ancak, suyun aşındırıcı etkisine açık alanlarda konumlandırılmış hemzemin/tahtani işleyişte, risk potansiyellerinin farklı yollarla yönetildiği yapıların varlığı analiz safhasında ulaşılabilen bir diğer gerçektir. Bu durum her iki kuruluştaki işleyiş biçimleri üzerinden su denetim etkinliğinin ne şekilde karşılandığını algılamak için fırsat oluşturur. Senteze ulaştıran son etap farklı nitelik ve ölçeklerde, farklı düşey morfolojik çeşitlilikteki yapılarda ayrıcalıklı su denetim kararlarının belirlenmesine yöneliktir.

Aynı çalışma bir başka ülke/şehir sınırlarına odaklı olarak yapılsa su denetim altyapısının karşılığı olarak tanımlanan donanım bileşenleriyle değil de barajlarla, su çarklarıyla vs. karşılaşmak mümkün olabilirdi. Bu anlamda, bölümün başlıca hedeflerinden biri de yere özgün değerlere ulaşmak olmuştur.

Bu amaçla, her etapta kuramı destekleyici materyalden faydalanılmıştır. Bilgi toplama safhasında kullanılan veri tabanı; ilgili kurumlar ve yayınlar aracılığıyla elde edilen literatür bilgilerden oluşur. Analiz safhasında ise mevcut rölövelerden elde edilen plan ve haritalar, sayısal ortama aktarılarak, modelin aşamalarının gerektirdiği şekilde işlenerek kullanılmıştır. Sentez safhasında ise çalışma; yerinde elde edilen görsel veriler ile desteklenerek bağıntının niteliksel karşılığı aranmıştır.

3.1 Sınırların ve Fiziksel Potansiyelin Tanımı

Toprağın biçimlendirilmesi, doğal peyzajın kültürel peyzaja dönüşümünü yönlendiren yegâne unsurdur. Kentlerin kazandığı özgün kimlik, toprak ile suyun karşılıklı etkileşiminin çizdiği sınırlar içerisinde gelişmiştir. Litolojik yapı ve morfoloji suyun hareket limitlerini tanımlar. Karşılığında, su dâhil olduğu coğrafyada arazi kullanım biçimlerini sınırlandırır. Kentsel arazi/yapı oturma alanı ayrımında sınıflandırılabilen; türlü jeolojik, morfolojik çeşitlilikteki bu alanlar, atmosfer koşulları ve hidrografinin tesirinde kalan yerküre bileşenleridir. Dolayısıyla, bu kara parçalarının fiziksel potansiyelini 4 parametre ifade eder; morfoloji, jeoloji, hidroloji ve hidrojeoloji. Saha ölçeğinde araştırma odağı bu parametreleri niceliksel olarak belirlemek olmayıp, nitelik olarak alanın doğal karakterini ifade eden değerleri ele almaktır. Bu yüzden, çalışma sahası İstanbul Tarihi Yarımada ve ek olarak suyun belirlediği izden yola çıkıp Haliç, Boğaziçi, Marmara Denizi'nin etkilediği kıyılar ile birlikte tanımlanmıştır. Söz konusu araştırma alanında ve çevresinde su kültürü ürünü anıtlar bulunur. Tarihi ve güncel literatür altyapısı alanın tarihsel katmanlaşma durumu hakkında ipuçları içermektedir. Tüm bu değerlerin bir bütün olarak yorumlanmasıyla, zorunlu ve rastlantısal tasarım etmenlerini yansıtan matrise ulaşmak mümkün olabilmıştır.

3.1.1 Alanın Jeomorfolojisi ve Jeolojisi

Kentin makroformu yedi tepe betimlemesi ve yarımada kimliği üzerinden çizilebilmektedir. Tepeler ve uzantısı dik yamaçlı sırtlar, vadi yataklarının tanımladığı platolar, hareketli kıyı çizgisinin meydana getirdiği koylar bütünde engebeli topografya koşullarını oluşturur (Şekil 3.2a). Bu durum, suyun hareketi üzerinde yönlendirici etkiye bulunur. Su tablası yüzey topografyasıyla genelde aynı şekle sahiptir. Yeraltı suyu yüksek kotlu noktalardan düşük kotlu noktalara doğru akar. Yeraltı suyu akış kuşakları topografik olarak düşük noktalardır [18]. Bu bakımdan yamaç suyu eğime ve doğrultusuna bağlı olarak zeminde bir itki oluşturur. Jeomorfolojik koşullar, zemin davranışı üzerinde farklı şekillerde etkilidir. Topografya eğimi ile zeminin yapısal özellikleri arasındaki ilişki yüzey dalgalarının yayılmasına ve büyütülmesine yol açabilmektedir [123]. “Yedi Tepeli Kent”te de Suriçi'nin arkeotopografik niteliklerinin yerleşim kuruluş potansiyellerini yönlendirdiği görülür.

Yarımada, bir dere vadisi (Liküs) ile ikiye ayrılan iki ana yükseltiden oluşur: Güneybatı'da, Marmara Kıyısı'nda, büyük yalnız bir tepe; kuzeyde Sarayburnu'ndan Edirnekapı'ya uzanan kıyıya hâkim altı tepe ve aralarındaki beş vadiden oluşan yükselti [124]. Tüm bu tepe ve sırtların farklı yüksekliklerde olup, kentin deniz silüetine etki bakımından yapılaşmada belirleyici olduğu görülür;

Yarımada'nın morfolojisini Güney-Doğu, Kuzey-Batı yönlerine doğru uzanan iki ana sırt belirler. Bunlardan "Kuzey Sırtı" yarımada'nın üst sınırını oluşturan Haliç'i takip eder. Bu ana sırttan Haliç yönüne uzanan birçok yan sırt dik yamaçlar meydana getirecek şekilde dağılır. Kuzey ana sırtı Sarayburnu-Ahırkapı arasından başlayarak Güney-Doğu'dan, Kuzey-Batı'ya doğru yükselerek devam eder. Başlangıç noktası olan Topkapı Sarayı zemininde 45m olan sırt yüksekliği daha sonra 33m.ye düşen bir bel ile ana sırttan ayrılır. Buradan Beyazıt yönüne doğru devam ederek, bu noktada 60m.ye çıkar ve ikinci tepe bu noktada yer alır. Fatih Camii'nin bulunduğu üçüncü tepeye doğru devam eden Kuzey ana sırtı, ikinci ve üçüncü tepeler arasında 42m.ye kadar düşer. Üçüncü tepeden sonra yükselmesine devam ederek Çarşamba'da 72m.ye, daha sonra Edirnekapı surlarında ise 74m.ye ulaşır. İkinci ana sırtı Kuzey ana sırtından bir vadi ayırır. Bu vadi Eyüp sırtları gerisinden başlayarak surların içine girer, Güney-Doğu yönünde devam ederek Aksaray civarında Marmara Denizi ile birleşerek son bulur. Eski dönemlerde Liküs Deresi'nin aktığı bu vadinin yüksekliği kara surlarında 40m.yi bulur. Vadinin Marmara Denizi tarafında, yarımada'nın topografyasını belirleyen ikinci ana sırt yer alır. Bu sırt Marmara kıyılarından yumuşak bir yükselişle Kuzey-Batı yönüne ilerler ve surlarda 69m.ye ulaşır. Şehrin yedi tepesi bu iki ana sırt üzerinde birbirinden kesin hatlarla ayrılmamış bir şekilde¹, altısı Kuzey ana sırtı, yedincisi ise Güney ana sırtından oluşur [125].

¹ Tepelerin, aynı kültür tesirinde başka fiziki coğrafya oluşumlarıyla karşılaştırılması koşulları yönetmeyi sağlayan özgün çözümleri görünür kılmaktadır. Doğanın vadilerle ayırdığı Roma Tepeleri kolaylıkla ayırt edilebilirken İstanbul'un kiler sırtlarında aralarında birleşiktirler ve tepelerin arkasında yer alan burnun, tepeleri oluşturan bölümü, öndeki bölüme benzer biçimde bir engebeye sahip değildir. Bu yüzden bu tepeleri, alması vadiler arasında tek parça burnun kesintisiz uzanan sırtı olarak betimlenebilir [126].

Kentin tarihsel topografyasının, sınırlarını denizin tanımladığı coğrafi yapıya bağlı olarak gelişmiş olduğu arazi yönetim politikalarından okunabilmektedir. Antik Byzantion, denizden gelecek saldırılara karşı izole edilmiş bir alan içerisinde konumlanmıştır. Şehrin ilk kurulduğu, Aziz Demetrius Akropolü olarak bilinen alan, bugün Topkapı Sarayı'nın bulunduğu I.Tepe'de yer almaktaydı [127]. Başlangıçta, 413'te, eski Konstantin alanının etrafında, yaklaşık bir mil batı sınırında, yeni savunma duvarı kurulmuştu [128]. Kentin etrafını saran surların varlığı bir diğer anlamda, sağlam zemin hattının sınırlarını yansıtır. Dirimtekin [129]; denizden gelecek her türlü yaklaşımı engellemek için surların kıyı hattını tuttuğunu, bu yüzden deniz surlarının, kısmen şevli burçlarla takviye edilerek, nispeten daha alçak yapılmasına karşın birçoğunun yine de çöktüğünü vurgular. Kara surlar ise sağlam zemin hattı ile uyumlu olarak inşa edilmiştir. Bu durum, kentin sınırlarının, yani surların kuşattığı alanın oturduğu zemin özellikleri açısından yoruma açıktır. Mühendislik jeolojisi haritalarıyla surun izi çakıştırıldığında görülebileceği üzere, deniz surları dolgunun izi hakkında, kara surlarıysa zeminin dönemsel katmanlılığı hakkında ipuçları sunmaktadır.

Surun dışında kalan alanda dolgu hattının gelişimi, elde edilen bu yeni arazilerin yapılaşmaya açılması ile sonuçlanmıştır. Clavijo'nun aktarımından; denizle surlar arasında az ya da çok geniş bir alanda uzanan kıyı bandında evlerin bulunduğu, Altın Boynuz'un tüm kıyıların yerleşim bölgeleri olduğu ve bu dönemde başkentin ticaret merkezi olduğu anlaşılmaktadır [130]. Dolgunun katmanlılığına oluşum biçimi açısından bakıldığında, çeşitlemeler karşımıza çıkar. Bazı kıyılarda dolgu, alüvyon tabaka ile kendiliğinden oluşmuştur. Bir örnek olarak; halen Langa Bostanları adını verdiğimiz yerler, Liküs Deresi'nin getirdiği topraklarla dolmuş Theodosius (Elöteryüs)¹ limanıdır [131].

¹ Liküs Deresi; Yenibahçe ile Aksaray'dan geçerek Langa Bostanları içinden denize dökülen ve şehir dâhilindeki kumla örtülü olan ufak derenin eski adıdır. Türkler zamanında Bayrampaşa Deresi adı verilmiştir. Bizans eserlerinde gördüğümüz Viglea'ya akan seller, Süleymaniye civarındaki yamaçlardan aşağıya aktarılır. Port de Theodose veya d'Eleutheerius; eskiden, Langa Bostanı'nın bulunduğu yer Bizans'ın en önemli limanlarından biriydi. Bayrampaşa Deresi bu Limanı zamanla doldurmuştur [131].

Planlı olarak gerçekleştirilen dolgu alanları¹ ise atıklar ve inşaat hafriyatları ile bağlantılıdır. Haliç Kıyıları'nda, deniz kıyısından karaya doğru kalınlığı azalan moloz dolgulara rastlanmaktadır [132].

Tanımlanan yüzey şekillerinin yanı sıra zeminin katmanlılığı da suyun mevcut jeolojik kesitlerde ilerleyişinde belirleyicidir. Kent genelinde farklı jeolojik dönemlerde oluşmuş, dolayısıyla farklı düzeylerde ayrılmış zemin tabakaları bulunmaktadır. Kent, Paleozoike (Üst Devonien) ait kıvrımlı grovak ve killi şistler ile bunların üzerinde diskordan olan Üst Miosene (Sarmasien) ait kum, kil ve maktralı kalker tabakalarından oluşur [34]. İstanbul'un surlar içindeki kısmı grovak-killi şistlerden oluşmuş eski temel Palezoik'e aittir. Bu hattın güney kesimi ise eski temel üzerinde bulunan Sarmasien'e ait kum-çakıl, kil-marn ve maktralı kalker tabakalardan oluşmaktadır. Eski temel ve Sarmasien'e ait tabakalar Suriçi'nde değişik kalınlıktaki suni dolgu altındadır (Şekil 3.2c) [69].

Tarihi Yarımada'nın sivilaşma ve şev stabilitesi potansiyelini yansıtan mikrobölgeleme haritaları ise görece tehlikeli alanlar hakkında fikir oluşturmaktadır. Yapay dolgu ve alüvyonların yoğun olarak bulunduğu Haliç sahil kesimi ile Kumkapı ve Yenikapı sahil kesimleri sivilaşma tehlikesi yönünden hassas olarak nitelendirilmiştir. Diğer bölgeler Bakırköy, Gürpınar ve Trakya formasyonlarından² oluşan, kum ve silt oranı düşük formasyonlar ile kaplı ve sivilaşma riski bulunmayan bölgeler şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 3.2b) [133]. Kentin tarihsel gelişim sürecinde, arazi kullanım biçimlerinde yeşil alan veya liman olarak tesis edilmiş alanların bu bölgelere denk gelmesi uygarlıkların yönetsel doku kararlarına referans olmaktadır.

¹ Burada ilginç olan, Konstantinopolis'te, Venediklilerin yerleşme ve liman alanında Venedik Lagünü'nde kullanılmış zemin iyileştirme ve rıhtım oluşturma tekniklerine benzer bir yaklaşımın dolguda kullanılmasıdır. Bahçekapı'dan Odunkapı'ya yayılan bir alanda Venedikliler 400 seneye yakın etkin olmuştur [134]. Venedik gibi dolgu adalar halinde oluşturulmuş ve bunun mimarlığını yaratmış bir kültürün Konstantinopolis'teki olası etkisinin üzerinde durmak gereklidir. Örneğin, Osmanlı Dönemi'nde de kullanılmaya devam eden büyük ahşap kazıklar üzerine yerleştirilen taş bloklardan oluşan dolguya dayalı temel sistemi bu bağlamda sorgulanabilir [135]. Kullanıcılar aracılığıyla yapı kültürünün taşınmış olması mümkündür. Eşdeğer nitelikteki soruna karşı geliştirilmiş çözümlerin benzer olması da olasıdır.

² Trakya formasyonu ve Bakırköy formasyonu kırıklı akifer, Çukurçeşme formasyonu taneli akifer ve Kırklareli formasyonu karstik akifer özelliğindedir. Gürpınar formasyonu ve Güngören formasyonuna ait killi geçirimsiz olarak kabul edilebilir. Gürpınar formasyonun çakıllı ve kumlu düzeyleri ile Çukurçeşme formasyonunun kumlu çakıllı düzeyleri akifer özelliğindedir. Ancak, Gürpınar formasyonunun kum ve çakıl düzeylerinin kalın kil içerikli oluşu ve Çukurçeşme formasyonunun kalınlığının az olması ve yerleşim alanları içerisinde kalmasından dolayı yeraltı suyundan beslenme koşullarını etkilemektedir [136].

JEOMORFOLOJİ/JEOLOJİ HARİTALARI

a- Tarihi Yarımada'nın kayıtlarda bulunan eski tarihli topografya eğrileri haritası [137]

This topographic map of the Taurus Peninsula (Tarihi Yarımada) displays historical contour lines and geographical features. The map includes labels for the 'MUGRA LİLE DE THERODOSIA' region to the west and the 'PROPONTIUM' (Bosphorus) to the east. A scale bar at the top right indicates a distance of 10 miles, and a north arrow is also present. The map shows the coastline and various inland features, including what appears to be a large body of water or a bay in the center.

b- Tarihi Yarımada'nın sivilaşma potansiyeline açık alanları gösteren mikrobölgeleme haritası [133]

Sivilaşma olasılığı lejandı:

	Yok
	AL (Yüksek)
	BL (Orta)
	CL (Düşük)

This micro-regionalization map of the Taurus Peninsula shows the potential for civilization. The map is overlaid with a grid. The legend indicates four levels of potential: 'Yok' (None) in white, 'AL (Yüksek)' (High) in dark brown, 'BL (Orta)' (Medium) in medium brown, and 'CL (Düşük)' (Low) in light brown. The map shows the coastline and various inland features, including what appears to be a large body of water or a bay in the center.

c-Tarihi Yarımada'nın mühendislik jeolojisi haritası [34]

Jeolojik profil lejandı:

	Kum dolma arazi
	Maktrali kalker
	Kil, marn
	Kum, çakıl
	Grovak, killişist

This engineering geology map of the Taurus Peninsula shows various geological profiles. The map is overlaid with a grid. The legend indicates five types of geological profiles: 'Kum dolma arazi' (Brown square), 'Maktrali kalker' (Yellow square with black dots), 'Kil, marn' (Light green square), 'Kum, çakıl' (Dark green square), and 'Grovak, killişist' (Dark brown square). The map shows the coastline and various inland features, including what appears to be a large body of water or a bay in the center.

55

3.1.2 Alanın Hidrolojisi ve Hidrojeoloji

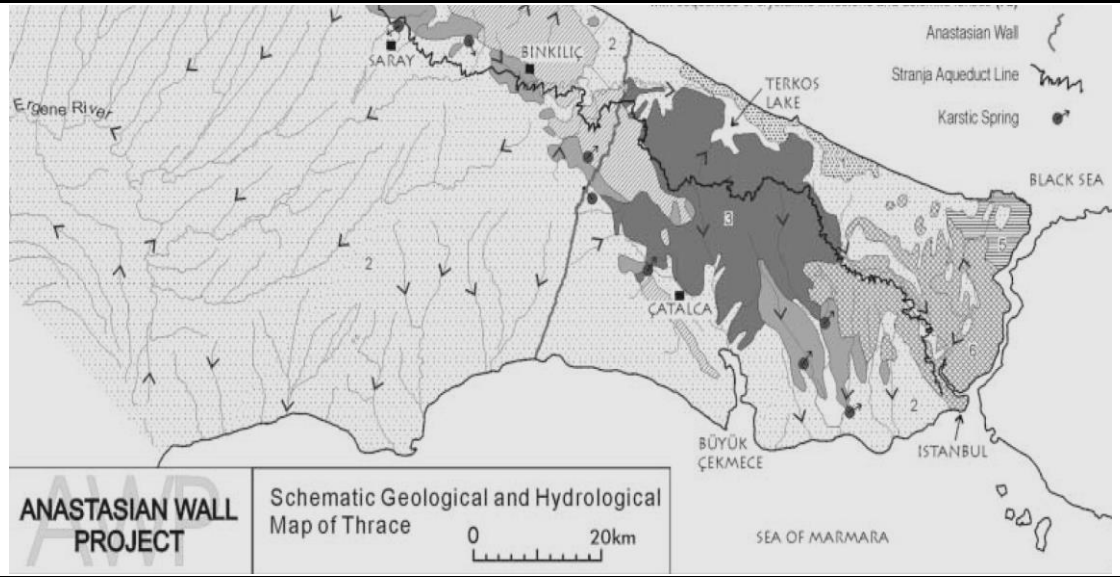
Yüzey sularının su tablasını beslemesi ve toprağı aşındırması hidrolojiyi bu anlamda zemin davranışıyla bağlantılı kılmaktadır. Surların sınırlandırdığı alanda, günümüzde kurumuş olsa da, bir adet akarsu varlığı belgelenmektedir. Liküs Deresi (Bayrampaşa Deresi) VII. Tepe'yi baştanbaşa çevirir. Taşıdığı alüvyon birikintisi Büyük Langa denilen [138] bostan olarak kullanılan alana dökülür. Sur dışında ise çok sayıda akarsu varlığı¹ kayıtlarda görünmektedir. Su kaynaklarının kentin su ihtiyacını karşılamaya yetmediği ve su isale sistemlerinin henüz kurulmadığı dönemlerde, yeraltı suyuna ulaşma arayışının ilksel girişimleri ile karşılaşılır. MÖ 7.yy.da kurulan Byzantion'da su ihtiyacı kuyulardan sağlanıyordu [139]. Sonraki dönemlerde, suyolları² su getirmeyi mümkün kılarsa da (Şekil 3.3a), yapıları kuyu ve sarnıçlar ile destekleme geleneği devam etmiştir. Akarsuyu güvenlik açısından dış etkenlerden koruma arayışı sebebiyle, bu durum bir çeşit savunma önlemi de sayılabilir. Ancak, uygulamanın suya doymuş zeminleri denetim altında tutmayı sağlamış olabileceği savı da olasılıklar dâhilindedir.

Araştırma sahası, birçok noktada sığ yeraltı suyu potansiyeline sahiptir. Yeraltı suyuna çoğunlukla Gürpınar formasyonu içerisinde ulaşılır. Bakırköy formasyonunda zemin ya komple kurudur ya da asılı akifer durumundadır. Ayrıca Liküs Deresi yatağı olan, -2/-5m arası alüvyon ve yapay dolguların bulunduğu Vatan Caddesi boyunca, kent genelindeki kalın yapay dolgularda, Haliç Sahil kesimi ve Kumkapı-Yenikapı sahilindeki hücre analizlerinde yeraltı suyu yüzeye yakın seviyelerde bulunmuştur (Şekil 3.3c) [140]. Kentin, deniz ile kuşatılmış kıyı hattından geçen jeolojik bir kesit, Boğaz'ın bir akarsu vadisi gibi derinleştiğini ve yeraltı suyunun katmanlar altında sürekliliğini sürdürdüğünü göstermektedir (Şekil 3.3b) [141]. Kent Arkeolojisi'ndeki tüm bu suya doymuş alanlar, örüntünün kuruluşunda bu durumu dengelemeye yönelik geliştirilmiş türlü çözümleri tespit etmeyi sağlamaktadır.

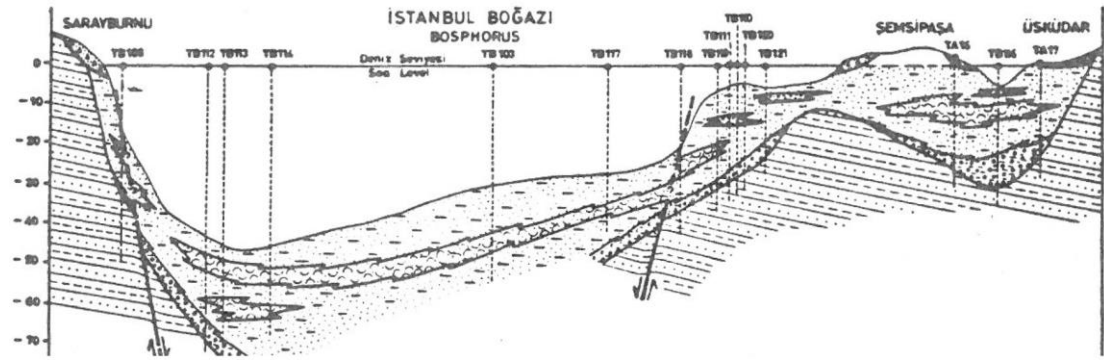
¹ Kydaros Potamos (Alibey Deresi), Barbyzes Potamos (Kağıthane Deresi), Meizon Deresi (Kasımpaşa Deresi), Kheimarrous (Baltalimanı Deresi), Khyrorrhoas Deresi (Altın Deresi), Hymeros Deresi (Ayrılık Suyu), (Khalkedon Deresi (Kurbağalıdere) sur dışında yer alan akarsulardandır [142].

² Bizans Dönemi'nde Hadrianus ve Valens [143], Osmanlı Dönemi'nde ise Bayezit, Fatih, Koca Mustafa Paşa, Mahmut Paşa, Turunçlu, Cerrah Paşa, Kırkçeşme, I.Selim, Süleymaniye, Mihrimah, Köprülü, Sultan Ahmet, Sarayçeşme, Hekimoğlu Ali Paşa, Laleli, Nur-u Osmaniye Suyolları[144], [145] kurularak Suriçi su isale altyapısıyla donatılmıştır [146].

HİDROLOJİ/ HİDROJEOLJİ HARİTALARI



a-Kenti besleyen hidrolojik altyapının Trakya genelinde dağılımının haritası [147]

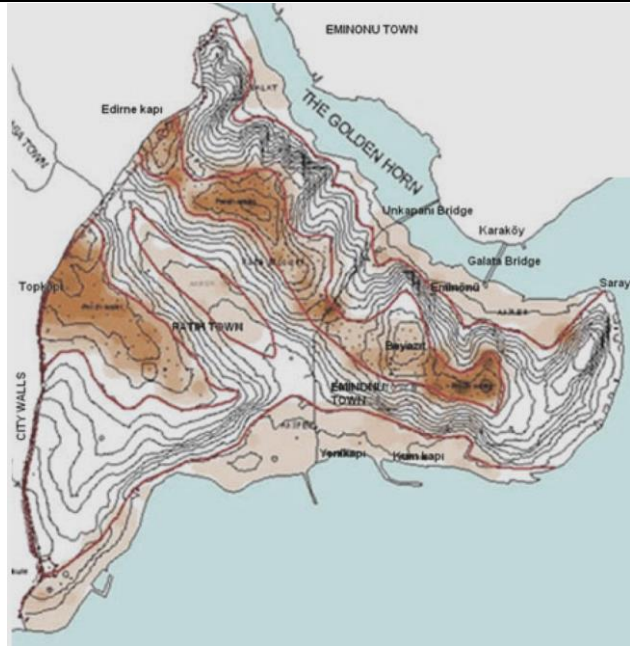


b-İstanbul Boğazı'nın Sarayburnu-Üsküdar dolaylarından geçen jeolojik kesiti [141]

c- Tarihi Yarımada'nın güncel yeraltı suyu derinlik haritası [140]

Sıvılaşma olasılığı lejandı:

- Yükseklik eğrisi
- Tünek akifer
- Yeraltı suyu



Şekil 3. 3 Tarihi Yarımada ve çevresinin hidrolojisi ve hidrojeolojisi

3.2 Yapı Kuruluşunda Düşey Morfolojik Çeşitlilik Oluşturan Değerler

Fiziksel çevre koşulları bütünlük gösteren alanlarda, mimari kültür katmanlarında suyun aşındırıcı etkisine karşı ne şekilde çeşitlilik oluşturduğu kronolojik şekilde alt-bölgeleme ile takip edilmiştir. Zeminin niteliğine dayalı koşulların planlı oluşturulmuş alanları aynı oranda etkilemediği görülür. Dolayısıyla, su yönetiminin tarihselliği açısından kent kimliğini oluşturan benzersiz etkileşimler bütünü ile karşılaşılmaktadır.

Yerine göre konum, arazi morfolojisi, zemin niteliği veya yapı işlevi su etkisini kaynağından kesmeyi kaçınılmaz kılmıştır. Toprak ile yapıların kullanımı esas giriş katının kesişim biçimi, hidrolik donanımın kuruluşunu yorumlamayı sağlayan düşey morfolojik bir çeşitlilik içermektedir. Bu ayrım, su ve neme karşı geliştirilmiş teknikler parametrik karşılaştırmalar yapmayı ve tekrarlar üzerinden ortak paydalara ulaşmayı sağlamıştır.

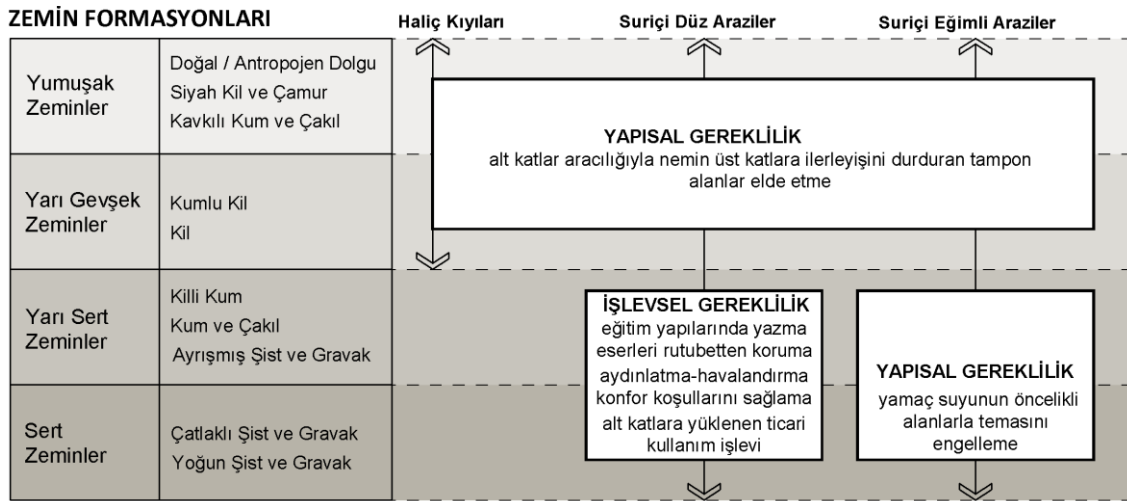
Su yönetim kurgusu planlama kararları açısından irdelendiğinde, su ve nem etkisine karşı alınan önlemlerin esas giriş kotunun tayini ve altyapı çözümleri arası koordinasyonla bağıntılı olduğu görülür. Esas giriş kotunu yükseltmenin bu durumda tek çare olduğu veya tek amacının su yönetimi olduğu söylenemez ama bu çözümün asıl katın/harimin su ve nemden korunmasına katkısı da ihmal edilemez. Tarihsel süreçte, geliştirilmiş su denetim altyapısının kent ölçeğindeki yansıması, yapıların düşey işleyişinde hemzemin/yükseltilmiş ayrımını çeşitlilik olarak sunar. “Yükseltilmişlik” veya bu pratiğin Osmanlı Dönemi’nde kazandığı adıyla “fevkanilik” düzeni, kentin fiziksel topografyasının sonucu olarak yerleşim tarihinin her dönemde denenmiş bir kuruluş biçimidir. Bizans¹ ve Osmanlı² Dönemleri’nde bu bakımdan, toprak altında kurgulanmış bodrum katın veya yüzey seviyesi üzerinde çözümlenmiş geçiş katının izlerine ulaşılır.

Çalışma içerisinde, yükseltilmiş düzende işleyiş BY 1-4 (Bizans, Yükseltilmiş) ve OF 1-4 (Osmanlı, Fevkani) kodlaması ile irdelenecektir.

¹ Konuyla ilgili en eski kayıt kabul edilebilecek Bizans Dönemi yazıtta Prokopius bu yöntemi aktarır; “İori” denilen kemerlerin üst bölümleri desteklediğinden, yapı elemanlarının nem onları taşıdığı sürece ayakta kaldıklarından bahseder [75].

² Asya’dan bu topraklara taşınan köken açısından ele alındığında, benzer arayışlar söz konusudur. Eldem [148]; “Türk Evi”nin planimetrisinde piloti, yani direkler üzerine kuruluş ile “fevkanilik” ilkesine değinir. Yapının bulunduğu yer veya arsanın büyüklüğüne göre esas katın altının tamamıyla veya kısmen boşaltılmasını, üst katı rutubet ve nem etkisinden koruma arayışına bağlar.

Bu koşulun karşılığı sayılabilecek, “hemzemin” yani “tahtani” düzende ise kullanımı esas kata düzayak veya subasman seviyesi sonrasında erişilir. Bu işleyiş çalışma içerisinde; BH 1-4 (Bizans, Hemzemin) ve OT 1-4 (Osmanlı, Tahtani) olarak kodlanarak incelenmiştir¹. Bu bağlamda incelenen hemzemin/tahtani yapılarda, asıl kat suyla doğrudan etkileşimli olduğu için su etkisini kaynağından kesmek ayrıcalıklı önem kazanmıştır. Planlama kararlarına yansıyan ayrıcalıklı su denetim çözümleri, ayrıca, konum/ arazi morfolojisi, zemin niteliği veya yapı işlevi ile bağdaştırılabilir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4 Kent içinde ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş alan nitelikleri

3.2.1 Konum

Kentin biçimsel dinamikleri ele alındığında yerleşme sahalarının fiziki coğrafyasının kıyı şeritleri, ovalar, vadiler, platolar, yamaçlar ve tepelerden oluştuğu görülür. Bu değişken jeomorfolojik doku içerisinde; koşulların gerektirdiği şekilde gelişmiş suya duyarlı, risk önleyen yaklaşım kent içinde sınırları tanımlı düşey morfolojik bir çeşitlilik sunmaktadır. Bu bakımdan, araştırmanın odak alanında suyun toprakla etkileşime geçtiği iki türlü yerleşme bulunmaktadır; yüzey sularından beslenen su tablasının aşındırıcı etkisine açık kıyı yerleşmeleri ve eğim doğrultusunda debisi artan su tablasının aşındırıcı etkisine açık yamaç yerleşmeleri.

¹ Çalışmada düşey morfolojik çeşitliliğe dayalı bir sınıflandırma yapabilmek için yapı üretim dönemlerini ve ayrıcalıklı su denetimi gerektiren koşulları temsil eden kısaltmalar aracılığıyla kodlama düzeni oluşturulmuştur. Buna göre, B(Bizans), O(Osmanlı), Y(Yükseltilmiş), F(Fevkani), H(Hemzemin), T(Tahtani), 1(Kıyı Hattında Konumlanan), 2(Yamaç Eteğinde Konumlanan), 3(Su Emme Kapasitesi Yüksek Zemine Oturan), 4(İşlevi Gereği Nitelikli Su Denetim Çözümü Gerektiren) yapıları temsil etmektedir.

3.2.1.1 Kıyı Hattında Konumlanma

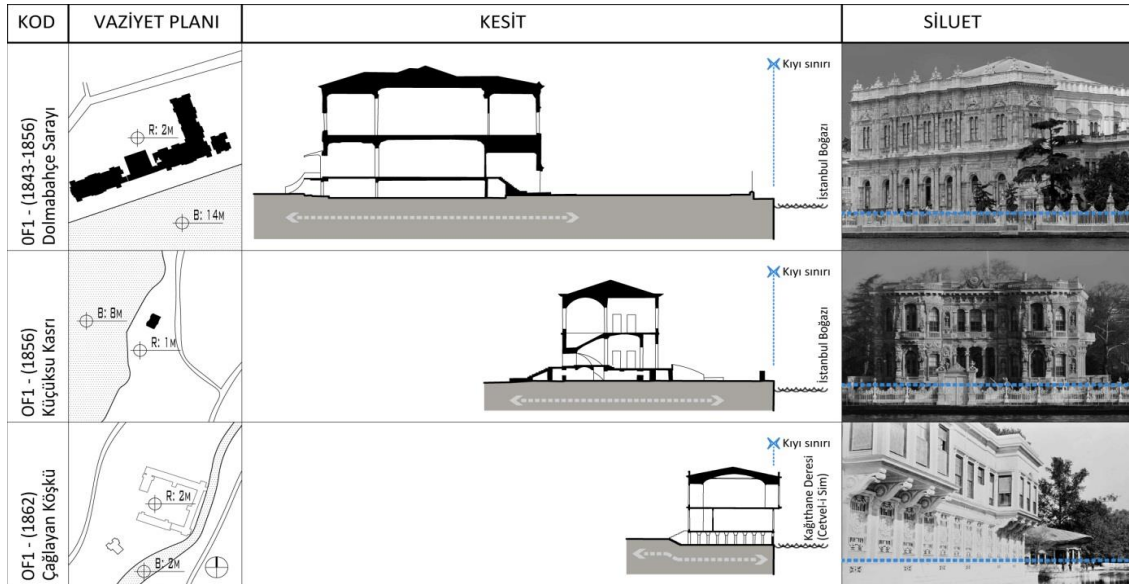
Yerleşme merkezini bir akar veya durgun su kenarında kurmak, eski toplulukların su temini için bulduğu en kolay çare olmuştur [149]. Diğer taraftan, suya doygun, taşıma gücü düşük zeminler inşa eylemini zorlaştırmakta, su baskınları tahribatlarla sonuçlanmaktadır. Ayrıca, zemin kotunun yüzey suyu kaynağına göre hangi seviyede olduğu zemindeki su yoğunluğunu değiştirmekte, yapıların/yerleşmelerin sudan etkilenme oranını belirlemektedir.

Sorun, tek yapı ölçeğinde çözülemeyecek nitelikte olunca, tehlike unsuruyla mücadele etmek komünal işbirliği gerektirmiştir. Böyle durumlarda, suyun toplumlari ve kent dokusunu eşzamanlı olarak biçimlendirdiği söylenebilir. Deniz suyuna karşı alınan önlemler kolonileşmeyi ve aynı zamanda kentleşmeyi görünür kılmaktadır¹. Setlenen nehirler, kurutulan bataklıklar ve iyileştirilen alanlar; arazi kullanım ve zemin ıslah yöntemini gösterir [150].

İstanbul Kent Arkeolojisi'nde, kıyı yapılarının düşeydeki gelişiminde, kesintisiz olarak etkiyen deniz suyunun oluşturduğu farklılıklar bulunur. Yapıyı zeminden kopartmak için bodrum kat yapılması zemin suyunun yüzeye yakınlığından ötürü zorlaşmıştır. Burada Aysel'in [151] "su katı" ya da "deniz katı" olarak tanımladığı, bahçeye veya denize açılan mekânlar, suyun düşey biçimlenmede oluşturduğu çeşitliliğin kaynağıdır. Mahzen, kayıkthane gibi işlevler yüklenen bu tampon kat sayesinde, kullanımı esas kat nemden soyutlanmıştır.

¹ Su yönetimi arayışının ilksel kanıtları Nil ve Fırat nehir vadilerinde gelişim gösteren kentlerdir. Erken Bizans Dönemi sınır kenti Dara, kentin içinden akan nehrin taşması sonucu zarar görünce sorun, mekhanikos Khryses'in planını düşünde gördüğü barajın yapılması ile çözüldü. Fırat kıyısındaki Zenobia kentinin oluşumunda da iki genç mekhanikos, Konstantinopolisli loannes ve Isidoros tarafından tasarlanan dalgakıran kullanıldı [56]. Hem suyun, hem de zemin taşıma gücünün yönetilebildiğini neredeyse her coğrafyada görürüz. Hollandalılar çoğu deniz seviyesinin altında olan topraklarındaki su sorununu çözmek için kentlerinin çoğunu su seviyesinin üstündeki tümsekler üzerine kurdular; aynı kolektif enerjiyle toprağı su baskınlarından korudular. Su, toprak yüzeyine çok yakın olduğu için evlerin kazıklar üstüne inşa edilmesi gerekti. Bu temelleri oluşturmanın güç oluşu Hollanda kentlerinin arazi sahiplerinin keyfi isteklerine göre yayılmasını engelledi [152]. Benzer şekilde, Venedik Lagünü'nde, yerleşmelerin mevcudiyeti, deniz kaynaklı sorunlara meydan okuma olarak nitelendirilebilir. Deniz, bir yönüyle, oluşturduğu dalgalarla lagünü Adriyatik'ten ayıran zayıf kıyı şeritlerinde kırılma ve su baskınına neden olmakta, diğer yönüyle, körfezde kum yığınları birikimi ile denizciliğe engel olmaktaydı [153].

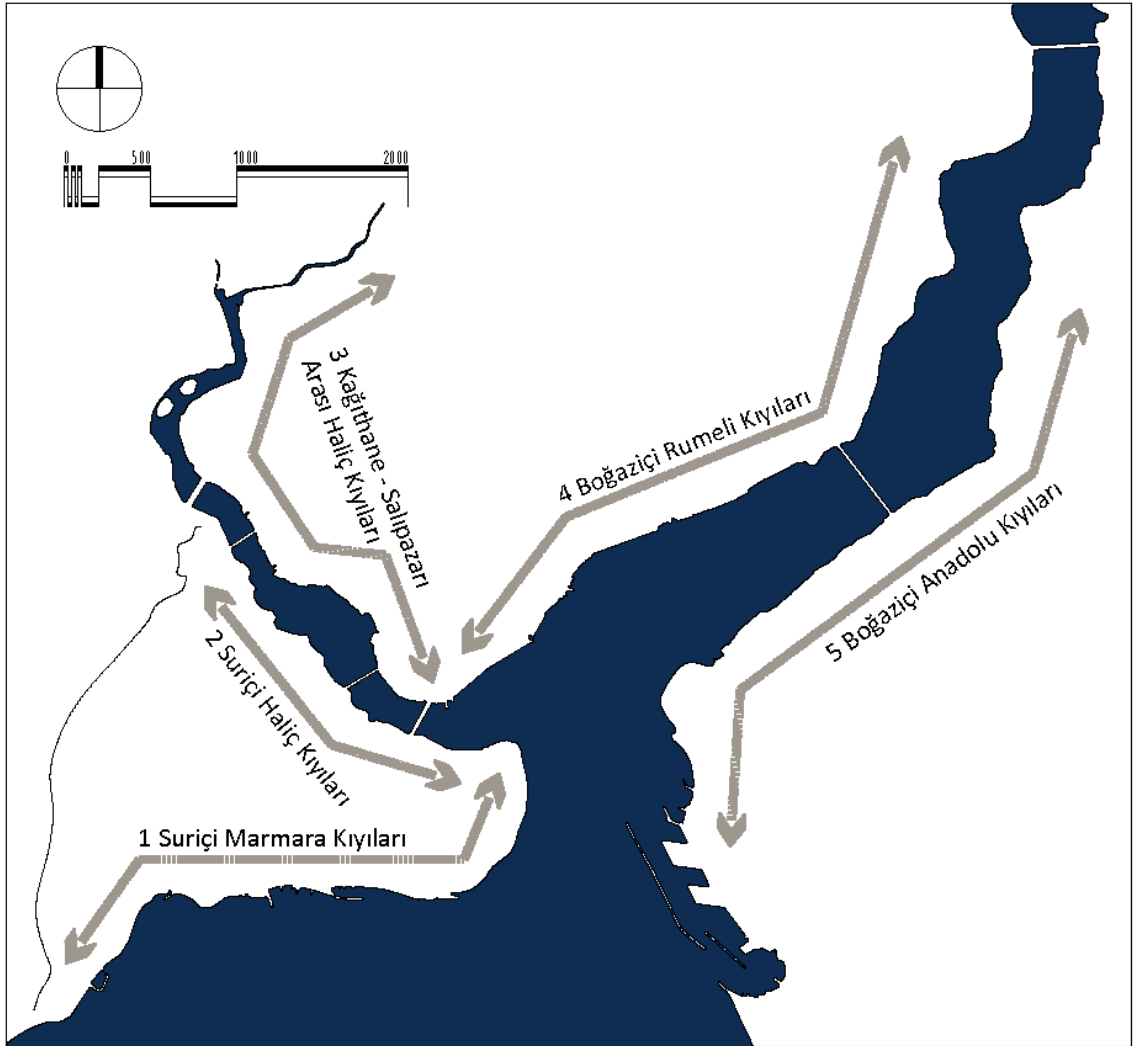
Kıyı yerleşmelerinde yapılaşmada karşılaşılan zorluklar iki türlü temele dayandırılabilir: öncelikle zeminin çökmeye meyilli, yumuşak nitelikte oluşu, ardından, suyun zemindeki baskın oranına bağlı hareketi. Kuban [154]; kıyılarda çamurun inşaat olanağını zorlaştırdığını, bu nedenle Haliç ve Boğaziçi'nde inşa eylemine güçlü devlet mensuplarının ve sarayın önayak olduğunu ve ancak onların gerçekleştirebileceği bir yapı etkinliği olduğunu aktarır. Bu durumun getirisi olarak, saraylar, yalılar ve liman şehri olmanın gerektirdiği nitelikte yapılar kıyı kimliğini ve alana has su yönetim üslubunu belirlemiştir. Akıntı kuvvetlerinin oluşturduğu dinamik tesirlere karşı, suya doygun kıyı yerleşmelerinde dalgakıranlar ve rıhtım duvarları ile dalgaların zemin malzemelerini boşaltmasına karşı önlem alınmıştır (Şekil 3.5).



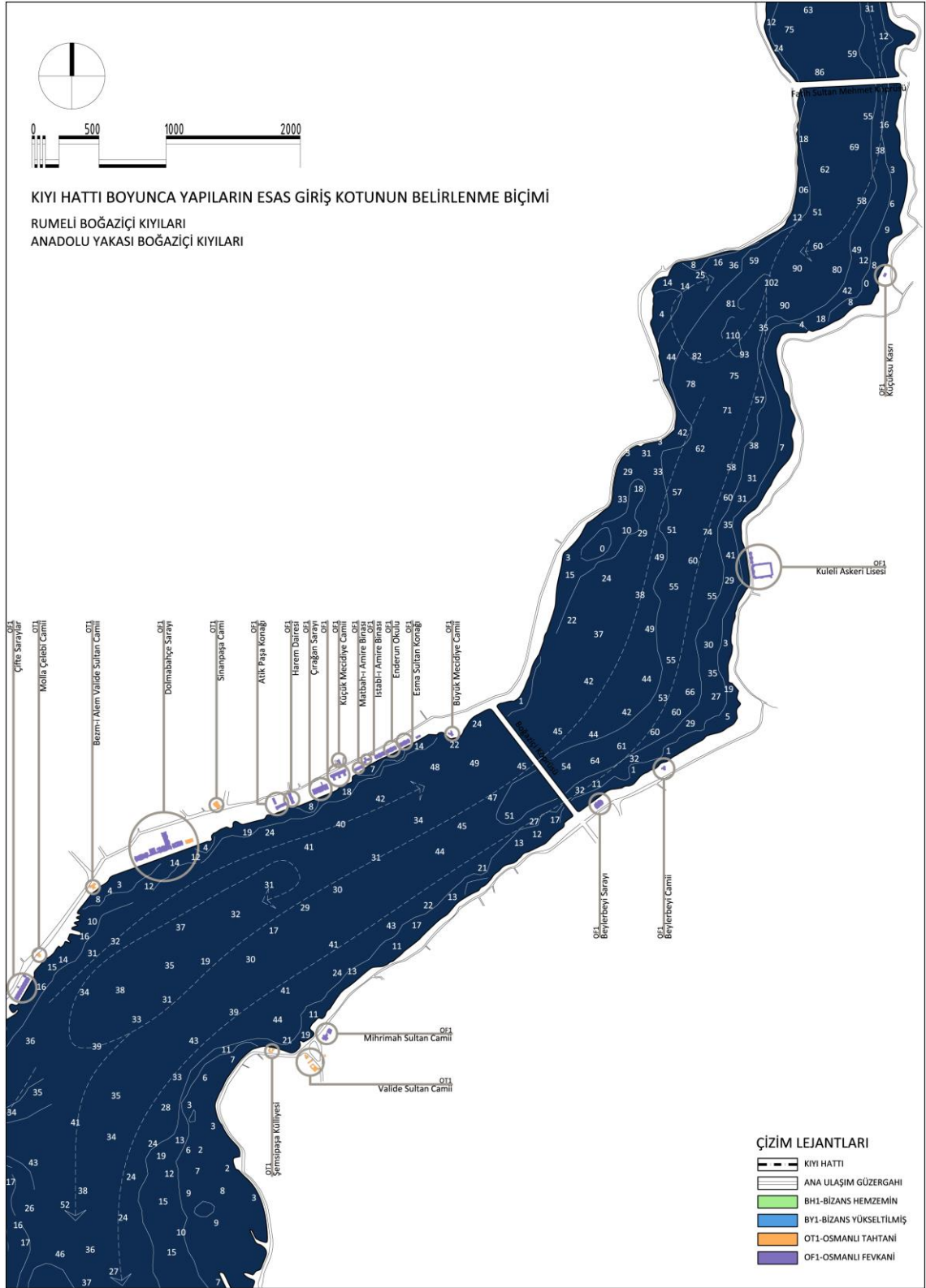
Şekil 3. 5 Kıyı hattında rıhtım ve su katı kuruluş biçimleri.
Rölöve kaynakları; a:[155],[156], b:[157], c:[158]

Söz konusu deniz suyu olduğunda, yönetilmesi gereken birçok itki bulunur: kılcal su hareketi, sıvı akışı ve hatta konveksiyon yoluyla gerçekleşecek buhar transferi önlem almayı gerektirmiştir. Haliç ve Boğaziçi fiziksel konumu gereği korunaklı dar bir kanal görünümü arz edebilir. Yine de akıntının kıyıya yapacağı tesir bağlayıcı bir kuvvet olarak takip edilebilmektedir. Deniz altındaki ve kıyı hattındaki zeminin derinliğini ve akıntıların kıyıya etkidiği doğrultuyu batimetri haritaları üzerinden izlemek mümkündür. Bunun haricinde, gelgitlere bağlı deniz seviyesi yıl içinde değişkenlik göstermektedir.

Kentin kıyıları, bulunduğu denizin adı atfedilerek, Suriçi Marmara, Suriçi Haliç, Kâğıthane-Salıpazarı arası Haliç, Boğaziçi Rumeli, Boğaziçi Anadolu Yakası Kıyıları olarak beş bölgeye ayrıştırılabilir. Farklı kıyılarda dolgu aracılığıyla kente eklenilen kara parçaları karşımıza çıkar. Zemin güçlendirme teknikleri uygulanması yoluyla alüvyon dolgularında ve kıyı kumullarında suya doymun toprağın son derece ağır yapıların kuruluşu için elverişli hale dönüştürüldüğü görülür. Tüm bu hat boyunca, suyun aşındırıcı etkisine karşı yapıların su katı/sarnıçlar üzerinde yükseltilmesine veya hemzemin işleyişte keson kuyular ile donatılmasına dayalı düşey morfolojik çeşitleme okunaklıdır. Her bir kıyı hattında bulunan tarihi yağma yapılar etkiyen su kaynağı ile birlikte ele alınarak, mevcut düşey morfolojik çeşitlilik türü belgelenip, haritalar üzerinde lejantlar aracılığıyla ayırt edilebilecek biçimde sınıflandırılmıştır (Şekil 3.6-8).



Şekil 3. 6 Kentin kıyıları. Çizim kaynakları:[159]



Şekil 3. 8 Boğaziçi kıyı hattındaki yapıların düşey morfolojik dağılımı.
Çizim kaynakları; hâlihazır harita:[159], izobat eğrileri:[71],
akıntı doğrultuları, batimetri kotları:[160]

Suriçi Marmara Kıyıları: Bu doğrultuda silueti takip edebildiğimiz Bizans Dönemi'ne ait gravürlerde, yapıları deniz seviyesine göre yükseltmeyi sağlayan kaide niteliğinde kâgir bir set-sur duvarı ön plana çıkmaktadır. Buradaki “yükseltilmişlik”; kapiler su hareketi, lodos ve su baskınları gibi türlü tabiat olaylarına karşı geliştirilmiş bir çözümdür. İlk erken kaynak, Dionysios Byzantios [142]; bu kıyılara etkiyen, su yükselmesi eyleminin oluşum sebebini “Karadeniz'in birçok büyük nehir tarafından beslenmesi sonucu Marmara'dan 40cm yüksek olması, İstanbul Boğazı'nın dar olması nedeniyle, Karadeniz'den Marmara'ya doğru kuvvetli bir yüzey akıntısı oluşur. Güney rüzgârları ve özellikle Lodos, Marmara'nın sularını kuzeye doğru yığar ve su seviyesini İstanbul Boğazı'nın güney girişinde yarım metre kadar yükseltebilir. Bu durumda Boğaz'ın akıntı rejimi de değişir; yüzeyde orkoz adı verilen ters akıntı oluşur” yorumuyla aktarır. Dalgakıranların arkasında yükselen sur duvarları, kentin bu kıyılarında dalgaların aşındırıcı etkisine ve aynı zamanda denizden gelecek saldırılara karşı çare olmuştur¹.

Sağlam zeminin çok farklı derinlik ve yüksekliklerde olduğu, dolgunun katmanlılığını aktaran antik devir risalelerinden günümüze çevrilmiştir². Zeminin su emme özelliğinin, taneciklerin boşluk oranı ve geometrik dağılımı ile orantılı olduğu hesaba katıldığında, yapı üslubuna yansıyan “yükseltilmişlik” anlam kazanır³. Kıyı hattı boyunca, inşa maliyeti ve belki de arsa kıymeti oldukça yüksek olan bu alanlarda, birçok prestij yapısının mevcudiyeti ile karşılaşılır. Günümüze ulaşan izleriyle bu yapılar; Magnaura ve Bukoleon (Hormisdas) Sarayları'dır. Magnaura Sarayı'ndan geri kalanlar toprak altına gömülü altyapıdan ibarettir (Şekil 3.9c). Deniz seviyesine bu denli yakinken yeraltı yapısı çözümlenmiş olması ve altyapının kuranglez vari havalandırma bacası uygulaması ile desteklenmiş olması yapıyı ayrıcalıklı kılmaktadır.

¹ Marmara Kıyısı'ndaki surun büyük kısmı tam sahil boyundadır ve şiddetli lodos fırtınalarına karşı korunması için ayrıca büyük kayalar konulmuştur [163].

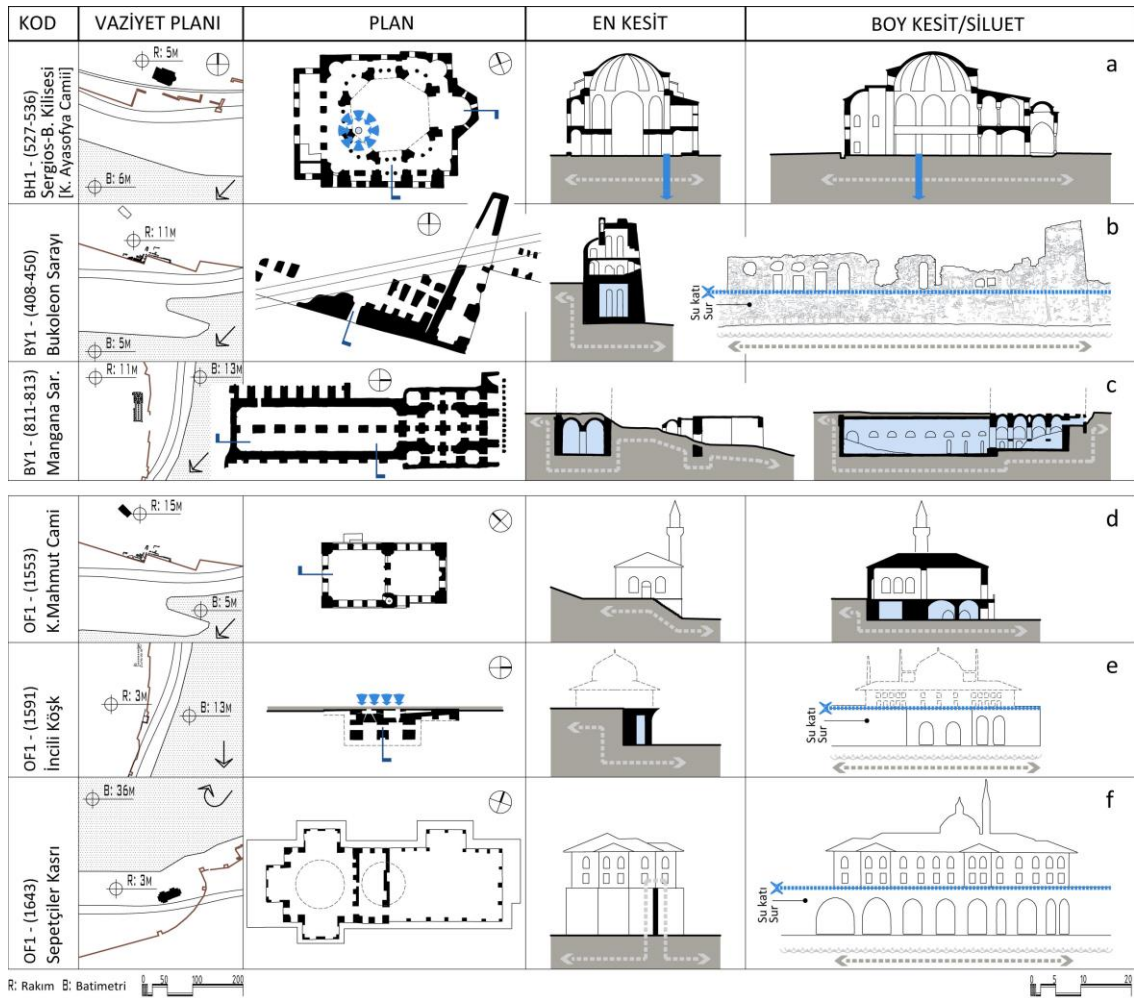
² Prokopius, Hodegetria (Kadırga) Limanı için; “kıyının iç bölümü taş bankla çevrilerek liman biçimi verildi ve deniz kıyısı pazaryerine dönüştürüldü” yorumunu getirmekte, Sterkoraria (Ahırkapı) Limanı için ise, “denizden çok uzakta bir yer taş yığınıyla düzleştirilmişti” demektedir [164]. Ayrıca Magdalino'nun [165] Konstantinopolis haritasında görülen Theodosius ve Sophia Limanları dolgu sınırlarının izini sunar.

³ Kyros'un sahil sarayına atfen yazdığı epigramma'sı kıyı yapılarının suyla ne derece iç içe olduğunu ve surla ne derece bütünleşik olduğunu yansıtır [126]:

“... Maximianus beni Yeni Roma'nın surları içinde yaptırdı/ Sağlam temellerimi, kıyıda, attıktan sonra... / Güçlü temel taşlarımın altında, dalgalar/ Yuvarlanarak koşar Kutsal Denize (Marmara)/ Dolgu toprağımın altını hafifçe ıslatacak kadar...”

Bukoleon (Hormisdas) Sarayı sarnıçla kurulan “su katı” üzerinde yükseltilmiştir (Şekil 3.9b). Aynı topografya eğrisi üzerinde, zemine doğrudan oturtulan Sergios-Bachos Kilisesi (K. Ayasofya Camii), ayrıcalıklı hidrolik donanımı ile suyun tesirlerine karşı korunmuştur (Şekil 4.9a). Kıyı hattındaki bir diğer yapı; İmrahor Camii’nde (Studios Manastırı); Studios Sarnıcı [87] ile oturma alanındaki ayazmaya bağlı su kaynağı yönetilmiş ve arazi eğiminin tampon bir kat ile aşılması sağlanmıştır.

Tanımlı kıyıların Osmanlı Dönemi’ndeki gelişimine bakıldığında, esas giriş kotunu toprak seviyesine göre yükseltme arayışı yine fark edilir. “Suyolu nazırı”, Davud Ağa; bu kıyıda iki fevkani yapının; Soteris Kilisesi’ni taban alan İncili Köşk ve Sepetçiler Kasrı’nın mimaridir [101]. Kesitin nihai şeklinin aynı mantıkla çözümlenışı fevkani kuruluşu kıyı yapılarında kuramsal ağırlıklı tercih ettiğini gösterir (Şekil 3.9e,f). Bu hat boyunca, Beyazid-i Cedid Camii, Şahsuvar Bey Camii de fevkani işleyişte karşımıza çıkar.



Şekil 3. 9 Marmara kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu
Rölöve kaynakları; a:[166], b:[88], c:[167], d:[168], e,f:[169]

Suriçi Haliç Kıyıları: Yarımada'nın bu yüzünde denize paralel yükselen yamaçların kuşattığı dar kanal, korunaklı liman karakteri taşır. Limanla bağlantılı ticari yaşam, kıyının devingen sınırlarının dolgular aracılığıyla genişletilmesine neden olmuştur. Kentin bu doğrultudaki kıyı hattını belirleyen Proaphenon, Neonan, Ta Karpianou koylarının [165] izlerine sonraki dönem haritalarında ulaşamaz. Bu durum dolgunun sınırlarını ortaya koyar¹. Bu dolgu hat üzerindeki Bizans Dönemi yapılaşması irdelendiğinde yine hemzemin veya yükseltilmiş esas giriş kotu çözümleriyle araziye yerleşmiş türlü yapı örnekleri ile karşılaşılır².

Bu bağlamda Aya Theodosia Kilisesi (Gül Camii), mahzen üzerinde yükseltilmiş bir yapıdır (Şekil 3.10b). Mahzen Haliç'teki gemilerin araç gereçlerinin depolandığı bir mekân olarak kullanılmıştır [87]. Bodrum katın; temel ile bütünleşen, galeriler ile havalandırılan, tampon kat olarak kurgulandığını ilgili kaynaklar yansıtır. Kilise'nin temelini sağlam bir taş platform oluşturur. Platform, üzerindeki yapının planıyla çok az ilişkili bir dizi ufak oda ve geçide sahiptir. Bunlar bema, naos ve nartekslerin altına kadar devam eder ve batı ve güneybatıya doğru uzanır [49]. Böylece arazinin iki ucunda 8m.yi aşan kot farkı kolaylıkla aşılmış, yamaçta toprak ile temasın sebep olacağı nemin ve basıncın tasfiyesi sağlanmıştır.

Blakherna Bölgesi'nde, hemzemin giriş kotu ile işleyen, Petros ve Markos Kilisesi (Atik Mustafa Paşa-Hz.Cabir Camii) yer alır (Şekil 3.10a). Günümüze ulaşmamış olan Theodosius Deniz Surları'nın dışında kalacak biçimde konumlandırılmıştır. Zeminin katmanlılığı; yapı pencere parapetlerinin alışılagelmiş yükseklikten alçakta oluşu, içinde sahabelerin gömülü olduğu bilgisine dayanarak [170] güncel haliyle yapının hem iç, hem de çevre düzenlemesinin toprak dolgu ile kapatılmış olması üzerinden takip edilebilmektedir. Hemzemin oturuma sahip yapıyı drenaj bakımından destekleyen kuyular, menfez kapakları ile erişilebilen bir alt katmanda işlevliğini yitirmiştir.

¹Haliç'in güney kıyı şeridi boyunca yapılan toprak yapısı araştırmaları sırasında derin sondajlarda deniz kabuklarına rastlanmış olmasından hareketle, Sirkeci bölgesinde yaklaşık 250m (güncel kıyı kenarından ölçülerek), Eminönü-Unkapanı arasında ise 150-200m genişliğindeki büyükçe bir şeridin, molozlarla doldurulduğu tahmin ediliyor. Bazı büyük tarihi yapıları tehdit eden kayma ve çöküntülerin nedeni de bu deniz dolgularıdır [171].

² Bugün aşırı oturmaya maruz kaldığı tespit edilen alanlarda, örneğin Yemiş İskelesi Civarı'nda temel altındaki zemini güçlendirmek amacıyla ahşap kazıkların kullanılmış olması [172] ve fevkanilik arayışı döneme has tedbirleri ortaya koyar.

Söz konusu kıyı hattının, Osmanlı Dönemi'ndeki işleyişinde, Hanlar Bölgesi olarak nitelendirilen alanda ticaret ve zanaat faaliyetleri yoğunlaşmıştır. Burada giriş katların dükkân olarak kullanıldığı, harimin gürültü kirliliğinden soyutlandığı fevkani çözümler ağırlıklı olarak tercih edilmiştir. Ticari işlevi gereği fevkani işletilmiş, en bilindik yapı¹ Rüstem Paşa Camii'dir (Şekil 3.10d). Diğer taraftan kıyı hattı boyunca sıkça rastlanılan ticari işlevli fevkani çözümlerde, hava akışı kesintisiz olarak sağlanan “deniz katı”nın, yapıyı nemden soyutlamaya katkısı olduğu yadsınamaz. Bu anlamda Haliç girişinde yer alan, fevkani çözümlü yapılardan biri de Hidayet Camii'dir. Günümüzde son cemaat mahfili olarak kullanımda olan tahtani katı, esasında tampon kat mahiyetindedir. Arşiv belgesi kaydında [173] su haznesi olan bu mekânın, “harap olduğundan ötürü tamirâtı ile yapı için melhuz tehlikenin bertaraf edileceği” yorumu düşünülmüştür. Günümüzde avlu giriş ve işlevsel kullanım düzeninin değişime uğradığı görülür [174].

Yemiş Bölgesi'nde, tahtani işleyişteki Ahi Çelebi Camii ise zemin katının deniz seviyesinden aşağıda olmasına bağlı olarak kuruluşundan bu yana su baskını ve kapiler su yükselmesi sorunlarına maruz kalmıştır (Şekil 3.10c). Erseyrek'in aktarımına göre [175]; 1894 yılında İstanbul'da meydana gelen büyük depremde Ahi Çelebi Camii yere batar; mihrabın sağından bir tatlı su fışkırdığından yapının içi adam beline kadar su dolar. Her ne kadar suyu denize akıtırlarsa da önüne geçemezler. Cami atıl duruma düşer; yıllarca su içinde kalır. 1918 yılında su basan yerler toprakla doldurulur. Osmanlı Arşiv Belgeleri'nde yer alan, 1896 tarihli bir kayıt [176], yapının “minaresinden maadasının yıkılarak altına iki dükkân ilavesiyle fevkani olarak yeniden ve emaneten inşasını lüzum gördüklerini” belgeler. Bu durum, kıyıdaki tahtani yapının sorunlarıyla baş edemeyip, fevkani olarak tekrar inşa etmeyle çözüm bulduklarını gösterir. Aynı bölgede yer alan, Haliç silüetine hâkim, diğer yapıları ezmeyecek gabaride tutulan, Yeni Cami, belki de aynı sebepten ötürü, subasman niteliğinde bir kaide ile yükseltilmiştir (Şekil 3.10f). Bu rota takip edildiğinde ulaşılan, dönemin ticaret yapısı Mısır Çarşısı, kısmi bodrum katların depolama, alt katların satış, asma katların stoklama amaçlı kullanıldığı bir mekânsal işleyiş düzenine sahiptir (Şekil 3.10e).

¹ Haliç'in güney kıyılarında, ticari işlevler barındıran, aynı zamanda fevkani niteliğiyle anılabilecek yapılar: Kantarcılar Camii, Hoca Hayrettin Üç Mihraplı Camii, Üskübi Çakırağa Camii, Seferikoz Camii, Abdi Subaşı Camii, Ali Yazıcı Camii, Yusuf Sücaeddin Ambarı Camii-Balat İskele Camii olarak sıralanabilir.

KOD	VAZİYET PLANI	PLAN	KIYI DOĞRULTUSUNDA EN KESİT
BH1 - (458) Petros M.K. [Atik M.P.C.]			
BY1 - (867-886) Ayia Theodosia Kilisesi [Gül Camii]			
OT1 - (1480-1500) Ahi Çelebi Camii			
OF1 - (1561-1562) Rüstem Paşa Camii			
OT1 - (1660) Mısır Çarşısı			
OT1 - (1597-1665) Eminönü Yeni Cami			

Şekil 3. 10 Haliç kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu.
Rölöve kaynakları; a,b:[166], [177], c:[178], d:[179], e:[74],[180], f:[92]

Kağıthane-Salıpazarı Arası Haliç Kıyıları: Haliç'in karşı tarafında ise Kağıthane Deresi'nin doğduğu noktadan başlayan kıyı hattı, Bizans Dönemi kayıtlarında birçok bakımdan sorunlu sayılabilecek zemin niteliğiyle ön plana çıkmıştır. Başlangıç olarak; Sapra Thalassa (Çürümüş Deniz), körfezin bittiği yerde, Keras'ın (Haliç) sonunda yer alır. Dönem kayıtlarında bu sulak bölgenin ortasında sığırların beslendiği verimli otlakların ve çayırların varlığına değinilmektedir [142].

Bu doğrultuda, Haliç boyunca ilerledikçe durum değişmez. Çürümüş Deniz'in sonlandığı alan; Palodes (Hypalodes; bataklıklar) adını taşır, çünkü derelerden ayrılan çamur oraya çöker. Nitekim buranın kumsalı kumla değil çamurla kaplıdır ve orada çok küçük tekneler dışında gemiler ilerleyemez [181]. Güncel izobat derinliği açısından bakıldığında da, su seviyesi rıhtım hizasına oldukça yakındır¹.

Bu sebepten ötürü, alanda yüzey suyunun sebep olduğu aşındırıcı etkiye, zemin sorunları eklenmiştir. Bu koşullar altında, Bizans Dönemi'ne ait yapılaşmadan günümüze ulaşan taşınmaz kültür mirası sadece Galata Surları içinde kalan alana denk gelir. Surun parçası, II. T'iberios tarafından yaptırılan, Galata Kalesi'nin bodrum katı olan Kurşunlu Mahzen (Yeraltı Camii) bu alanda bulunur (Şekil 3.11a). Zindan, mahzen, depo gibi işlevsel kullanımının ardından, mekân camiye çevrilmiştir [170]. Tahtani oturumlu ve hatta diğer yapı örneklerinde alışılmadık biçimde, birkaç basamak aşağıya inilerek girilen yapı bir noktada kuyu ile desteklenmiştir.

Azapkapısı'ndan, Kürkçü Kapısı'na doğru, bugünkü Perşembe Pazarı doğrultusunda ilerleyince karşılaşılan San Paolo Kilisesi (Arap Camii) işleyişinde esas giriş kotu hemzemin olarak kurgulanmıştır (Şekil 3.11b). Burada ayrı dönemlerde açılmış iki adet kuyu uygulaması [182] dikkat çekicidir. Sütlüce-Azapkapı kıyı hattı boyunca, kıyı kullanım yüzeyini artırmak üzere oluşturulmuş deniz dolgu alanında², fevkani niteliğiyle tanımlı yapılar dizisi karşımıza çıkar.

¹ Boğaziçi'nde 60-80m civarında olan derinlik yukarı Haliç'te hızla 4-5m.ye (Hasköy önlerinde) ve Sütlüce yöresinde sadece 1-2m.ye kadar düşmektedir [183]. Haliç'e inen vadiler ve kıyı şeridinde oldukça kalın bir dolgu tabakası oluşturmuştur. Bu kontrolsüz dolgu ve dolgunun altındaki kalın, yumuşak siltli kil tabakası önemli jeoteknik sorunlar ortaya çıkarmaktadır [33].

² Haliç sahilindeki dolma toprağın homojen bir kalınlık arz etmediği, yapılan sondajlar vasıtası ile yer yer tespit edilmiştir. Bununla beraber Haliç kıyılarından uzaklaştıkça ve uç kısmına doğru gerek doğal gerek suni dolmanın kalınlığı gittikçe azalır. Karaköy-Azapkapı arasında 45m derinliğe kadar inilen metro sondajında sahilde yalnız doğal ve suni dolma toprak, kil ve çamurlara rastlanmıştır [34].

Kuban [184]; deniz kıyısına yapı inşa etmeyi 16.yy.a özgü tipik bir eğilim olarak aktarır. Günümüze ulaşan yapıların büyük bir bölümünün Sinan'a ait olduğunu belirterek, biri Tophane'de öbürü Azapkapı'da olan iki camisinin Galata'nın iki ucunda olmasını kentin yeni sınırlarını çizme arayışının ürünü olarak yorumlar.

Deniz sathında, körfezin girintisi son bulunca, Kıstak Burnu (Azapkapı) başlar [181]. Burada Sokollu Mehmet Paşa Camii'nin (Şekil 3.11e) tonozlu altyapısının on bir mahzen ve üç dükkân içerdiği bilinmektedir [168]. Yine Haliç dolgularına oturan bir diğer yapı, Humbarahane Camii'nde, bodrum kat harimi zemindeki nemden soyutlamayı sağlamaktadır. Bu yönü ile yapıyı, aynı kıyı şeridinde, Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camii'nin mirasçısı olarak görmek mümkündür (Şekil 3.11f) [185].

Hasköy Kıyıları'nda, ikincil endüstrilerle birlikte, Kasımpaşa Tersanesi sürekli bir gelişim göstermiştir [184]. Lengerhane bu kapsamda fevkani olarak işleyen bir endüstri yapısı niteliğine sahiptir. Aynı rota üzerindeki, Handan Ağa Camii (Kuşkonmaz Camii) rıhtım dolgusu yapılmadan evvel kayıkhanesi olarak kullanılan sıralı tonozlar dizisi üzerinde yükselmektedir. Yine aynı hatta bulunan Aynalı Kavak Kasrı civarda kalan saray uzantılı tek yapıdır. Yapının fevkani kuruluşu zeminin doğal eğimine uyum sağlar; Haliç'e bakan tarafı iki katlı, diğer tarafı tek katlıdır.

Haliç'in korunaklı kanalından çıkıp, Marmara akıntılarına açık kıyılara döndüğünde Makbul İbrahim Paşa Camii fevkani duruşuyla karşımıza çıkar. Ötesinde yer alan Fatih Çarşısı-Galata Bedesteni, kentteki diğer çarşı kuruluşları gibi tahtani düzende çalışıp, asma katta ve kısmi bodrum katta depolama sağlayan mekân düzeninde işlemektedir (Şekil 3.11c). Bitişindeki sokaktaki, Kurşunlu Han (Rüstem Paşa Kervansarayı), sur dibinde, sura paralel olarak konumlandırılmıştır (Şekil 3.11d). Tahtani yapının avlusunun deniz doğrultusuna bakan köşesinde, yeraltı suyu kaptajı sağlayan kuyusu bulunur. Hemen ilerisinde yer alan; Kemankeş Kara Mustafa Paşa Camii ve Ay'Andon Ayazması'na oturan Kemankeş Kara Mustafa Paşa Medresesi [163] fevkani olarak işletilmiş yapılardır.

Deniz kıyı hattı boyunca yapıların düşey morfolojik dağılımı ve yeraltı suyu denetim etkinliğinin sağlanma yöntemi, deniz suyunun aşındırıcı etkisine karşı tanımlı, tekrarlı bir işleyiş sergiler. Akarsu kıyı hattındaki kuruluş takip edildiğinde ise, biri günümüze özgün işleyişini koruyarak diğeri kısmen belgelerle ulaşan iki yapı örneği ile karşılaşılır.

Su ile etkileşimli bir diğer alan olan akarsu kıyılarında su tablası yüzey sularından beslenmekte ve zemin niteliğini değiştirmektedir¹. Takibe açık bir örnekte; Kasımpaşa'yı bir yerleşim alanı olarak etkileyen en belirgin unsur üzerine kurulduğu dere yatağıdır. Piyale Paşa Camii bu dere yatağındaki bostanlar üzerinde inşa edilmiştir. Yağışlı mevsimlerde tepelerde biriken sular vadide sellere neden olduğu ve dere yatağındaki yapılara zarar verdiği kayıtlarda görülmektedir. Piyale Paşa Camii'nin önündeki bostanlı alan, dere yatağına kurulan drenajla birlikte sel sularını yönetmeyi sağlamaktadır [186].

Bir diğer nitelikli çözüm örneği, Kâğıthane Deresi civarında kurulmuş Sadabad Sarayı'dır. Kentsel ölçekte alınan kararlarla suyun akış doğrultusunun belirlendiği, yönlendirildiği, uygun yapılaşma alanının belirlenip ve olası su taşkınlarının engellendiği görülmektedir. Bu düzenleme sırasında Kâğıthane Deresi'nin mecrası değiştirilerek batıya alınmış, derenin bir kısım suyu yeniden düzenlenen bir kanal sistemine bağlanmıştır [101]. Burada su denetimi tek bir elemanla değil, yerleşmeye yayılan ağ ile sağlanmıştır². Burada da yapıların tampon su katı ile desteklendiği görülür. Saray'ın fevkani dış köşkleri günümüze ulaşmasa da belgeler ile kayıtlara geçmiştir [158]. Tüm bu yapısal çözümlerin haricinde, çevresel ölçekte arazi yönetim kararlarını yansıtan bir kayıтта, Fatih Sultan Mehmed'in Kâğıthane'de derelerin kıyılarına ve Haliç'in yamaçlarına ayırık otu dikilerek erozyonun önlenmesini istediği, ayrıca, erozyona sebebiyet verilmemesi için Haliç sahillerinde tarım yapılmasına karşı çıktığı bilgisine ulaşılmaktadır [187].

¹ Akarsuyun seviyesi, o çevredeki yeraltı suyunun seviyesini belirleyen bir çeşit taban seviyesi rolü oynar. Bir sahanın akarsularla yarılmaları ilerledikçe, o sahadaki yeraltı suyunun seviyesi de, gömülen akarsulara paralel olarak alçalır [188]. Kaçınılmaz olarak, su tablasındaki değişiklik zemin niteliğine yansır. Yüzey suyunun su tablası üzerindeki bu etkinliği, zemin niteliğinin değişmesine bağlı tahribatları beraberinde getirir. Nehir kenarında kurulan kıyı yerleşmeleri ve şehirlerinde olası tehlike su baskını, kumsal erozyonu, çökme ve heyelandan oluşmaktadır [189].

² Akış ağı suyu bölme-dağıtma-toplama düzenekleri üzerine kuruludur. Çağlayanlı bendler ile uzun kanalın suları kontrol edilmiş, üçüncü bend ise kasrın önündeki havuzu beslemek için yapılmıştır. Dere sularının nivo ve akıntılarını kontrol altında tutabilmek ve suları toplamak ya da gereğinde fazla suların taşmamasını sağlamak için, her bendin önünde yardımcı suyolları ve kanallar inşa edilmiştir. Birinci bend, Cetvel-i Sim'in sularını tutmak üzere yapılmış ve ikinci bendden daha ağır ve dayanıklı bir şekilde inşa edilmiştir. Su seviyesi, bend duvarının üstünü aşacak derecede yükseldiği, ya da yükseltildiği zaman, su, duvarın üstünü yalayarak ve iki kademe üzerinden akarak, daha aşağıdaki geçit üzerindeki kapak taşları içine oyulmuş kanallara yayılır. Oradan, şelâleler teşkil ederek birinci havuzun içine dökülür [158].

KOD	VAZİYET PLANI	PLAN	KIYI DOĞRULTUSUNDA EN KESİT
BH1 - (578-582) Kurşunlu Mahzen [Yeraltı Camii]			a
BH1 - (717) San Paolo Kilisesi [Arap Camii]			b
OT1 - (1481) Fatih Bedesteni			c
OT1 - (1566) Kurşunlu Han			d
OF1 - (1578) Sokullu Mehmet Paşa Camii			e
OF1 - (1794) Humbarahane Camii			f
OT1 - (1862) Sadabad Camii			g

Şekil 3. 11 Kağıthane-Salıpazarı kıyı hattındaki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu
Rölöve kaynakları; a:[190], b:[182], c:[183], d:[101], e:[168], f:[185], g:[179]

Boğaziçi Rumeli Kıyıları: Galata Surları'nın bittiği sınırda, bu defa Boğaz'daki akıntının etkideği kıyılara ulaşılır. Kıyı hattı boyunca Bizans Dönemi'ne ait yapılaşma izine rastlanmasa da yerleşmeye dair betimlemeler¹ mevcuttur. Karaköy boyunca ilerlendiğinde, kıstağın sonunda denizden dolma zemine oturan², altyapısı sonraki dönem çevre dolgularıyla toprak altında bırakılmış Kılıç Ali Paşa Camii bulunur (Şekil 3.12b). Bu rotada, takiben, saltanat limanı kıyısında, tahtani katı vaktiyle kayıkhanesi olarak kullanılmış olan fevkani yapı; Nusretiye Camii gelir (Şekil 3.12d). Burada Nusretiye Camii ile başlayan, hünkâr kasrına yaslanan fevkani kütle bağlantısı, Boğaziçi boyunca tekrarlanan, hâkim rezonans yönetim çözümünün bir örneğini yansıtır (bkz. syf.45). Kıyı hattında, modülasyon kullanımının bu şekilde parçalandığı örneklerle sıklıkla rastlanılır. Salıpazarı sınırından itibaren başlayıp, Boğaziçi boyunca kendini gösteren, devlet adamlarına ve saray mensuplarına ait fevkani saray ve yalıların, denize paralel sıralanışına dayalı düzendir. Daha geç tarihlerde inşa edilen bu saray ve sahilhanelerin öncüsü sayılabilecek yapı, bodrum kat üzerinde yükseltilmiş Dolmabahçe Sarayı'dır. Fındıklı sahilinden, Beşiktaş'a doğru kıyı çizgisinin kırılma yaptığı alanda, rıhtımdan düz ayak işleyen "deniz katı" içeren Çiftesaraylar, yine düzayak işleyen Fındıklı Molla Çelebi Camii (Şekil 3.12c) ve subasman ile yükseltilmiş Bezm-i Alem Valide Sultan Camii (Şekil 3.12f) yer almaktadır.

Beşiktaş'ta, Sinan Paşa Camii'nin su basmana oturan esas zemin kotuna rampa ile çıkılmaktadır (Şekil 3.12a). Buradan sonra başlayan düzende Atik Paşa Konağı, Çırağan Sarayı Harem Dairesi, Çırağan Sarayı, Matbah-ı Amire ve İstabl-ı Amire Binaları, Enderun Okulu, Esmâ Hatun Konağı deniz seviyesinin alt kotunda kalan bodrum üzerinde yükseltilir. Büyük Mecidiye Camii'nde (Ortaköy Camii) girişin doğu-batı yakasında çıkıntılı Hünkâr Kasrı'nın bulunduğu, kütlelerin dilatasyon ile ayrıldığı, fevkani işleyiş görülür (Şekil 3.12e).

¹ Bizans Dönemi'nde, bütün Boğaziçi Rumeli kıyıları arasında, tek yerleşmenin Hagios Mamas'da olduğu sanılmakta ve Dolmabahçe-Beşiktaş arasında bulunduğu kabul edilmektedir. Yerleşmenin İhlamur Deresi'nin mansabı çevresinde olduğu düşünülen kuvvetli bir akarsu veya sel yatağının üzerinde bulunduğu bilgisi günümüze ulaşmıştır [191].

² Söylencelere göre Kılıç Ali Paşa bir külliye yaptırmak istediğinde "Paşa sen denizcisin ne işin var karayla?" tepkisini aldıktan sonra, araziye elde etmek için denizi doldurma yolunu seçmiştir [87]. Tophane semtinin büyük kısmı o zamana kadar deniz iken, bu bölgenin kurutulduğu bilinmektedir. Oturum alanı denizden 200m içerde bulunmaktadır [192].

KOD	VAZİYET PLANI	PLAN	KIYI DOĞRULTUSUNDA EN KESİT
OT1 - (1555) Sinanpaşa Camii			
OT1 - (1580) Kılıç Ali Paşa Camii			
OT1 - (1589) Molla Çelebi Camii			
OT1 - (1823-1826) Nusretiye Camii			
OF1 - (1853-1854) Büyük Mecidiye Camii			
OT1 - (1855) Bezm-i Alem Valide Sultan Camii			

R: Rakım B: Batimetri 0 50 100 200

0 5 10 20

Şekil 3. 12 Boğaziçi Rumeli kıyı hattındaki yapıların esas giriş kotunun kuruluşu
Rölöve kaynakları; a:[101], b-f:[179].

Boğaziçi Anadolu Kıyıları: Üslubun diğer kıtaya yansıması, suyun birleştirici yönünü ortaya çıkarır. Nispeten daha küçük ölçekli yapılar olsa da, fevkani yalılar aynı mantıkla çevre ile bütünleşir. Dionysios'un aktarımından [142], bu kıyılarda suyun aşındırıcı etkisine maruz kalan alanlar belirlenebilmektedir¹. Bu fiziksel niteliği belli alanları, yapılar ile birlikte ele almak, kentin zorlayıcı coğrafi koşullarında gelişen yapılaşma çözümlerini anlamaya rehberlik edecektir. Bu bağlamda, hisar civarındaki koyda akarsuların zemin değerlerinde etkin olduğu alanda² fevkani kuruluştaki Küçükso Kasrı'yla karşılaşılır. Sonraki koy girintisinde, yine fevkani bir yapı olan Kuleli Askeri Lisesi bulunur. Bu yapıdaki su katının yapısal getirisini irdeleyen araştırma çalışmalarında [6] yapının duvar kesiti gerilmelerini gösteren, sayısal analizlere dayalı şemada tahtani mekânları oluşturan kemerler dizisi aracılığıyla gerilmelerin karşılandığı görülür. Bu bakımdan yapının düşey morfolojik gelişimi anlam kazanır.

Bu doğrultuda ilerlendiğinde Beylerbeyi Camii'ne ulaşılır. Yapı karşı kıyıdaki fevkani camilere benzer plan düzeni gösterse de bu defa mabedin kibleye göre yönelimine bağlı olarak hünkâr kasrı deniz tarafında bulunur. Sonrasında erişilen Beylerbeyi Sarayı yine yüksek bir bodrumun³ üzerinde kurulmuştur. Buradan Paşalimanı'na döndüğünde, bir koyun içinde kabul edilebilecek Üsküdar Mihrimah Sultan Camii fevkani niteliktedir. Set üzerindeki caminin avlusuna merdiven ile çıkılır. Koyun çıkışında bulunan, tahtani olarak çalıştırılmış Şemsi Paşa Külliyesi'nde rıhtım yönünde avlu duvarı dalgakıran set etkisi gösterir. Benzer çözüm, bu kıyılarda Beylerbeyi Camii ve Sarayı'nda da bulunmaktadır. Bir bütün olarak yorumlandığında, burunların ve koyların tutulması gereği kıyıya hâkim, aynı zamanda akıntı ve lodosun aşındırıcı etkisine karşı korunaklı ve donanımlı, bu şekilde dolgu zeminlere oturtulabilmiş yapılar kümesi tanımlanabilir.

¹ Amykos (Beykoz) koyunun iç kısmında, Palodes "bataklıklar" bulunmaktaydı. Bugünkü Beylerbeyi açıkları, adını çevresinde dalgaların kıyıya çarparak çıkardıkları sestten alan Akrai Rhoizoisai "uğuldayan burunlar" ve Diskoi "diskler" vardır. Üsküdar Büyük iskele civarı ise Asya Metopon'u olarak bilinir. Buradaki büyük limanın derin ve kumlu bir kıyı ile çevrildiği kayıtlara geçmiştir [142].

² Küçükso Deresi ile daha kuzeyde denize dökülen Göksu Deresi'nin oluşturduğu düzlüğün üstündedir ve temellerinin kısmen alüvyon kısmen yapma dolgu olarak nitelendirilebilecek bir zemine oturduğu anlaşılmaktadır [157].

³ Saray'ın Serdab Köşkü; şiddetli sıcaklarda oturulan, yeraltı odası olarak kullanılmaktaydı [193]. Bu da toprak ile temasına bağlı olarak mekânın ikincil işlevlerini göstermektedir.

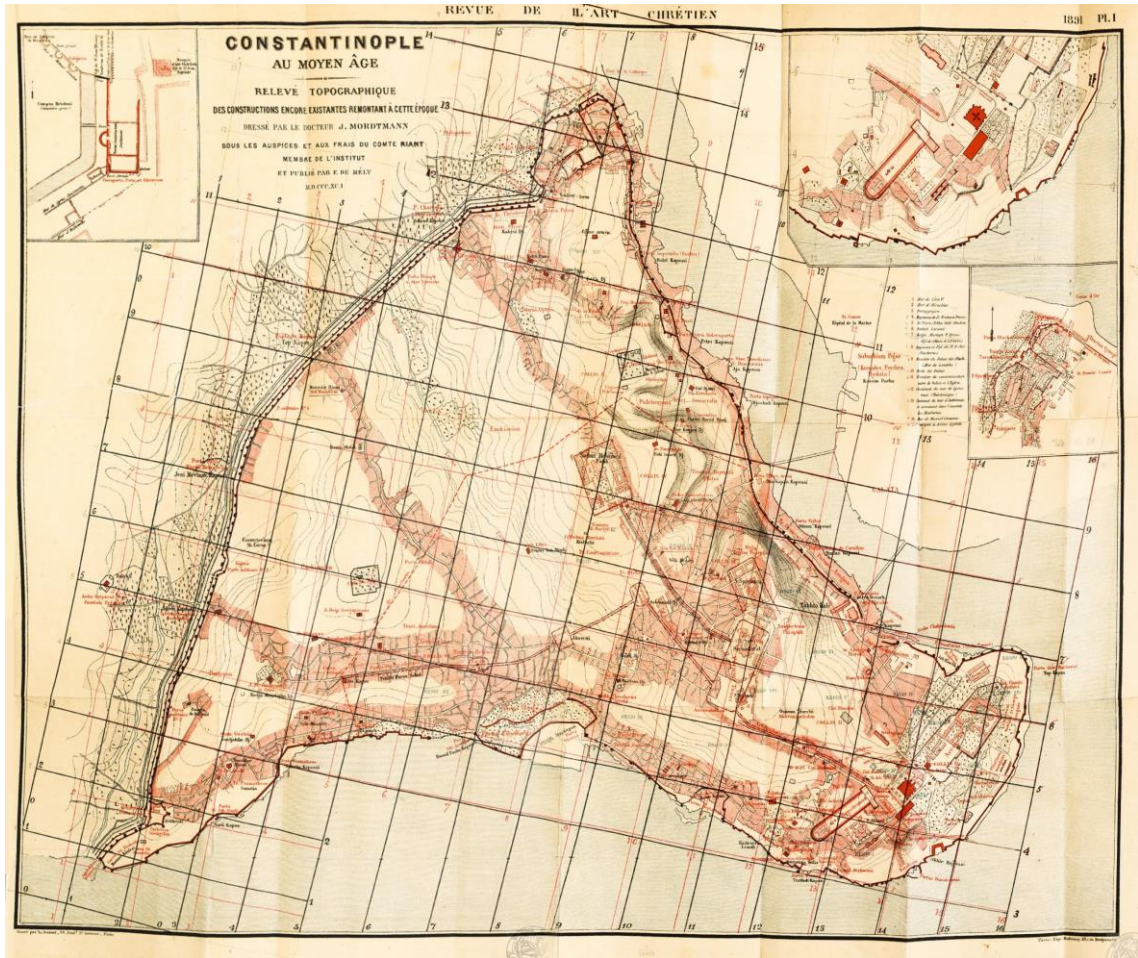
3.2.1.2 Vadi/Yamaç Eteğinde Konumlanma

Yerleşme kuruluşu suyun getirdiği fiziki olanaklara göre şekillenirken, paralelinde suyun hareketi de topografik koşullardan etkilenir. Engebeli arazilerde suyun yüksek kesimlerden aşağıya doğru yaptığı hareket eğimli arazinin alt kısımlarında yeraltı suyu birikmesine sebep olup, şev stabilitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Yeraltı suyu seviyesi yatay bir yüzey değildir, topoğrafyayı kabaca taklit eder. Tepelerin altında, yükselir; vadilerin altına rastlayan kısımlarda ise alçalır. Bu nedenden ötürü topoğrafyanın büyük bir eğimle alçaldığı yamaçlarda ve vadilerin tabanında, topoğrafya yüzeyi yeraltı suyu seviyesini keser [188]. Vadi/yamaç yerleşmelerinde su tablasının yamaç suyundan beslenmesi nedeniyle zemin suya doygun olabilmektedir ve bu durum ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiştir.

Her iki uygarlık döneminde de topoğrafya koşullarına geliştirilen çözümlerle uyum sağlandığı görülür. Bizantium bir Roma şehri özelliğini coğrafyanın imkân verdiği tepe düzlüklerinde inşa edilen kilise merkezli manastır kuruluşlarıyla sürdürmüştür [194]. Kent'e kimlik kazandıran biçimleniş tepe ve yamaç yerleşimlerinin sarnıçlar ve istinat duvarlarından oluşan kademelenmenin etkin kullanımına dayanır. Sonraki dönemlerde, kent yeni yapı komplekslerinin, yeni işlevsel düğüm noktalarının ortaya çıkmasıyla sürekli değişime uğrarken genel dokusu korunmuş ve tekil öğelerin vurgularını arttıran homojen bir zemin oluşturulmuştur [184]. Kent'in arkeo-topografyasında yapıların katmansal dağılımını Dethier [138] ve Ülgen'i [131] referans alarak aktarmak mümkündür. Bu açıdan, ilk tepe üzerinde Topkapı Sarayı, Ayasofya Kilisesi, Sultan Ahmed Camii yer alır. Birinci tepeyi izleyen ilk vadi boyunca Saray'ın Surları ve Bâb-ı Âli uzanır. Yanık Sütun ve Nur-u Osmaniye Camii ikinci tepeye oturur. İkinci vadi; çarşıları ve hanları, Altın Boynuz yakınındaki Yeni Cami ya da Valide Sultan Camii ile bilinir. Bu ikinci vadinin en yüksek noktasında II. Bayezid Camii yükselir. Üçüncü tepede, Yangın Kulesi ve Süleymaniye Camii yer alır. Sırtı tümüyle geçen üçüncü vadide Valens Su Kemeri bulunur ve At Pazarı da buradadır. Dördüncü tepe üzerinde Fatih Camii yükselir. Beşinci tepede, Haliç Kıyısı'nda, Gül Camii ve Selimiye Camii bulunur. Altıncı tepede, Edirnekapi Tepesi'nde Tekfur Sarayı yükselir. Altı Mermer Tepesi olarak bilinen yedinci tepe ise yamaçlarıyla en geniş sahayı kaplamaktadır.

Kıyı bandı ve tepeler arasını bağlayan yamaçlar, Haliç ve Marmara Kıyıları'nda kentin fiziksel yapısının en belirgin ögesidir. Ayrıca, Suriçi'nde, yedi tepenin arakesiti, sırt niteliğinde eğimli yerleşme alanları oluşturmaktadır. Bu alanların fiziksel olanakları eğimli arazinin hidrojeolojik potansiyeli bağlamında ele alındığında, yamaçta kurulan yapının en düşük kot seviyesindeki mekânın zemindeki su ile etkileşim halinde olduğu görülür. Bu durumu kent lehine döndüren çözüm, kaide niteliğinde bir alt yapı ile esas mekânın yükseltmesine dayalıdır.

Tuncer [125] kentin silüetini gabari bağlamında yorumlar. Bu durum yamaç yerleşmelerinde yapıların yükseltilmesini sağlayan altyapı kuruluşunu silüete katkı açısından anlamlandırır. Mordtmann'ın [195] Bizans ve Osmanlı Dönemleri'ne ait tarihsel katmanlaşmayı çakıştırdığı harita üzerinde kentin tepe ve yamaç yerleşmelerinin oluşumunda tampon su katı/sarnıç kuruluşuna dayalı altyapı gelişimi belirgin biçimde izlenebilmektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3. 13 Tarihi Yarımada'nın arkeolojik-topografik planı; yolları, topografya eğrilerini ve kamu yapılarını içeren, dolayısıyla bu şekilde tepe üstü/yamaç yerleşmelerindeki katmanlaşmayı yansıtan 1892 tarihli harita [195]

İnşaat alanının özellikle bir tepe üzerinde seçildiği, Pantepoptes (Eski İmaret Camii) (Şekil 3.14c) ve Myrelaion Manastır Kiliseleri¹ (Bodrum Camii) (Şekil 3.14b) koşullarında olduğu gibi ana mekân bir altyapı üzerine inşa edilmiştir. Pantepoptes'in üzerinde bulunduğu tepedeki kaymayı engellemek amacıyla eteklerinde tonozlar inşa edilmiştir. Bir örneği de Hristos Evergetis'de (Gül Camii) görülen altyapıların başlangıç itibarıyla tam işlevleri belirsizken, zaman içinde bunlar sarnıç² ya da mezar binaları olarak kullanılmışlardır. Mangana Aziz Georgios ve Meryem Ana Peribleptos Kiliseleri'nde (Sulu Manastır) olduğu gibi uygulama sonraki yüzyıllarda Pammakaristos (Fethiye Camii ve Müzesi), Chora (Kariye Camii ve Müzesi) (Şekil 3.14a), Muhliotissa (Kanlı Kilise) gibi yapılarda da denenmiştir [196].

Osmanlı Dönemi Mimari Üslubu'nda da eğimli arazilerde fevkani kuruluşun sıklıkla tercih edildiği görülür. Öncül bir uygulama örneği; Topkapı Sarayı'nın inşa edilmiş ilk yapılaşma birimi, Çinili Köşk hava sirkülasyonu sağlayan bir altyapı ile desteklenmiştir (Şekil 3.14d). Dönem üslubunun ileri safhalarında Nur-u Osmaniye ve Laleli Camileri'nde (Şekil 3.14e,f) eğimi aşmak için yarı bodrum şeklinde fevkani işleyiş çözüm olmuştur. Ayrıca, Mesih Ali Paşa, Tercüman Yunus, Hacı Beşir Ağa, Bıçakçılar (Sofular), Piri Mehmet Paşa, Üskübi Çakırağa, Yayla Kamburu Mustafa Paşa, Pertevniyal Valide Camileri'nde bu anlamda, topografya koşullarına bağlı oluşacak yamaç suyuna fevkani duruşuyla karşı koyan tasarım yaklaşımı sergilenmiştir.

Tepe ve vadilerde arazi morfolojisinin kazı ve dolgular ile biçimlendirilmesi ve koşulların yönetilmesiyle yapıların/yerleşimlerin kuruluşu mümkün olmuştur. Yükseltilmiş/fevkani işleyişteki tampon kat kuruluşu, hem su denetimi etkinliğine katkıda bulunmaya, hem de kazı ve dolgu işleminin sonucunda esas giriş kotunun tesviyesine olanak sağlamıştır. Tüm bu değerler, kentin kıyı/yamaç/tepe üstü yerleşimi ayrımında düşey morfolojik çeşitlilik sergilediğini, su denetiminin salt yapı ölçeğinde tutulmadığını, hidrojeolojik açıdan altyapıda kentle bütünleşik kararlar bulunduğunu göstermektedir.

¹ Myrelaion Kilisesi'nin alt yapısında kiliseye bitişik erken Hristiyanlık Dönemi rotundasının içi Romanos Lekapenos'un sarayının da alt yapısını oluşturan tonozlu bir sarnıca dönüştürülmüştü [49].

² Kapalı sarnıçların şehir topografyasında bir fonksiyonu da üstlerindeki yapı için sağlam bir alt yapı oluşturmalarıdır. Üstteki binanın planının aynen tekrarlandığı "emprovize" olarak tanımlanan çok sayıda sarnıç Sultanahmet, Cağaloğlu, Beyazıt, Fatih, Haliç sırtları gibi; Bizans Dönemi'nde yoğun bir şekilde önemli yapılaşmaya sahne olan semtlerde yer almaktadır [89].

KOD	VAZİYET PLANI	PLAN	EN KESİT
BY1 - (534) Chora Kilisesi [Kariye Müzesi+Camii]			
BY1 - (929) Myrelaion Kilisesi [Bodrum Camii]			
BY1 - (1087) Pantepoptes Kilisesi [Eski İmaret Camii]			
OF1 - (1472) Topkapı Sarayı Çinili Köşk			
OF1 - (1748-1755) Nur-u Osmaniye Camii			
OF1 - (1760-1763) Laleli Camii			

R: Rakım B: Batimetri

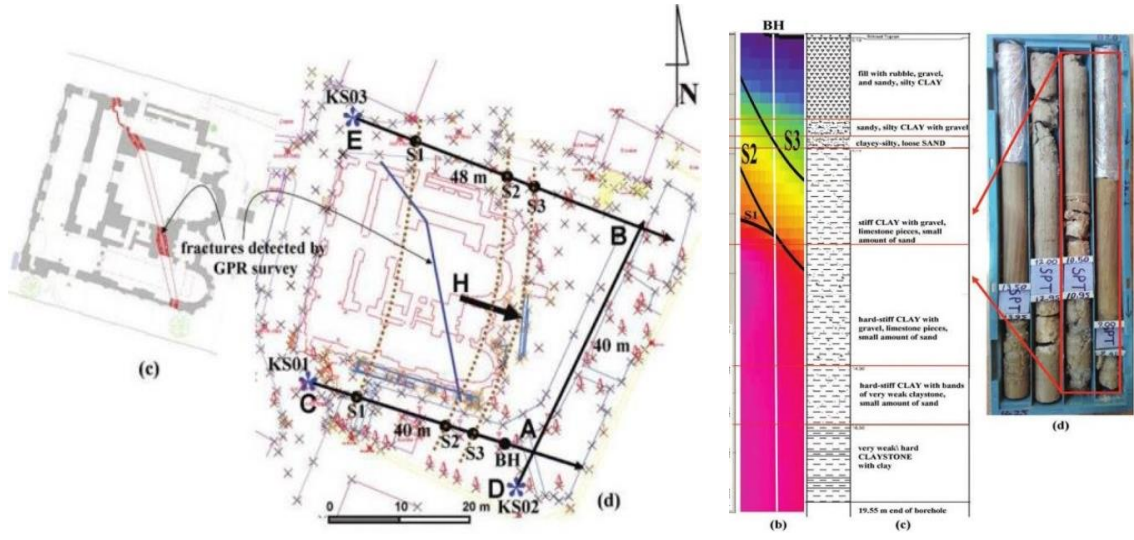
Şekil 3. 14 Eğimli arazilerdeki yapılarda esas giriş kotunun kuruluşu
Rölöve kaynakları; a:[183], b:[166],[197], c:[166], [177], d:[169], e:[96], [69], f:[198].

3.2.2 Zemin Niteliği

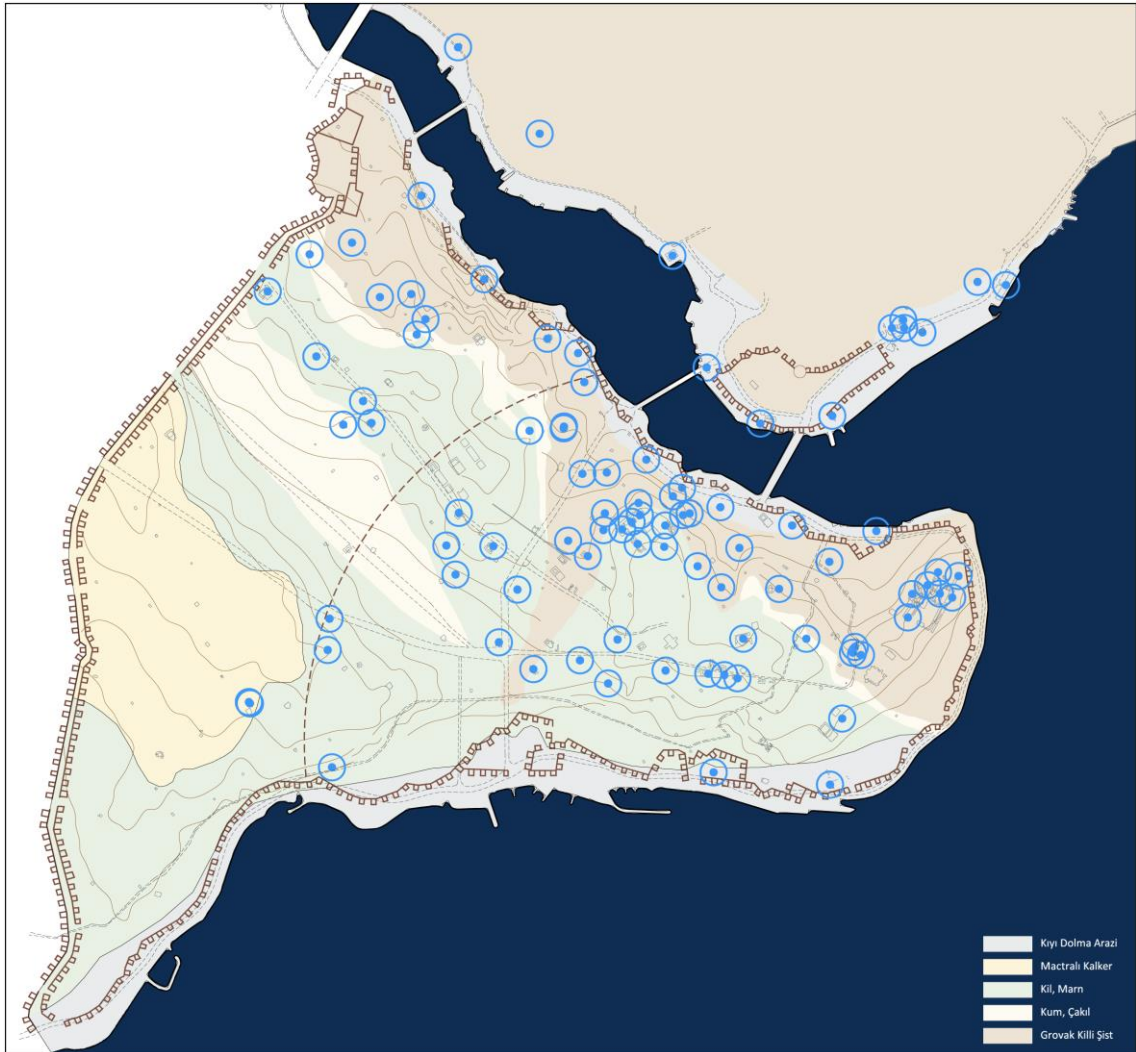
Mevcut jeolojik kesitlere bakıldığında tarihi yapıların maktralı kalker, kil, marn, kum ve çakıl, gravak, killi şist zemin formasyonları üzerinde kurulu olduğu görülür [34], [133]. Her türlü zeminde belli oranda su bulunsu da bazı profil türevleri tanecik yapısı ve porozitesi sebebiyle farklı su emme kapasitesine sahiptir. Silt ve kil türü zeminlerde boşluklar içindeki suyun varlığı mukavemette etkindir. Suyun miktarına göre, killi zeminler “akıcı” halden “katı” hale kadar değişken davranış gösterir [27]. Kil; kuruma sonucu büzülme, su emme sonucu şişme hareketi yapar. Dolayısıyla, killi toprakta hacimsel değişimleri engelleyip, stabil zemin koşullarını sağlamak önem kazanır. Bu niteliğe sahip alanlarda yapıların tampon su katından oluşan taban üzerinde yükseltilmesi yoluyla hacim farklılıkları alt seviyelere indirgenerek, su eklendiğinde veya eksildiğinde zeminin suya doygunluğunun sabit tutulmuş olması olasıdır.

Zemindeki baskın kil içeriği ve jeoteknik verilere göre sıvılaşma potansiyeli belgelenmiş fevkani yapılar arasında Chora Kilisesi (Kariye Müzesi) bulunur [199] (Şekil 3.15a). Onarım amaçlı müdahalelerde drene edilen sarnıcın, gelişen denge sorunları dolayısıyla tekrar su ile doldurulması aranan cevapları barındırır. Osmanlı Dönemi yapı teknolojisinin en yüksek mertebelere ulaştığı dönemde, kil zemin formasyonunda inşa edilmiş yapılara rastlanılır. Nur-u Osmaniye ve Laleli Cami’lerine bu açıdan bakıldığında Lâleli Camii sondajları; yapının -13m derinlikte gravak ve killi şistlerin üzerinde bulunduğunu, Nur-u Osmaniye Camii sondajları; zeminde killerin altında kumlar, daha alttan -20.50m derinlikte de ayrılmış killi şistler ve -22m de sağlam killi şistler çıktığını belgeler. Yine metro sondajları aracılığıyla dolma toprağın kalınlığının Nur-u Osmaniye Camii avlusunda 7.60m olduğu anlaşılmıştır [34]. Her ikisinin de fevkani olarak çözümlendikleri görülür.

Zemin içeriğinin anizotrop dağılımının yanı sıra, yapı oturum alanı içerisinde suyun heterojen dağılımı da anormali oluşturup, nitelikli detay çözümleri gerektirmiştir [22]. Soteros Kilisesi (İncili köşk) Soteros/Kumluca Ayazması [163] üzerine tampon bir su katı aracılığıyla oturtulmuştur. Ayasofya ve Aya Eirene Kiliseleri’ndeys (Ayasofya ve Aya İrini Müzeleri) heterojen zemin profili oluşturan su kaynağını denetlemeye yönelik kuyu uygulaması dikkat çekicidir. Kent genelinde, suyun aşındırıcı etkisine açık her türlü zemin profilinde yapıların tampon bir kat üzerinde yükseltildiği görülür (Şekil 3.15b).



a-Bir örnek olarak Chora Kilisesi (Kariye Camii) zemin profili [199]



b- Yükseltilmiş-fevkani yapıların dağılımının zemin nitelikleri ile çakıştırılması
Plan kaynakları; zemin nitelikleri:[34]

Şekil 3. 15 Farklı zemin niteliklerine sahip alanlarda esas giriş kotunun kuruluşu

3.2.3 Yapı İşlevi

Nemin belli oranlarda tutulmasını gerektiren mekânsal işlevler; ambar, depo, kütüphane vs. gibi yapılarda nitelikli su denetim çözümü oluşturulmuş ve bu durum düşey morfolojik kuruluştaki belirleyici olmuştur. Yapı işlevine dayalı bir çerçevede, fevkani işleyişte yükselen katın daha fazla ışık almaya ve havalandırmaya olanak sağlamış olması mümkündür. Yıldız buluntuların ışığında [117]; eskiçağ kütüphanelerinde birden çok katın mevcut olduğuna, bu üst katların kitap depoları olarak kullanılmış olabileceğine değinir. Yazma eserlerin nemden korunması için kitaplık birimini toprak seviyesinden yükseltmeye dayalı türlü çarelere, her dönemde başvurulmuştur. Bu açıdan, Bizans Dönemi'nde eğitimin mekânsal pratikleri için bazı kiliseler meşru sahneler ortaya koyar¹. Khalkoprateia Kilisesi (Acemağa Mescidi), Sphorakiou Kilisesi (Vefa Kilise Camii), Aziz Nikolaos Kilisesi (Kefeli Mescidi) gibi yapılara bakıldığında giriş kotunun doğal zemin kotuna göre yükseltilmiş olması bu açıdan olası su denetim arayışını yansıtır.

Osmanlı Dönemi Kültür Mirası üzerinden bakıldığında, eğitim yapıları; medreseler, kütüphaneler, darülmurralar fevkani çözümlerin etkin olarak kullanıldığı başlıca yapı türleridir. İstanbul medreseleri içinde fevkani yapı nispeten azdır². Tamamen fevkani olarak inşa edilmiş tek medrese Vezneciler' deki Cedid Seyyid Haşan Paşa Medresesi'dir [200]. Gazanfer Ağa Medresesi gibi tahtani işleyişteki eğitim yapılarında drenajın, yine, kuyu ile desteklendiği görülür. Aynı üslup arayışı kütüphane kuruluşlarına da yansımıştır. Murat Molla, Atıf Efendi, Recai Mehmet Efendi, Hekimoğlu Ali Paşa, Topkapı Sarayı III. Ahmed Kütüphaneleri fevkani düzende kurulmuştur. Yavuz Selim, Şehzadebaşı, Rüstem Paşa, Bayrampaşa, Bayezid, Sinan Paşa, Feyzullah Efendi, Ekmekçizade Ahmet Paşa Medreseleri ve Köprülü, I. Mahmut Kütüphaneleri ise tahtani işleyiş düzenindeki yapılara örnek sayılabilir.

¹ Magdalino [165]; bu yapıların eğitim işlevine sahip oluşunu Khalkoprateia (Acemağa Mescidi) ve Sphorakiou (Vefa Kilise Camii), Blakhernai Kiliseleri'nin bünyesinde hukuk okulu barındırması ve idari işlerine profesör atanması ile açıklar. Bir diğer yapı, Kefeli Mescidi'nde (Aziz Nikolaos Kilisesi) ise yazma eser üretimi yapılmıştır.

² Sultan Ahmed, Ayasofya, Cafer Ağa, Mirzeban Sultan, Kemankeş Kara Mustafa Paşa, Papaszâde Mustafa Çelebi, Dülgerzâde Hoca Şemseddin Efendi, Kazasker Hasan Efendi Medreseleri'nde hem tahtani, hem fevkani odalar vardır [200]. Bunlar haricinde, Atik Ali Paşa, Amcazade Hüseyin Paşa, Ankaravi Mehmed (Hoşkadem) Medreseleri, Zeynep Sultan Sıbyan Mektebi fevkani niteliği ile bilinir.

3.3 Etkin Su Denetim Kararlarının Belirlenmesi

Bir önceki başlıktaki morfolojik analiz yapılaşmanın toprak üstü, düşey karakterini ortaya koymaktadır. Bu açıdan oluşan niteliksel çeşitlilik, fiziksel çevre koşullarının bütünlük gösterdiği alanlarda altyapı kurgusu açısından karşılaştırmaya açıktır. Kent genelinde, esas giriş kotunun belirlenme biçimi bu anlamda yorumlandığında, ayrıcalıklı su denetimi gerektiren alanlarda fevkani/yükseltilmiş işleyişte, hava deposu niteliğinde tampon kat üzerinde yükselen yapılar dizisine ulaşılır. Fevkani kuruluştaki yapılar ise, etkin su denetim kararlarının oluşumu bağlamında ortak tasarım değerleri bulunur; bu katın yerini tutacak, su tablasıyla doğrudan etkileşimli hidrolik donanım bileşenlerinin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Tüm bu yöntemlerin su denetimindeki etkinliğini yansıtan nitel sonuca morfolojik çeşitlilik ile kararlar arasındaki bağlantının sentezi yoluyla ulaşmak mümkündür.

3.3.1 Arazi Kullanım Organizasyonları

Kentlerin evriminde, suyun yönetilmesi “tabiatın mimariyle dönüşümü” ile neticelenmiştir. Arazi kullanım kararlarında kent kimliğinin bir parçası olarak karşımıza çıkan “kademelenme”; topografya koşullarına yapılan müdahale zemin erozyonuna mani olan istinat duvarı, set, teraslama gibi sınırlayıcı düzeneklerle ilgilidir. Ayrıca, hidrojeoloji paradigmasının çevresel ölçekteki temelleri, peyzaj planlama kararlarına yansıyan yönü ile dikkat çeker. Ağaçlar su emilimini kökleri aracılığıyla gerçekleştirir; türü, konumu, adedi itibarıyla zemin iyileştirme eylemini destekler. Bu yüzden yeşil alanların varlığı suyun mecrasını etkiler niteliktedir. Tüm bu kentsel planlama kararlarından suya duyarlı, risk önleyen yaklaşım okunabilmektedir.

3.3.1.1 Kentsel Kademelenme

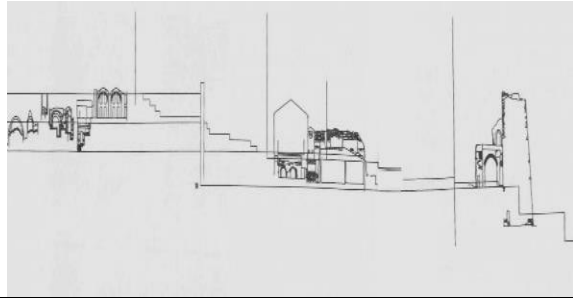
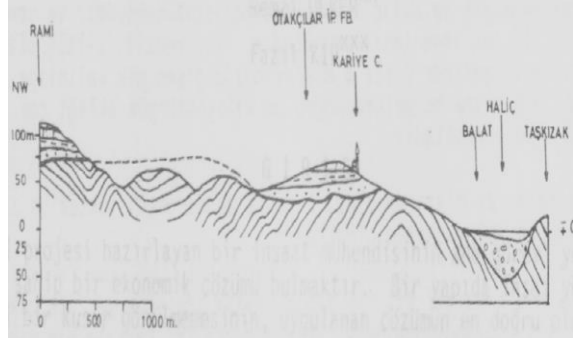
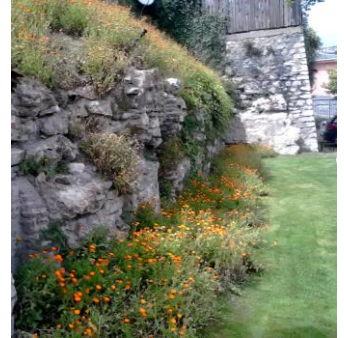
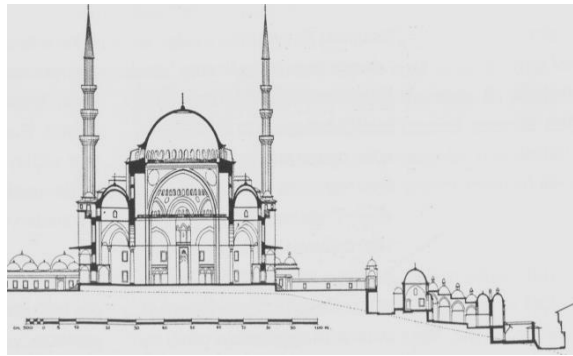
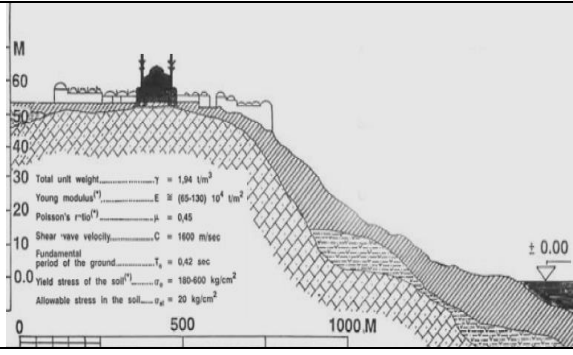
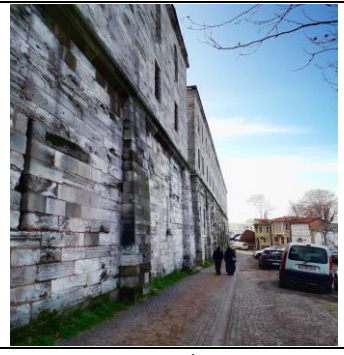
Tek defada aşılacak sarp eğimli arazilerde yamaç suyu tesiri ve yamaç kayması olasılığı düşeyde parçalanma/süreksizlik oluşturulma yoluyla dengelenebilmiştir. Çözüm olarak geliştirilmiş yere has uygulamaların, silüette ve yapılaşmada karakteristik kentsel dokuyu tanımladığı ve tamamladığı görülür. İstinat duvarları; teraslama ve setlemenin aracı olmuş, böylece geniş hacimli kamusal yapıların kuruluşunu olanaklı kılan düz yüzeyler elde edilebilmiştir.

Kent geneline bakıldığında, yamaç meylinin ve boyutunun sadece tampon katlar/su katları ile sınırlandırılmadığı görülür. Tek defada aşılması zor yükseltiler düzeyde setler ile kademelere parçalanmıştır. Teraslar ve setler bu anlamda tümevaran parçalı düzenin bileşenleridir. Böylece, temel altındaki toprağın erozyonunu engelleyen set kurulabilmiştir. “Merdivenleme”nin yapısal katkısı altyapının şehrin topografik koşullarına uyumunu kavramayı sağlar. Örneğin, Büyük Saray’ın konumlandığı alan şehrin yapılı çevresinin dönüşümü için gerçekleştirilen çok aşamalı yatırımı temsil eder [201]. Bizans Büyük Saray alanına ait teraslar üst ve alt teras olmak üzere kontur haritasında okunaklıdır. Ana teraslar kendi içerisinde yaklaşık 5m aralıkla üç ayrı terasa bölünmüştür [202].

Benzer bir yaklaşım, Osmanlı Dönemi Üslubu’nda, Topkapı Sarayı’nın oturma alanında, yapının eğim ile kesişiminde karşımıza çıkar. Saray’ın üzerine yerleştiği plato doğu ve batıya sert meyillerle inmekte, fakat kuzeye doğru meyil yumuşamaktadır. Bu arazi profili ve eski Akropol’den bu yana kalmış olabilecek temeller yerleşme planını etkilemiş olmalıdır [101]. Kütlelerin gelişimi altyapıdaki izleri tamamlayacak düzende, morfolojiye ve hidrojeolojiye uyum sağlayacak şekilde gelişir. Saray’ın avlularını meydana getirebilmek için, Harem’in oturduğu alanda istinat duvarı niteliğindeki Harem binaları olmasa gerekli düz alan elde edilemezdi [203].

Kentin tarihsel topografyasındaki katmanlılıkta, kentsel kademelenme bütünleştirici rol oynar. Engelibeli arazilerde, oturma alanı elde etmenin ve topografyanın doğal yapısına uyum sağlamanın Mimar Sinan’ın uygulamalarıyla bir üslup haline dönüştüğünü görülebilmektedir. Süleymaniye Külliyesi bu anlamda “yer” ile uzlaşmanın tipik örneğidir. Jeolojik ve hidrojeolojik koşullara uyum tonozlu temellerin setler halinde Haliç yönünde kademelenmesi ile sağlanmıştır. Büyük bir payanda duvarı yapmak koşulu ile elde edilen alan sadece cami ve türbelerin ihtiyacını karşılamamıştır. Çevredeki bütün yapılar değişik teraslara oturmaktadır. Evliya Çelebi Haliç’e inen yamaç üzerindeki bütün yapıların Süleymaniye’ye taban oluşturduğunu söyler, kademelerin bir bakımdan Süleymaniye’nin temelleri olduğu yorumunu getirir [101].

Benzer kademelenme ile kent ile bütünleşen daha birçok yapı bulunmaktadır (Şekil 3.16). Eyüp Zal Mahmud Paşa, Üsküdar Atik Valide Sultan, Kadırga Sokollu Mehmet Paşa Külliyesi bunlardan bazılarıdır.

ÇEVRESEL T.	KENTSEL KADEMELENME	
İSTİNAT DUVARLARI İLE KADEME KURULUŞU		
	a- Büyük Saray ile bağlantılı olarak gelişen istinat duvarları ve setlerle işletilmiş kademelenme [204]	b-Kademede kullanılan istinat duvarının tonozlarla kesişimi
SARNIÇLAR İLE KADEME KURULUŞU		
	c-Chora Manastırı'nın (Kariye Camii) oturduğu yamaç ve sarnıçlara dayalı kademelenme [205]	d- Manastır alt kotunda sarnıç ile kurulan taban
TONOZLAR İLE KADEME KURULUŞU		
	e- Süleymaniye Camii'nin Haliç yönündeki tonozlu temel düzenlemesi [97]	f-Tabhane, İmaret ve Darüşşifa altındaki tonoz örtülü kademe
		
	g- Süleymaniye Camii zemin durumunu gösteren jeolojik kesit [206]	h- Tabhane, İmaret ve Darüşşifa tahtani kat seviyesi

Şekil 3. 16 Kentsel kademe kuruluşları ile su denetimi

3.3.1.2 Peyzaj Planlama

Suyun yönetilebilmesi için ilk gereklilik suyun nerede olduğunun tespitidir. Peyzaj öğeleri diğer niteliklerinden önce, suyun varlığını algılama amacıyla kullanılmış bir araçtır¹ (Şekil 3.17a). Osmanlı Dönemi'nde, ağaçların işlevsel yönü lejantlara dönüştürülmüş haliyle suyolu haritalarından okunur. Suyolu haritalarında kullanılan bitki ve ağaç sembolleri dekoratif olmayıp suya doymun alanları işaretleme amacıyla kullanılmıştır² (Şekil 3.17b) [207]. Ağaçlar; türü ve konumu itibariyle bulunduğu çevrenin su denetim etkinliğini yansıtmaktadır. Su ve neme duyarlı ağaç köklerinin yeraltı suyuna yönelimi sayesinde suyun emilimi gerçekleşmektedir (Şekil 3.17c,d). Zeminin en üstteki tabakası yüzeysel toprak olup, bitki köklerinin uzandığı bölgedir. Su muhtevası en çok azalıp çoğalan katman da bu bölgedir [208]. Yüzey suları süzülme yoluyla su tablasına inerken, peyzaj öğeleri suyun toprak katmanları içerisindeki ilerleyişine bariyer oluşturur. Bu durum toprağın erozyona uğramadan yerinde kalmasını sağlar. Temel altındaki sıkışan tabakanın geçirgenliği azaldığından ötürü yeraltı su seviyesi yükselse de artık önceki gibi temel altındaki boşluk suyunun deprem sırasında binayı tehlikeye sokamayacağı öngörülebilir [209].

Tarihsel topografyada, kentsel ölçekte yapılmış yeşil alan zonlamaları bu bakımdan dikkat çekicidir. Örneğin Topkapı Sarayı'nın eteklerinde yeşil alan olarak ayrılmış Gülhane Parkı ve Mangan Sarayı'nın bulunduğu alan mikrobölgeleme haritalarında [133] sivilaşma potansiyeline sahip görünmektedir.

¹ Antik çağlarda suya ulaşmanın arayışında bitkiler kullanılmış, sonuçlar basit ve sabit somut bulgulara dayandırılmıştır. Bitkiler, köklerinde toplanan su yoğunluğu sayesinde gelişir. Bu sebepten ötürü, bazı bitki türlerinin ölçüm yapılan zeminlerde tutunması, tanımlı kök derinliğinde yeraltı suyunun varlığına işaret etmektedir. Akdeniz'de bu bitkiler, incir ağacı, biberiye çalısı, böğürtlen ve yüzey yosunundan oluşmaktadır. Kökü yaklaşık 9m uzunlukta olan bir tür yoncanın sıklıkla su aramada kullanıldığı Antik Yunan kayıtlarına geçmiştir [210], [211].

² Fatih-Ali Emîri Kütüphanesi'nde bulunan "Pınarname" adlı suyolu haritasında, suyolu mavi ile toprağı gösteren kısımlar ise kahverengi ile ifade edilmiştir. Harita üzerinde görülen yeşillik ve kırmızı çiçeklerin, dekoratif olmayıp, bazı mevkileri tanımladığı anlaşılmaktadır [207]. Suyolu haritalarında teknik yapıların yanı sıra isale hatlarının geçtiğı yerlerdeki bazı yerleşimler de detaylı olarak işlenmiş, yer şekilleri ve yer yer bitki örtüsüne yönelik ipuçları dahi resmedilmiştir[146]. Haritalarda görülebildiğı üzere, bitkilerin ve ağaçların sulak arazilerde, lağım ile kesişen alanlarda, eğimli bölgelerde kullanılmasına bağılı olarak farklılıklar bulunmaktadır.

Bir başka örnekte, Dolmabahçe Sarayı'nın Maçka tarafına çınar ağaçları dikilmiştir. Aynı tür çınar ağaçları Çırağan Sarayı'nın yol tarafında bulunmaktadır. Sarıyer Bahçeköy Su Kemerinin dolguya oturan ve suya doymun olan tarafında çınar ağaçları dikilmiş fakat dolgu olmayan, sert zemine basan tarafta ağaç dikilmemiştir [212].

Su denetimi sağlayan nitelik, bitki ve ağaç türlerini zemin iyileştirme eyleminin bir parçası haline getirmektedir. Suyu yönetme vasfına sahip bir peyzaj öğesinin kaldırılmasının sonuçları zemin ve yapı stabilitesine yansır. Yapıların civarındaki büyük ağaçların kaldırılması, zeminde su yükselmesine neden olur. Bu durum deformasyonlara sebep olan başlıca etmenler arasında tanımlanır [213].

Bitkisel örtünün karakteri suyun zemine sızmasında ve orada korunmasında etkilidir. Osmanlı Dönemi'ne ait bir müdahale örneğinde, bu defa sulak alanları korumak için ağaçların kullanıldığı görülmektedir. Belgrad Köyü'nün yanındaki, ormanın içinde, suların biriktirilmesi amacıyla kurulmuş büyük havuzlar vardır. Orman çok geniş ve sulaktır ve orada biriken suların yaz sıcaklığında kurumaması için ağaç kesimi engellenmiştir [163]. Tüm bu örnekler, bitki ve ağaçlardan oluşan peyzaj öğelerinin yeraltı suyu bilinci ile kullanımına işaret etmektedir.

ÇEVRESEL T.	PEYZAJ PLANLAMA	
YEŞİL ALAN KARARLARI İLE SUYU YÖNLENDİRME		
	a-Su tespitinde kullanılmış bir tür yonca kesiti [211]	c,d-Temel açmasının ortaya çıkardığı drenaj ile bütünleşen peyzaj [212]

Şekil 3. 17 Peyzaj kararları ile su denetimi

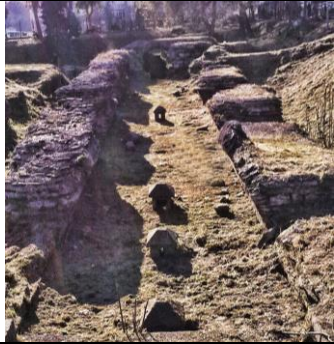
3.3.2 Hidrolik Donanım Bileşenleri İşleyişi

Kentsel katmanlaşmadaki düşey morfolojik çeşitlilik risk yönetim biçimleri üzerinden ele alındığında, mevcut hidrolik donanım bileşenlerinin fayda değerleri anlam kazanmaktadır. Yeraltı suyu akış ağı üzerinde etkili dört ana su yönetim elemanı bulunur. Fevkani çözümlerde su seviyesindeki değişimleri dengeleyen, suyun düşeydeki ilerleyişini kesen bariyer niteliğinde “baza” sarnıçlar aracılığıyla kurgulanmıştır. Hem tahtani hem de fevkani çözümlerde kanal, galeri ve kuyu uygulamalarına rastlanılır. Kanallar aracılığıyla suyun toplanması ve yapıdan uzaklaştırılması sağlanıp, suyun tek bir noktada birikmesini engelleyen hareketli bir düzenek kurulmuştur. Böylece yeraltı su seviyesini düşürmek ve basınçlı su etkisini kesmek mümkün olmuştur. Galeriler, kanallardan farklı olarak ayrıca hava sirkülasyonuna da katkıda bulunmuştur. Boşluk suyu basıncının düşürülmesiyle birlikte, yeraltı suyunun kapiler ilerleyişi de engellenmiştir. Tüm bu hidrolik donanım içinde yeraltı suyu ile etkileşimli tek bileşen kuyudur. Bu işleştten ötürü, yeraltı suyu seviyesindeki alçalma ve yükselmeler gerektiği şekilde karşılanabilmektedir. Bileşenlerin yeraltı suyu dengesine katkısını ayrı kalemelerde irdelemek, ayrıcalıklı drenaj çözümü gerektirmiş alanlarda hidrolik donanımın su denetimindeki etkinliğini belirlemeye olanak tanıyacaktır.

3.3.2.1 Tampon Su Katı/Sarnıçlar

Döşemenin toprak ile temasında oluşabilecek su ve nem sorunlarına çözüm getirmenin bir yolu “su katı” oluşturulmasına dayalıdır. Sistemin ilksel örnekleri Eski Anadolu Uygarlıkları ile tarihlendirilir¹. Usman [214]; bu çözümü “zeminin altında döşemeyi rutubetten muhafaza etmek maksadıyla bırakılmış boşluk” olarak tanımlar. Yeterli derinliğe ulaşan sarnıç, yeraltı suyu akiferi ile kesişiminden beslenir [215]. Sarnıçlar kanallara, galerilere ve en önemlisi direkt zemine açılarak su ile beslenen depolardır. Sarnıçların zemin ile etkileşimi suyun biriktirilmesi açısından önemlidir. Döşemenin süzölmeye imkân verecek gözeneklilikte olmasına bağlı olarak su ve hava rahatlıkla galeriye dolar ve toprağın rutubeti havalandırmayla bertaraf edilir (Şekil 3.18).

¹ MÖ 1700'lere dayanan uygulama; yapı içinin hava ile doldurulması amacıyla yapılmaktaydı. Bu nedenle, mekân tabanında yerin havasını rahat atabilmesi için yürünen zemin oluşmamasına dikkat edilmiştir [8].

S.Y. ELEMANI	MENFEZ İLE HAVALANDIRMA	PENCERE İLE HAVALANDIRMA
DEPOLAMA SU TABLASINDAKİ DEĞİŞİMLERİ DENGELEME HAVA AKIŞI SAĞLAMA		
	a-Polyeuktos Sarnıcı	b-Seferikoz Sarnıcı

Şekil 3. 18 Tampon su katlarının/sarnıçların su denetimine katkısı

Toprağın mukavemet değerini boşluk suyu basıncı belirler. Yeraltı suyunun alçalıp yükselmesi tekrarında zeminde nemli hava sıkışır. Zemin taneleri arasındaki nemli hava su kristallerine dönüşerek boşlukların su ile dolmasına neden olur [8]. Artan nemin tahliyesi için gerekli hava sirkülasyonunu sağlayan yöntemlerden biri, döşeme ile toprak arasında tampon kat ile havalandırma boşluğu bırakılmasına dayanmaktadır. Bu mekânların hava akışı pencereler, kuranglezler, kuyu ve galeriler ile desteklenmiştir.

Çoğu zaman sarnıç olarak işlevlendirilen tampon kat bazen mahzen, depo gibi ikincil işlevlere ayrılmıştır. Tampon katın, sarnıç olarak kullanılmadığı uygulamalarda da söz konusu mekân havalandırmaya katkıda bulunmaktadır. Bu mekânlarda, döşeme kaplamasının gözenekliliği sayesinde havalandırma yoluyla boşluk suyu basıncı düşürülebilmektedir. Okumuş [216]; tarihi yapıların açık alan düzeninde ilave edilen çim kaplamanın veya tahtani döşeme kaplama işleyişine yapılacak müdahalelerin hava akışını durdurduğunu uygulama örnekleriyle vurgular.

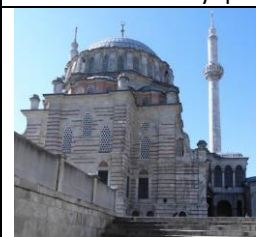
Bu mekânların hangi amaçla kullanıldığı, araştırmacılar tarafından detay çözümlerine bakılarak ayırt edilmektedir¹. Su basıncına karşı sarnıç köşelerinde pah yapılmıştır [217]. İç köşelerin pahlanmış olması, sarnıcın başlangıçtan beri su toplama amacıyla tasarlandığını gösterir [218].

¹ Sarnıçların plan kurgusu ve detay çözümleri sızıntıları ve su basıncı oluşumunu engelleyecek şekilde düzenlenmiştir. Bazı sarnıçların içerisinde kuyu ilavesiyle olası su tablası taşkınları dengelenmiştir. Sarnıçların taban seviyesine dek boşaltılabilmesi tahliye kanallarının en alt seviyede bulunmasını gerektirmiştir [219].

Ayrıca su ile etkileşimde tepkimeye giren yüzey kaplamalarının hidrolik niteliğinin ayırım oluşturulduğu görülür. Puzolanik agregalar kireç ile reaksiyona girerek harç ve sıvaların nemli ortamlarda hattâ su altında da sertleşmesini sağlamaktadır [82]. Sarnıçların döşeme ve duvarlarının belli oranda hidrolik sıvayla kaplandığı görülür.

Altyapının su ile beslenmesi, deprem esnasında yapı mukavemetine ayrıca katkı sağlar. Sarnıçlar; yeraltı suyunun yükselmesini geciktirerek, deprem etkilerinin geçmesinden sonra suyu temel alt katmanlarına ulaştırmakta, depremin ilk vuruntularından temel zeminini korumaktadır [6]. Bu mekânlarda biriken su, zeminin daima ıslak tutulmasının, daha alt seviyedeki ahşap elemanların sürekli olarak su içinde kalmasının -dolayısıyla bozulmamasının- teminidir. Altyapı döşemelerini taşıyan kolon grupları, oluşturduğu homojen kabuk ile sarsıntıları karşılama ve stabilize etmesi bağlamında yapıları depreme karşı güçlü kılmaktadır [218].

Sarnıç veya birbiriyle bağlantılı sarnıçlar silsilesi topografya koşullarının biçimsel ürünüdür. Yamaçların tesviyesi yoluyla tepeler sarnıçların kuruluşu için uygun hale getirilmiştir [220]. Sarnıçlar, kentin muhtelif yamaçlarına dağılmıştır. Bir örnek kentin ilk kurulduğu bölgeye denk gelir; Akropol Tepesi'nin bulunduğu düzlükten denize inen meyilli arazi üzerine pek çok bina yapılmıştır. Binaları oturtabilmek için meyilli arazi sarnıçlarla teraslanmıştır [221]. Topkapı Sarayı'nın bulunduğu bölgede Bizans Dönemi'nden günümüze ulaşan kapalı sarnıç sayısı, varlığı bilinip inilemeyen ya da sonradan kapatılmış sarnıçlarla birlikte 40'ı geçmektedir. Şehrin diğer bölgelerindeki sarnıçlarla birlikte İstanbul'da bilinen kapalı sarnıç sayısı 70'i bulmaktadır [222]. İstanbul Kent Arkeolojisi'nde bulunan sarnıçlar hakkında, birbirini tamamlar nitelikte birçok araştırma bulunmaktadır. Kentte yer alan 40 adet sarnıçla ilgili ilk ve en detaylı çalışma 1893 yılında Forchheimer ve Strzygowski tarafından [111] yapılmıştır. Bayraktar tarafından 1992 yılında yapılan çalışmada [223] Topkapı Saray Müzesi'nde bulunan arşiv belgeleri aracılığıyla içinde su olmayıp, iplikçi/yorgancı olarak kullanılan 22 adet altyapının varlığına değinilmiştir. 2013'de Altuğ [114] tarafından yapılan çalışmada Tarihi Yarımada'da bulunan, 158 adet Bizans Dönemi sarnıcının tam bir kataloğu oluşturulmuştur. Tüm bu literatür altyapısı üzerinden su denetim etkinliğinin yorumlanabilmesi için, analiz aşamasında değinilen tampon kat kuruluşları bu bağlamda işlevleriyle birlikte tekrar ele alınmıştır (Şekil 3.19).

TAMPON KAT/SU KATI İŞLEVİ		TAMPON KAT/SU KATI İŞLEVİ	
			
a- BY2- (408-450) Khalkoprateia Kilisesi Altyapı işlevi: ayazma+vaftizhane		g-OF1- (1578) Sokollu Mehmet Paşa Camii Altyapı işlevi: depo+dükkan	
			
b- BY1- (408-450) Bukoleon Sarayı Altyapı işlevi: sarnıç		h-OF3- (1703-1730) III. Ahmed Kütüphanesi Altyapı işlevi: depo	
			
c- BY1- (867-886) Aya Theodosia Kilisesi (Gül C.) Altyapı işlevi: Mahzen+kayikhane		i-OF3- (1748-1755) Nur-u Osmaniye Camii Altyapı işlevi: sarnıç	
			
d- BY2- (929) Myrelaion Kilisesi (Bodrum Camii) Altyapı işlevi: sarnıç		j-OF3- (1760-1763) Laleli Camii Altyapı işlevi: çarşı+sarnıç	
			
e- BY2- (1087) Pantepoptes Kilisesi (E.İmaret C.) Altyapı işlevi: sarnıç		k-OF1- (1809-1813) Hidayet Camii Altyapı işlevi: su hazinesi	
			
f- OF2- (1553) Kapı Ağası Mahmut Camii Altyapı işlevi: sarnıç+depo		l-OF1- (1853-1854) Büyük Mecidiye Camii Altyapı işlevi: depo	

Şekil 3. 19 Tampon su katı uygulaması çeşitliliği

3.3.2.2 Kanallar/Galeriler

Yapı içinde, hidrolik donanım bileşenleri arasında ve yerleşme bütününde su yönetim ağı bağlantısının esas bileşenleridir. Kanalların, sistemin işleyişine katkısı suyu toplamaya ve dağıtmaya dayanmaktadır. Yeraltı su seviyesini düşürmek veya belli bir seviyede tutmak basınçlı su etkisini kesmeyi sağlamaktadır. Yapının etrafını kanallar aracılığıyla sarma her devirde etkin kullanılan drenaj uygulama yöntemidir. Yüzey sularının toplanması zemindeki lokal sızmaları en aza indirmektedir (Şekil 3.20a,b). Yerleşimlerde duvarları delerek geçen kuyu kanalları komşu binanın drenaj sistemi ile bağlanarak suyu yol kenarındaki bir kanala ya da bir sarnıca ya da hemen her sokakta bulunan çeşme deposuna boşaltmışlardır [4]. Suyun biriktirme amacıyla depolama hacimlerine aktarılması veya deşarj amacıyla deniz, dere gibi hareketli su kaynağıyla birleşmesi yoluyla su döngüsünde süreklilik sağlanmıştır (Şekil 3.20c).

S.Y. ELEMANI	AÇIK KANAL UYGULAMA ÖRNEĞİ	KAPALI KANAL UYGULAMA ÖRNEĞİ
SUYU TOPLAMA DAĞITMA		
	a-Pantokrator Manastırı (Molla Zeyrek C.)	b-Süleymaniye Camii İmareti
		
	c- Osmanlı Dönemi Ortaköy Dereiçi'ne ait plan üzerinde yer alan, kuyu ile başlayıp sonlanan kanallarla, ada bazında çözümlenmiş drenaj hattı [224]	

Şekil 3. 20 Kanalların/galerilerin su denetimine katkısı

Kanallar aracılığıyla, suyun tek bir noktada birikmesini engelleyen, hareketli bir düzenek kurulmuştur. Böylece su tablasının, yüzey sularından beslenmesi önlenmiştir. Eğimli arazilerde ise şevleri drene etmek amacıyla kurulan enine kanallar ile yamaç suyu tasfiyesi gerçekleştirilebilmiştir. Açığa çıkarılan kanal örnekleri bu bağlamda geliştirilmiş sürekli işleyişi yansıtmaktadır.

Kanallara üretim şekli açısından bakıldığında farklı coğrafyalarda fizik kurallarına ve malzeme olanaklarına bağlı olarak kanal oluşumunda tıkanmayı engelleme, onarım ve bakım kolaylığı sağlama arayışında, benzer detay çözümlerinin gelişim gösterdiği görülür. Su taşımanın üç yöntemi vardır: kesme taş kanallarla, kurşun veya pişmiş toprak borularla [61]. Bileşenlerin arasında bağlayıcı bulunsa da, bağlantı şeklini belirleyen biçimdir. Konik biçimli boruların sadece dişi-erkek bağlantı sistemi ile birleştirilmesi mümkün olmuştur [225]. Boruların üzerinde yer alan eliptik boşluk kesiti temizleme amacıyla kullanılmıştır [226]. Dehlizlerin bakımı, tamiri ve taşınan suların havalanmasına da imkân veren bacaların kullanılmasıyla gerçekleştirilebilmiştir [227].

Hem tahtani hem de fevkani işleyişte su ve nem tasfiyesi açısından geçerli çözüm yapı ve hatta bazen yerleşme genelinde kurgulanmış drenaj ağına bağlıdır. Kıyılarda, yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olması ve deniz suyuyla beslenmesi suya doymuş bir zemin profili ortaya çıkarır. Ayrıca, deniz dalgalarının aşındırıcı etkisi bu zeminlerde erozyona sebep olmaktadır. Bu durum yapı temellerinin veya kazıkların altının oyulması ile sonuçlanabilir. Taşıma gücü düşük, dolgu zeminlerde, suyun ilerleyişine kanal aracılığıyla set çekmek ise olabilecek en basit drenaj yöntemidir.

Bu durumun kusursuz işletilmiş örneği, Bizans Büyük Limanı sınırları içerisinde, Yenikapı Kilisesi'nde bulunur (Şekil 3.21a). Kilisenin oturduğu dolgu tabanın altının kum olduğu bilinciyle, yapının doğu ve batı kısımlarına yan cepheleri taş örülü, üstü ise taş kapaklarla örtülü bir kanal inşa edilmiştir. Böylelikle, yapının altını oyacak yağmur suyu bu şekilde alan dışına atılmıştır [63].

Yüzey suyu toprak içinde süzülürken, geçirimsiz zemin tabakasına rastladığında birikmektedir. Bu durumda, bulunduğu zeminin tüm gözenekleri dolduran ve sabit kalan su altyapı elemanlarına basınçla etkir. Çözüm olarak, birçok yapı arazisinde sızıntı sularını toplayarak uzaklaştırmak amacıyla çevre drenajı kurulmuştur.

Yapının tüm kenarlarını çevreleyen kanallar aracılığıyla yapı hafriyat sınırında kuru bir yüzey sağlanmış, lokal sızıntılar en düşük seviyelere indirgenmiştir. Suyun uzaklaştırılmasıyla, yapı elemanlarının aşınma ve bozulmaya uğramasının önüne geçilmiştir. Dış drenajın dolgu ile kapatılmış bir örneği kıyı yapısı Petros-Markos Kilisesi'nde (Atik Mustafa Paşa Camii) bulunur (Şekil 3.21c). Bu yapıdan 600 yıl sonra inşa edilen, Pantokrator Manastırı'nın (Molla Zeyrek Camii) 2016 yılı onarım açmaları, benzer şekilde yapının kaldırım genişliğinde çevre drenajıyla kuşatılıp, suyun beden duvarına yaklaşımının engellendiğini göstermektedir (Şekil 3.21b).

Yapı çevre drenaj kanalındaki suyun temas ettiği bileşende kılcallıkla ilerlememesi için detaylandırma ile havalandırılma koşulları sağlanmıştır. Beden duvarı içerisinde bacalar/oluklar ile denizlik ve çatı seviyelerinde çıkışlarına dayalı hava sirkülasyonu oluşturulmuş, aynı zamanda çatıda biriken yüzey suları su yönetim ağına aktarılmıştır. Polyeuktos Kilisesi'ne [228] ait drenaj-duvar birleşim detayı, kılcal suların düşey kanal vasıtasıyla tahliyesinin orthostat taşı seviyesine çekildiğini gösterir (Şekil 3.21d). Benzer şekilde, Gökçay'ın [51] türlü kazılarına dayalı veriler birçok Bizans yapısında, drenajın düşeyde de sürekliliğini sağlayacak şekilde tüm yapıyla bütünleşerek kurgulandığını doğrulamaktadır. Magnaura Sarayı (Merdiven Kulesi) örneğinde, duvarlar içindeki pişmiş toprak künklerin ortasına delik levha oturtulup, bu şekilde suyun dışarı taşması engellenmiştir. Burada, su taş kaplı ve horasan harçla sıvalı bir kanalla, ortada oluşturulan bir rögarda toplanılıp, doğudaki komşu parselde bulunan sarnıca akıtılmıştır. Ayrıca, bu mekânın güney duvarının altında bulunan kuyunun suyun bu kanallarla tahliye edilmemesi durumunda devreye girdiği yapılan araştırmalarda saptanmıştır. Sergios-Bachos Kilisesi'nde (Küçük Ayasofya Camii) ise kanallar pencerelerin içlerini, temel seviyesinde yapıyı dolaşmakta ve pencere altlarında bulunan toplama kanalları ile bahçedeki kuyuya aktarılmaktadır (Şekil 3.21e).

Suyun tahliyesini mümkün kılan bir diğer altyapı elemanı galeriler ise, kanallardan farklı olarak kesit yüksekliği sayesinde havalandırma olanağı sağlamaktadır. Galeriler, sadece su taşımak için fazlasıyla derin sayılabilecek bir boşluk, Streck'in tanımına göre yatayda ilerleyen kuyudur [229]. Galerilerin su yönetimine katkısı, suyu toplama ve dağıtma işlevleri haricinde havalandırmaya dayanır. Havanın ve suyun zemin katmanlarındaki ilerleyişi zeminin geçirgenliğiyle orantılıdır. Galeriler, genellikle çakıltaşı, siltli-kumlu

toprak veya taneli dolgu toprak içerisinde çözömlenmiştir [230]. Galeriler aracılığıyla ile oluşturulan havalandırma düzeneği, basıncı düşörmeye de katkı sağlamaktadır. Nemli hava zonlarının tasfiye edilip, temel ve altyapı elemanlarının kuru tutulmasıyla birlikte boşluk suyu basıncı düşörlölmüş, böylece, yeraltı suyunun kapiler sular ile birleşerek ilerleyişı engellenmiştir. Yapı tabanında ve çevresinde drenajlı yüzey oluşturulmuştur. Hava akışını desteklemek, böylelikle tıkanmayı engellemek için birçok bileşenin birlikte kullanıldığı uygulamalar bazı temel açmalarında görölür. Galeriler, yapıyı kısmen veya bir bütün olarak çevrelemekte, bu sebeple bazen yapı oturma alanı dışına açılmaktadır.

Suyu yapı tabanına iten kuvvetlerin başında, kılcallık yoluyla oluşın kapiler su emme potansiyeli gelir. Yapı temelının çevreye yayılımı, çoğunlukla üst yapı izdüşümü ile sınırlı kalmaktadır. Galeriler, drenajlı zemin niteliğini oturma alanının dışına taşıyıp, arazi sınırları bütününde, stabil zemin profili oluşturmayı mümkün kılmıştır. Bir örnek olarak; Hebdomon Hipojesi'nde mezarın iç ve dış duvarları arasında, binayı çepeçevre saran bir boşluk bulunmaktadır. Bu büyük bir olasılıkla rutubeti önlemek için yapılmıştır. İlgili yayınlarda, bu boşluğın izolasyon özelliğinin yanı sıra mezar odasını havalandırma işlevini taşıdığına değinilmektedir (Şekil 3.22a) [231].

Suya doymun zeminlerde bazı temel açmalarında galeri mevcudiyeti görölür. Aya Eirene Kilisesi'nin (Aya İrini Müzesi), 1974-1976'daki onarımlarında yapıyı rutubetten arındırmak için çevresindeki toprak dolguları kaldırılması [232] galeri sisteminin okunmasına olanak sağlamıştır (Şekil 3.21b). Galerinin, suya doymun zemin ile yapı beden duvarı arasında bariyer oluşturduğu görölmektedir. Galeriler, inşa edildikleri dönemin güvenlik koşulları açısından değeriendirildiğinde burada oluşın, insan geçişine elverişli boyutta, korunaklı yolların kaçış amaçlı ikincil işlevlerinin de bulunması olasıdır.

Osmanlı Dönemi Mirası üzerinden bakıldığında galeri uygulamalarıyla yine karşılaşılr. Süleymaniye Camii'nde çeşmelerden akan su, yer altına inşa edilmiş kanal sistemindeki borulara iletilir. Bu kanalların cami zemini hizasında şebekelerle kapatılmasıyla, iç mekânın serinletilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.22d) [74]. Düzenegin güncel işleyişinde, nem tasfiyesi açısından aksaklıklar söz konusudur. Tüneldeki taş aralarına derz yapılması sonucu dehlizin hava almasının önlendiğini ve bu nedenle nem oluştuğunu

ifade eden Okumuş [216]; “bu nem, oradaki küfeki taşlarını, temeli, dolayısıyla binayı çürütecektir. Tünellerin uçları ve derzler açılmalıdır” yorumuyla yapı içindeki en basit bağlantı detayının bile nem tasfiyesinde etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Eğitim yapılarında yazma eserlerin rutubetlenmesini engelleyen ayrıcalıklı galeri çözümleri ile karşılaşılır. Gazanfer Ağa Medresesi’nin kuzey cephesine, Bozdoğan Kemerî’nin yüksekliğine bağlı olarak güneş ışınları ulaşmamaktadır. Suyun kapiler hareketini engellemek amacıyla, bu alanda havalandırma koridoru detayı geliştirilmiştir (Şekil 3.23a). Atatürk Bulvarı ile Kemerin kesiştiği alanda ise kuyu bulunur.

Benzer şekilde, Topkapı Sarayı’nın okulu niteliğinde olan Enderun’da kullanılan havalandırma çözümü galeri ile sağlanmıştır. Enderun avlusu altındaki galerinin hem has oda içine, hem de açık alana açılan havalandırma boşlukları bulunur (Şekil 3.22c). Böylece akım oluşturulmuştur. Bir diğer eğitim yapısı, Nuru Osmaniye Kütüphanesi’nin tahtani mekânında, hava akışını destekleyen, bir baca misali yüzeye açılan galeri düzeneği kurulmuştur (Şekil 3.23c).

Keza, Atıf Efendi Kütüphanesi’nde işlevsiz bir boşluk olarak görülüp, mekâna dönüştürülen galeri esasında yapının nem tahliye mekanizmasını çalıştırmaktaydı. Yapı bir dehlizle iç avluya bağlanır. Burada kütüphane binası, kemerlerle dışarıya açılan bir bodrum üzerine oturtulmuştur. Binanın havalandırılmasında önemli rolü olan bu kemerler ne yazık ki, daha sonraları kapatılmış ve bodrum kitaplar için bir depoya dönüştürülmüştür [233].

Galeriler aracılığıyla, eğimli arazilerde nitelikli drenaj çözümleri sağlanmıştır. Üsküdar Atik Valide Sultan Külliyesi güneybatı yönünde alçalan yamacının eteklerinde konumlanmaktadır. Bu da imaret birimini yamaç suyunun tesirine açık kılmaktadır. İhtiyaç dâhilinde, buradaki nem aktarım kurgusuna takviye yapılmıştır. İlgili belge¹ [234], rutubete karşı menfezler aracılığıyla havalandırma çözümü geliştirildiğini yansıtmaktadır.

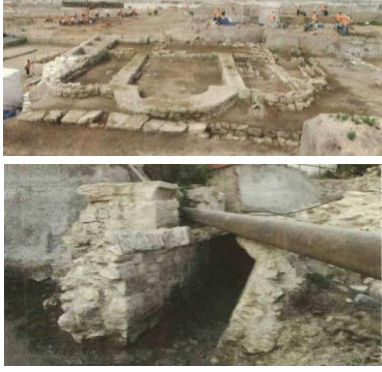
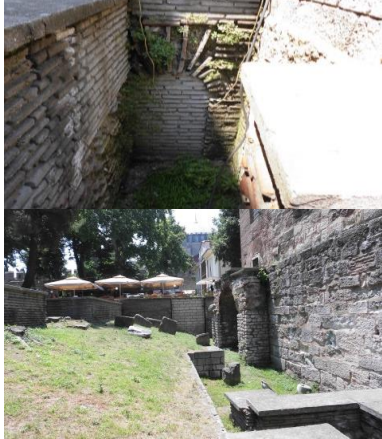
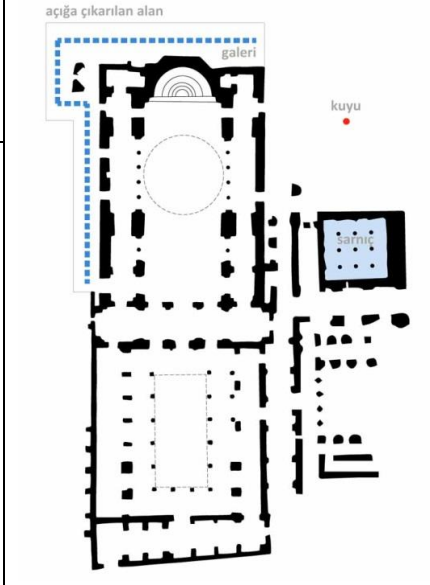
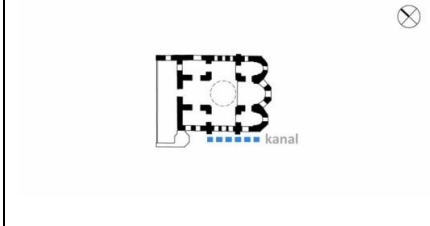
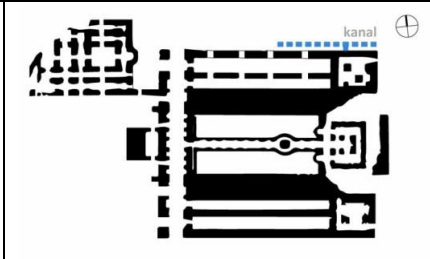
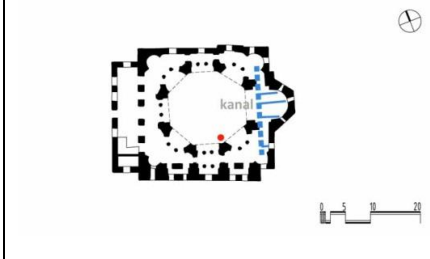
¹ Belgede “imaretin kâgir odalarında havayı cezb ve rutubeti ref’ için dirsekli günkten menfez kuburları yapılması” önerilmektedir [234].

Eğimle kesişen birçok altyapıda, galeri uygulaması ile karşılaşılmaktadır. Tophâne-i Âmire Binası'nda, yamaç suyunun üst kottan kanallar ile toplanıp, galeri seviyesinde dışarı atılması yoluyla, eğim doğrultusunda su akışı kolaylaştırılmıştır (Şekil 3.23b). Davutpaşa Kışlası Ahırında ise, tahtani iki mekânın arasında kanal ve galeri işleyecek şekilde çözüm getirilmiştir. Vadi eteklerinde birikecek olan su buradan kontrollü olarak dışarı verilmiştir (Şekil 3.23d).

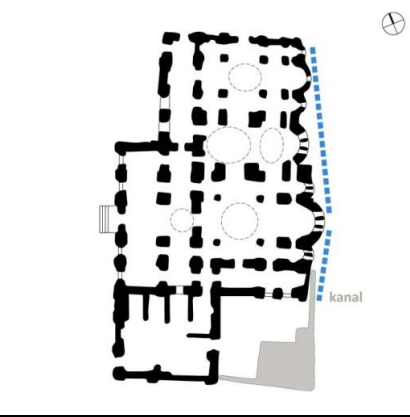
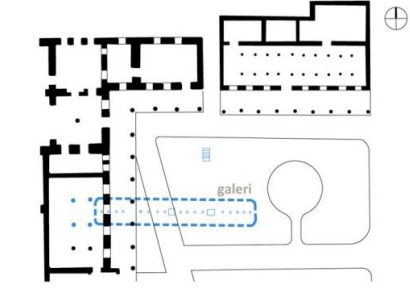
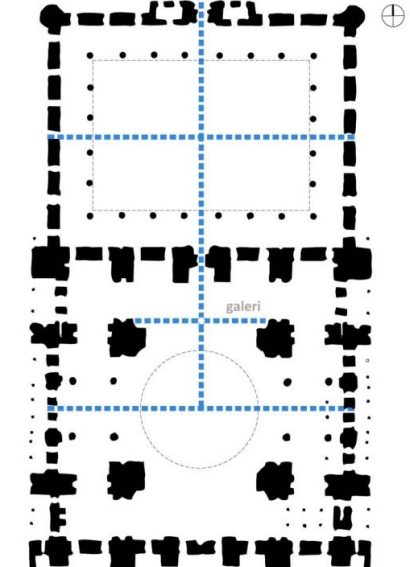
Günümüz müdahale çalışmalarında, galeriler altyapıya dair sorunların kaynağının arandığı ve çoğunlukla bulunduğu yer olma niteliğini taşır. Mualla Eyüpoğlu Topkapı Sarayı Harem Dairesi'nde¹, gizli sarnıç sızıntılarını çözmek amacıyla döşemelerin altındaki geniş tesisat galerilerinde bir uçtan diğer uca dolaşır. Galerilerden yararlanarak bazı önemli çöküntülere engel olmayı mümkün görür. Galerilerde taşınan su, su yönetim ağı aracılığıyla, su tablasına ulaştırılabildiği gibi, dere veya deniz gibi su kaynaklarına da deşarj edilebilmektedir. Böylelikle su taşkınlarının önüne geçilir. Topkapı Sarayı'nda da bu çözümün denendiği görülür. Kendisi tarafından hazırlanmış dönem onarım raporuna göre 15.yy.da, Saray inşa edilirken burada bulunan Bizans'a ait büyük yeraltı kanalları hep Marmara Denizi'ne akmaktadır. Saray inşasında da bu kanallardan yararlanıldığı görülmektedir. Mezbele-Keşan Koğuşu'nun, Marmara-Balıkthane yönünde bulunması da tesadüf değildir. Ancak son yüzyıl içinde artık bu kanallardan yararlanılamadığı görülür. Müzeyi su basması buna karşılık Bizans sarnıçlarının boş olması, değişik binalarda tabanlarda gözlenen rutubet kanalların işlevini göstermektedir [235]. 2016 yılında söz konusu alanda, hasar kaynağı sudan bağımsız tanımlanmış biçimde deniz doğrultusunda kayma-çökme kayıtlara geçmiştir.

Akarsuya bağlanarak deşarj edilen, bir diğer su yönetim mekanizması Kağıthane Deresi kıyısında konumlanan Sadabad Camii'nde de işlerlik gösterir. Yapı, kıyı doğrultusunda kanallarla donatılmış, kanallar daha geniş bir ağ sayılabilecek galeri ile kesiştirilerek dereye bağlanmıştır (Şekil 3.23e).

¹Anhegger-Eyüboğlu'nun [235] Topkapı Sarayı drenaj düzeni için; “asma bahçelerinin istinat duvarlarındaki menfezlerin çimentolu harçla yer yer kapatılmış olması zamanla kaymalara yol açabilir, incirlik, Has Ahır İstinat duvarı kayma tehlikesinin en yüksek olduğu kesimdir” şeklindeki yorumu duvarlar içindeki kanal ve menfezlerin işlevsel açıdan önemini ortaya koyar.

KOD	SU Y. ELEMANI – KANAL/GALERİ	PLAN
a BH1 - (3.yy.) Yenikapı Kilisesi Kanal: Dolgu alanda, deniz doğrultusunda, galeri, suyun ilerleyişine set çekmekte		
b BH3- (324-337) Aya Eirene Kilisesi (Aya İrini Müzesi) Galeri: Restorasyon esnasında, yapıyı rutubetten kurtarmak amacıyla yapılan açmalar, suya doygun bu alanda, bu amaçla çözümlenmiş galerinin bulunduğunu göstermekte		
c BH1 - (458) Petros-Markos Kilisesi Kanal: Giriş kotu, zemin kotundan aşağıda bulunan kıyı yapısını kanal çevrelemekte		
d BH3 - (524-527) Polyeuktos Kilisesi Kanal: Çatıdan gelen suyu toplayıp, drenaj ağına bağlamakta		
e BH1- (527-536) Sergios-Bachos Kilisesi (Küçük Ayasofya Camii) Kanal: Düşeyde pencere denizlikleri seviyesine kadar çıkmakta		

Şekil 3. 21 Kanal/galeri uygulaması çeşitliliği.
Rölöve kaynakları; a:[63], b:[236], c:[166]+[237], d:[228], e:[51]

KOD	SU Y. ELEMANI – KANAL/GALERİ	PLAN
a BB3 - (976-1025) Hebdemon Hipojesi Galeri: Toprak altında kalan mekanın etrafını sarmakta		
b BH2 - (1118-1124) Pantokrator Manastırı (Molla Zeyrek Camii) Kanal: Yapıyı, kaldırım genişliğinde çevreleyip, suyun erişimini engellemekte		
c OH3- (1451–1481) Topkapı Sarayı Enderun (Saray Okulu) Galeri: Açık alan ile mekan arasında hava akışını sağlamakta		
d OH2- (1550-1557) Süleymaniye Camii Galeri: Yeraltı ile mekan arasında hava akışını sağlamakta		

Şekil 3. 22 Kanal/galeri uygulaması çeşitliliği.
Rölöve kaynakları; a: plan+fot.[238], b:[183], c:[221], d: plan[239]+fot.[216]

KOD	SU Y. ELEMANI – KANAL/GALERİ	PLAN
a OT3- (1602-1603) Gazanfer Ağa Medresesi Galeri: Bozdoğan Kemerli ile Medrese arasındaki güneş alamayan alanda, rutubet oluşumunu hava hareketi sağlayarak engellemekte.		
b OF2- (1743) Tophâne-i Âmire Kanal: Yamaç suyunu üst kottan toplayıp, aşağıdaki galeri seviyesinden atmakta		
c OF3 - (1749) Nuru Osmaniye Kütüphanesi Galeri: iki yönlü hava akışı sağlayan düzenek mevcut		
d OT2 – (1826) Davutpaşa Kışlası Ahır Kanal+Galeri: Yamaç suyunu toplayıp atmakta		
e OT1- (1862) Sadabad Camii Kanal+Galeri: Dere yönünde suya sınır çeken kanal galeriye bağlanmakta		

Şekil 3. 23 Kanal/galeri uygulaması çeşitliliği.
Rölöve kaynakları; a:[101], b:[240], c:[101], e:[179]

3.3.2.3 Kuyular/Su Dolabları

Kuyunun su yönetim ağı içindeki öncelikli rolü¹, yeraltı suyu seviyesindeki değişimi dengelemesine bağlıdır. Temel tabanı, yeraltı suyu seviyesine göre çok derinde veya zemin kendini tutamayan nitelikte ise, temel yeraltı suyu seviyesini indirerek kuru tutulur [229]. Kuyudan zemine veya aksine zeminden kuyuya yönelen su hareketi basınç/denge kuralları dâhilinde gerçekleşmektedir. Suyun kaptajı ile su seviyesinde meydana gelen alçalmaya "düşüm" denir. Su seviyesinin düşmesi kuyu içerisindeki basıncın azalmasına sebep olur. Bununla beraber, civardaki su taşıyan formasyon başlangıçtaki basıncını muhafaza eder. Bu basınç farkı dolayısıyla su formasyonun gözeneklerinden çıkarak kuyunun içerisine akar. Su taşıyan akifer, taşıdığı suyun tamamını birden kuyuya bırakmaz. Kuyu çukurundaki basınç farkından dolayı civardaki su kuyu içine sızmaktadır [2]. Ulugür'ün kuyu hidrojeolojisi kesitinde [208], kuyunun çevresindeki suyu koni misali toplayarak düşürdüğü görülür.

İşleyiş, sadece zeminde oranı artan su seviyesinin düşürülmesine dayalı değildir. Su tablası seviyesinin alçalması toprak altında kalan ahşap bileşenlerin bozulmasının başlıca sebebidir. Kuyular, yeraltında su sızdırmaz alan oluşturarak, kuru mevsimlerde su tablası düşükken, ilave stok sağlayan bir çeşit depo meydana getirir [241]. Bu açıdan, su döngüsünde meydana gelen her türlü hareketin optimizasyonunun kuyular aracılığıyla gerçekleştiğini söylemek yerinde olacaktır. Kuyuların, su yönetim ağına bir diğer katkısı havalandırmaya dayalıdır. Toprak içinde kılcallık ile taşınan havanın, yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareketi kaçınılmazdır. Su, kapiler kuvvetler altında dengeye gelinceye kadar her doğrultuda hareket edebilir [25]. Sıkışan havanın zeminde oluşturacağı gerilme ve dolayısıyla kapiler suların su tablasından beslenmesi atmosferden yerkabuğuna hava akışı sağlayan kuyular aracılığıyla engellenebilmiştir (Şekil 3.24).

¹ Yeraltı suyu yönetiminin en eski tarihlendirilmiş örneği, neolitik dönemlerden kalma hayvan kemikleri ile kazılmış galeriler ve düşey shaftlardır. Doğu Akdeniz'de, Mezopotamya ve Mısır'da temel hafriyatının bir parçası olarak muhtelif kuyu örnekleri belgelenmiştir. Mezopotamya'da MÖ 3000-MÖ 2000 ile tarihlendirilen, "ziggurat"ların kuruluşunun destekçisi sayılan kuyuların oluşumu, bir çeşit ritüele dönüşmüştü. Mısır'da "zarbbiyeh" olarak adlandırılan, keson kuyu kazan hizmetli sınıfı bulunmaktaydı. Babil'de ise Asma Bahçe harabeleri, MÖ 600 ile tarihlendirilmekte ve yapısal olarak kuyulara dayalı bir su yönetim sistemi ile anılmakta, üst tarafından kemer veya tonoz ile bağlanmış ayaklar tabanda kuyular ile birleşmekteydi [242].

S.Y. ELEMANI	UYGULAMA ÖRNEĞİ
DEPOLAMA SU TABLASINDAKİ DEĞİŞİMLERİ DENGELEME HAVA AKIŞI SAĞLAMA	 a, b-Kuyunun galeri ve su terazisiyle bütünleşik işleyişi, Yavuz Sultan Selim Camii

Şekil 3. 24 Kuyuların su denetimine katkısı

Tabiatta homojen zemin profili bulmak her zaman mümkün değildir. Su oranının, zeminin farklı noktalarında değişken olması zemindeki dengeleri bozar. Bazı yapılarda birden çok su kuyusu açılıp, bu kuyular galerilerle birbirine bağlanarak yapı çevresindeki zeminde homojen bir suya doygunluk sağlanmaya çalışılmıştır [212]. Birbiriyle bağlantılı kuyu ve galerilerin¹, aynı yapı sınırları içerisinde farklı nitelik sergileyen formasyon üzerinde dengeleyici etkisi bulunmaktadır.

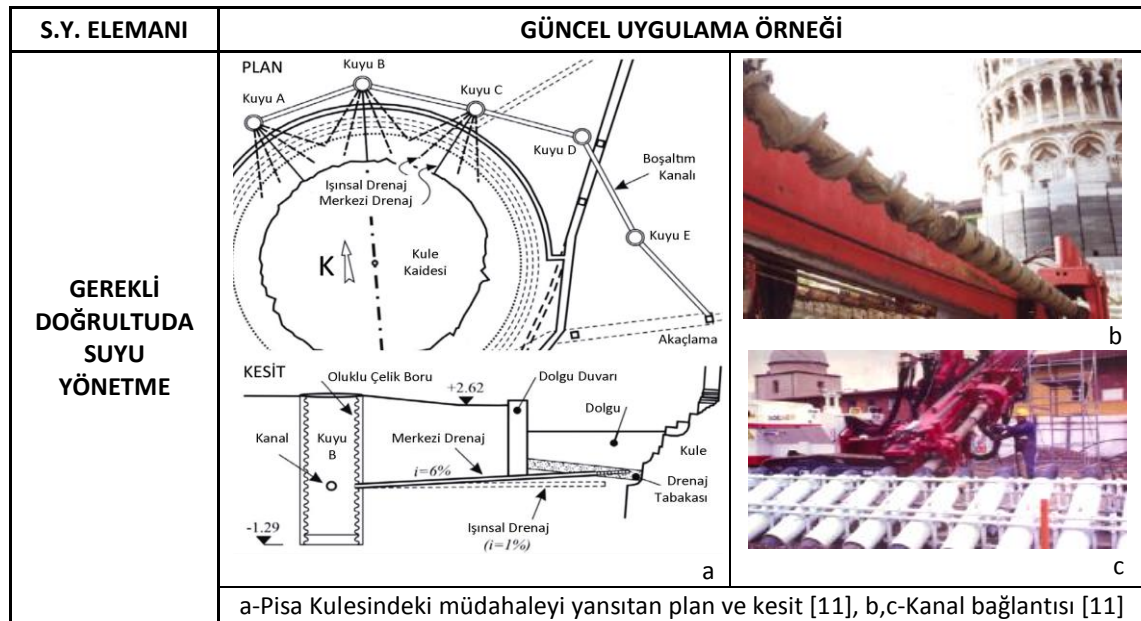
Kuyuların, unutulmaya yüz tutmuş en önemli fonksiyonlarından biri, deprem esnasında dalgaları sönmülmesi sebebiyle, zemin emniyet gerilmesini yönetmekte kullanımına dayanır². Bir tür enerji boşalması olarak tanımlanabilecek deprem hareketi sonucunda değişik frekanslarda, değişik tiplerde dalga yayılımları oluşur. Su, bazı dalga türlerinin yer katmanında ilerleyişini sekteye uğratmaktadır. S dalgaları yayılırken, kayayı ilerleme yönüne dik olarak enine makaslar. Ancak, sıvı enine makaslanmaya, ya da burkulmaya kalkışıldığında geri sekmeyecek, eski durumuna dönmeyecektir. Bundan dolayı S-dalgaları Yerküre'nin sıvı bölümlerinde yayılamazlar [243].

¹ Gerek Evliya Çelebi'nin [244] aktarımında, gerekse kazı açmalarında [245], [51] Ayasofya Kilisesi, Sergios-Bachos Kilisesi ve Süleymaniye Camii, Piyale Paşa Camii gibi anıtsal yapılarda dış satıha yayılan kuyularla bağlantılı galeri çözümlerin varlığına değinilir.

² Uygarlık tarihinin her döneminde, deprem hareketi ve yeraltı suyu bağlantısı sorgulanmıştır. Barka'nın aktarımlarından [246] hem Bizans, hem de Osmanlı Devri kayıtlarında, deprem ertesinde, hidrojeolojik verilerin toplandığı görülmektedir. Deprem merkezlerinde birçok kuyunun suyu çoğaldığına, sıcaklık değişimleri olduğuna dair, doğada, hidrojeolojiye dayalı gözlemler yapılmıştır. Ayrıca deprem esnasında oluşan efektif gerilmeyi yönetmek, toprak bünyesinde biriken gazı tasfiye etmek amacıyla, şehrin muhtelif alanlarında, birçok yerde derin kuyular açtırıldığı kayıtlarda görülmektedir [6].

Ayrıca, deprem dalgalarının zemin katmanlarına uyguladığı basınç yeraltı suyu seviyesinin yükselmesine sebep olabilmektedir. Su seviyesindeki ani hareketin yavaşlatılması, fazla suyun kolaylıkla tahliye edilmesi yine kuyular aracılığıyla mümkün olabilmektedir. Kuyunun sağladığı bu denge belli fizik kuralları dâhilinde gerçekleşir. Kuyu yakınında bir fay olması halinde, benzer şekilde; faya göre kuyunun simetriğinde bir zahiri kuyu seçilir. Fay esas kuyuyu beslemez. Aksine su seviyesini alçaltır [208]. Suyun kuyular yardımıyla daha derinlerde bulunan geçirimli tabakalara aktarılmasının imkânı bulunur. Geçirimli P tabakasından geçerek S geçirimli tabakasına kadar devam edecek şekilde açılan bir düşey kuyu sistemi suyu bu tabakaya drene eder [22]. Bu işleyişle, deprem hareketine ve sıvılaşmaya karşı risk yönetimi sağlanabilmektedir.

Sistemin stabiliteye katkıda bulunabilecek bir diğer güncel kullanım şekli, Pisa Kulesi zemin müdahalesinde karşımıza çıkar. Kuleye kimlik katan eğilme hareketi, su tablasının aşırı yağıştan beslenmesine dayalıdır. Temelde, kuzey ayak ile güney ayak arasındaki su tablası kotu arasında 0.4m fark bulunması sabit moment etkisi oluşturmaktadır. Bu iki ayrı kot dengelenirken devrilmeye neden olabilecek moment ortaya çıkmıştır. Son müdahalede, kulenin kuzey ayağında yeraltı suyu seviyesini stabilize etmek, yük aktarımını oturmanın olmadığı yöne taşımak amacıyla kuyu ve kanallardan oluşan drenaj sistemi uygulanmıştır. Uygulama sonrasında, periyodik çevresel etkenlere bağlı hareket en aza indirgenebilmiştir (Şekil 3.25) [11].



Şekil 3. 25 Kuyu ilavesi ile zemindeki su yoğunluğuna yapılan müdahale

Kuyunun su boşaltmayı sağlayan araçlarla ve hidrolik taşıma prensipleri ile desteklenmiş hali ise su dolabı olarak nitelendirilmektedir. İşleyiş biçimine bağlı olarak, çeşitli sınıflandırma düzenleri ortaya çıkmıştır. Kovalı dolab tulumbada, tekerleğin çevresine yerleştirilmiş kovalar tekerleğin dönmesi ile suya gömülerek dolar ve suyu yukarıda bir oluğa boşalır. Emme tulumba ise içi boş bir boru ucunda klape ve boru içinde hareket eden pistondan ibarettir [98]. Bazı durumlarda tulumbanın hayvanlar aracılığıyla da hareketi mümkün kılınmıştır [247].

Topkapı Sarayı'ndaki Dolab Ocağı olarak adlandırılan kuyu içerisinde su haznesi bulunur ve su seviyesi hiç düşmez. Kuyu içinde üstteki açıklık; bir kanala açılmaktadır. Kanal ilerdeki ikinci bir kuyuya ulaşır. Büyük kuyudaki su seviyesi kapasiteyi aşınca, fazla su bu kanalla ikinci kuyuya taşınmaktadır. Böylece iki kuyu arasında birleşik kaplar esasına dayalı bir sistem ortaya çıkmıştır [248], [222]. Hafriyatlarda zemin kazıldıkça ortaya çıkan bol miktarda suyun bu şekilde boşaltıldığı birçok yapının inşaat masraf defterine yansımıştır. Dolabın sürekli kullanım biçimi ise suyun devridaimini gerektiren bağ ve bahçeleri düzenli sulama gibi eylemlerle açıklanabilir.

Tahtani/hemzemin veya fevkani/yükseltilmiş işleyişteki her türlü yapı kuruluşunda, iç veya dış mekânda kuyu ve su dolabı uygulamaları ile karşılaşılabilmektedir. Çevresel koşullar veya fiziksel niteliği sebebiyle suya doymun zeminlerde temel-zemin etkileşimindeki kararlılık, su seviyesindeki değişimin dengelenebilmesine bağlıdır. Sorunlu zeminlerde bulunan ancak fevkani/yükseltilmiş biçimde sarnıç ile desteklenerek çözümlenmemiş yapılarda su katının karşılığı ve su döngüsünde meydana gelen her türlü aşımın optimizasyonu su tablasıyla etkileşimli kuyu işleyişine dayalı olarak sağlanmıştır.

Birçok yapı uygulamasında, arazi koşullarının ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olduğunu söylemek mümkündür. Kronolojik düzende örneklendiğinde, Ayasofya Kilisesi (Ayasofya Müzesi) bu duruma karşı stabilite arayışıyla geliştirilmiş ilk özgün müdahale detayını içerir (Şekil 3.26a). 2015 yılında Yılmaz [199] tarafından, yapının batı kanadına denk gelen alanda, tespit edilen su muhtevası bir başka erken dönem kaynakta apsis altına denk gelen yerde, sarnıcı besleyen ayazma mevcudiyeti ile [74] desteklenir.

Heterojen zemin koşullarında, yapının oturma sonucu düşey aksından sapması kaçınılmazdır. Yapı yaşam sürecindeki ilk mekanik hasar göstergesi, bu durumla bağlantılı kubbe eğilmesi ile alakalıdır [80]. Müdahale olarak, 13.yy. onarımlarında [249], [250] bu aksa yerleştirilen dört adet payanda bulunmaktadır. Kubbenin ağırlığının oluşturduğu yan itkiler, payandalarla dengelenmiştir. İlk ve son sıradaki payandaların merkezindeki kuyular, yapı elemanlarının oturduğu sahadaki suyu toplayarak mukavemet sağlamaktadır. Aygün [251], bu iki kuyunun 1981 döneminde Müze Müdürlüğü'nce neme karşı önlem olarak taş ve dolgu malzemesiyle doldurulduğunu aktarır. Kuyular, sadece görsel olarak mevcuttur. Benzer şekilde Aya Eirene Kilisesi'nde (Aya İrini Müzesi) yine tek doğrultuda itkiyen su kaynağına bağlı olarak gelişmiş heterojen zemin profili söz konusudur. Yapı bu doğrultuda sarnıç ve kuyu ile desteklenmiştir (Şekil 3.26b). Buradaki kuyu ise bağımsız ticari birimin servis alanında kalması sebebiyle gerektiği biçimde işletilmemektedir.

Kuyunun drenaj amaçlı işleyişi kuyudan su çekildikten sonra basınç farklılığından ötürü, zemin formasyonundan kuyuya yönelen su hareketinden kaynaklanır. Dinç [2]; kaptaj yapılan kuyunun tesir alanında bulunan suyun, her yönden çukura doğru eğimlendiğini belirtir. Bu sebeple, kuyunun yapı ağırlık merkezinde veya kubbenin altına denk gelecek şekilde konumlandırıldığı uygulamalara sıklıkla rastlanır. Bu yaklaşımla uygulanmış, yapı ağırlık merkezine denk gelen kuyu, Sergios-Bachos Kilisesi'nde (Küçük Ayasofya Camii) bulunur (Şekil 3.26c). Gökçay [51]; bu kuyunun ayazma kaptajında kullanılmış olabileceğine değinir, su temin yöntemini kanallar aracılığıyla yüzey sularını toplayan düzenden ayrı tutar. Bayraktar [6]; ise söz konusu kuyunun, temel zemininde kanaletlerle bina dışına açıldığını, bu sayede sıvılaşma tehlikesinin çok yüksek olduğu temel zemininde boşluk suyu basıncının artmasının önlenmesine değinir. Günümüze beton dökülerek kapatılmış haliyle ulaşan kuyu ve tulumbası sembolik olarak mevcuttur. Bir diğer açıklık merkezine yerleştirilmiş kuyu çözümüne kıyı yapısı Kurşunlu Mahzen'de (Yeraltı Camii) rastlanmaktadır (Şekil 3.26d). Kubbe, yapının alçakta kalan diğer mekânlarından bağımsız tutulmuş, kubbe merkezi izdüşümünü karşılayacak biçimde de kuyu çözümlenmiştir. Kuyunun güncel halinde kaptaj ile işletilmediği sadece yüzeyde bulunan kuyu bileziği ile varlığını sürdürdüğü görülmektedir.

Kuyunun bir diğerkullanım alanı, yüksek yapıların eğilme hareketini engellemeye yönelik olmuştur¹. San Paolo Kilisesi'nde (Arap Cami) kuyu düşeyde yüksek, çankulesi bloğunu destekler. Kuyunun özgün hali günümüze ulaşamamış olsa da hâlâ fark edilebilir izi bulunur ve Palazzo [182] kayıtlarında değinildiği görülür. Osmanlı Dönemi'nde ilave edilmiş bir diğerkuyu son cemaat mahfilinde bulunup, işleyişini halen sürdürmektedir (Şekil 3.27a).

Su tablasının yüzey suları ile beslenmesine sebep olacak deniz/akarsu gibi su kaynakları birçok yapıda nitelikli çözümler geliştirilmesini gerektirmiştir. Drenajlı zemin arayışının yapı iç sathı ile sınırlanmadığı birçok uygulamada görülür. Gevşek Haliç çökellerine oturtulmuş bir yapı örneği; Aya Thekla Kilisesi'nde (Atik Mustafa Paşa Camii) deniz doğrultusundaki çeperleri ortalayan iki adet kuyu mevcudiyeti ile karşılaşılmaktadır (Şekil 3.27b). Ancak yapının avlu kotu toprak doldurulmak suretiyle değiştirilmiş, bu durum kuyuların güncel zemin kotunun altında kalıp, işlemez hale gelmesine sebep olmuştur.

Kıyıda konumlanan ancak birçok bloktan oluşan yapılarda, bir başka çözüm biçimi ile karşılaşılabilmektedir; burada kuyu avlu içinde işler. Üsküdar Şemsi Paşa Külliyesi'nde, karaya bakan cephede dışa kapalı, deniz doğrultusunda açılan bir tasarım yaklaşımı okunmaktadır (Şekil 3.28a). Bu duruşu sağlayan kitle dağılımına bakıldığında, L plan kuruluşuna sahip medrese biriminin avluyu sınırladığı, açıortayına paralel olarak cami ve türbeyi oluşturan blokların konumlandığı görülür. Bu alışlagelmişin dışında, asimetrik düzen içinde kuyu avlu merkezini yakalar. Yine bir kıyı yapısı Kurşunlu Han'da dikdörtgen iç avlulu plan şemasının denize en yakın kenarını ortalayan konumda kuyu çözümü ile karşılaşılır (Şekil 3.28d). Her iki kuyu da aktif kullanılmaktadır.

¹ Aynı yaklaşımın günümüze uyarlanmış kullanım şekli, farklı coğrafyada bulunan bir başka yüksek yapıda Pisa Kulesi zemin müdahalesinde karşımıza çıkar. Kuyu ilavesi ile oturma hareketinin bu denli yönetilebilmesi donanımın suya karşı dayanım arayışının ürünü olduğunu doğrulamaktadır.

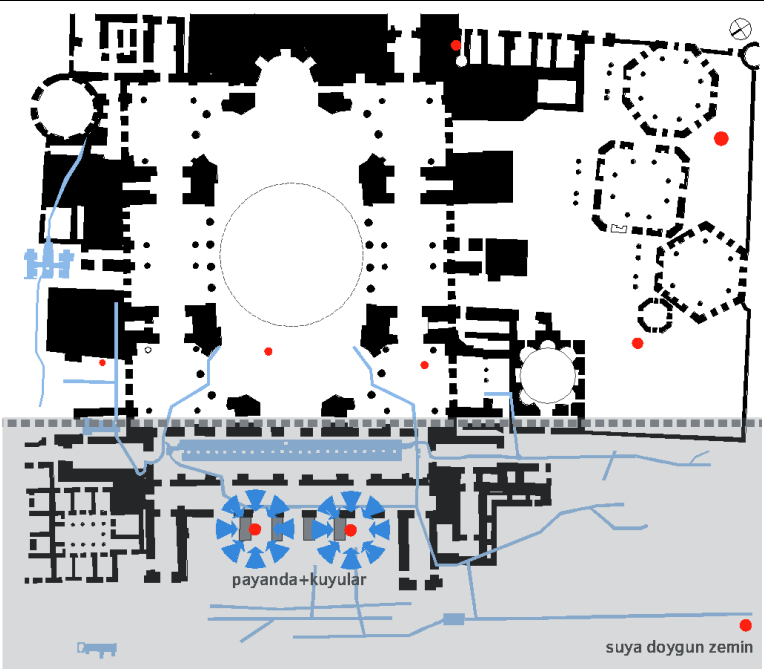
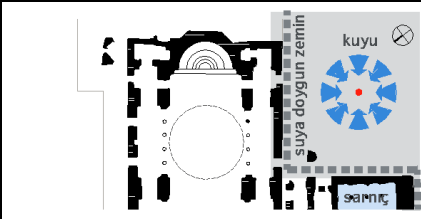
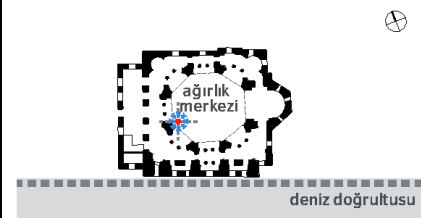
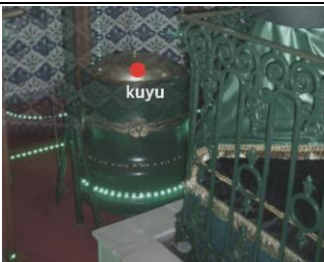
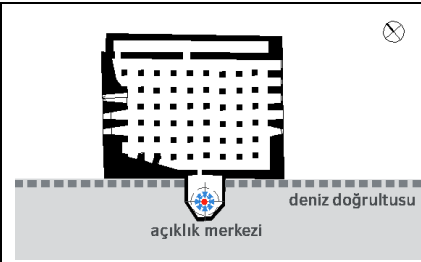
Piyale Paşa Camii'nde ise su tablasının akarsu tarafından besleneceği akarsuyun taşıyacağı alüvyon dolgu göz önüne alınarak, Kasım Paşa Deresi ve yapı arasında yeşil bant bostan olarak ayrılmış, bostan tam merkezinde ise dolap kuyusu oluşturulmuştur (Şekil 3.28e). Dolap kuyusu ile bağlantılı olarak kurulmuş 4 adet kuyu arazi köşelerinde yer alır. Ayrıca sulama kanalları aracılığıyla merkezde toplanan suyun taşınması ve uzaklaştırılması mümkün olmuştur. Bostanın işletilmesi yapının bu doğrultuda drene edilmesinin temini olmuştur¹.

Eğimli arazilerde kuyunun debisi artan yeraltı suyunu toplamak amacıyla yamaç alt kotunu tuttuğu uygulamalara her iki çağda da rastlanır. Pammakaristos Manastırı'nda (Fethiye Camii ve Müzesi) bodrum kat seviyesinde hem sarnıç hem kuyu ile yamaç suyu toplanmıştır (Şekil 3.27c). Atik Valide Sultan Külliyesi'nin yamaca oturtulmuş her bloğunda suyu toplamaya yönelik farklı bir eleman bulunur (Şekil 3.28b). Gazanfer Ağa Medresesi'nde ise sorunun kaynağı Bozdoğan Kemerli ile yapı arasındaki kot farkına dayalıdır. Set duvarına bitişik konumdaki kuyu yamaç suyunun toplanmasına çare olmuştur (Şekil 3.28c).

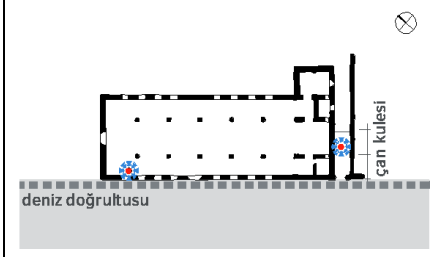
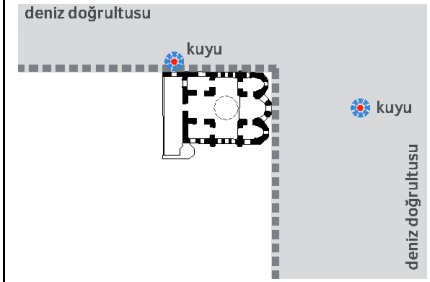
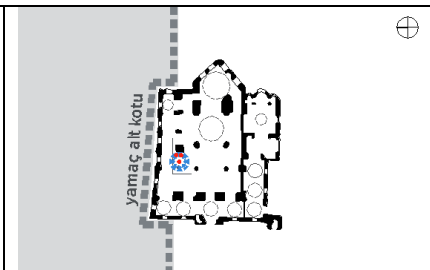
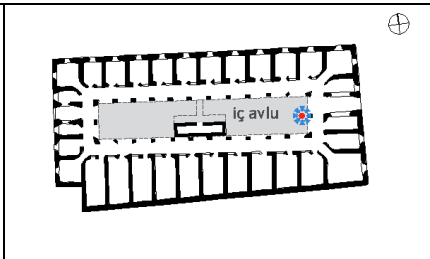
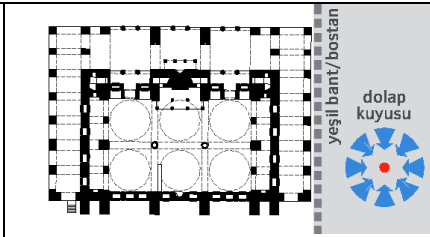
Kuyunun drenaj amaçlı kullanımına verilebilecek, bir diğer örnek ise toprak altında kalan mekânlarda boşluk suyunun oluşturacağı hidrostatik etkinin kırılmasına yöneliktir. Suyun kaldırma gücünün taşıdığı gerilme, kuyu ile su seviyesinin düşürülmesi sayesinde dengelenir. Tıpkı Atıf Efendi Kütüphanesi ve Nuru Osmaniye Camii uygulamalarında olduğu gibi (Şekil 3.28d,e). Ancak her ikisindeki kuyu da aktif işletilmemektedir. Atıf Efendi Kütüphanesi'nde tahtani katın işlevi kitap deposu olarak dönüştürülmüş, kuyu işleyişi devre dışı bırakılmıştır.

Tüm bu uygulama örnekleri, yeraltı suyunun oluşturduğu risk potansiyellerinin kuyu işleyişine dayalı düzende yönetildiğini göstermektedir. Ayrıcalıklı su denetimi gerektiren koşullarda, çözüm olarak geliştirilen yükseltme/havalandırma vs. gibi uygulamalarının karşılığının bu nitelikte bir çözümde sağlanabilmiş olması işleyiştten elde edilebilecek bir diğer çıkarımdır.

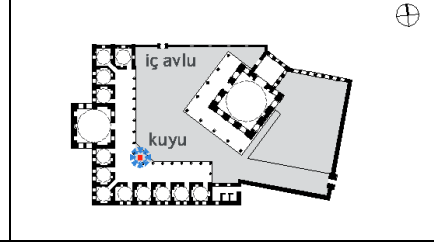
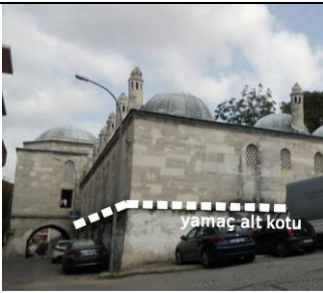
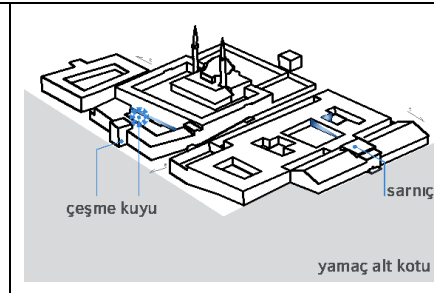
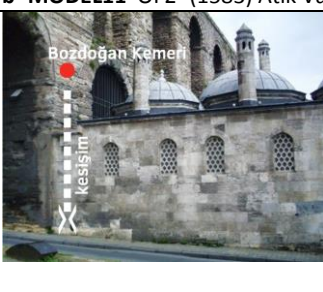
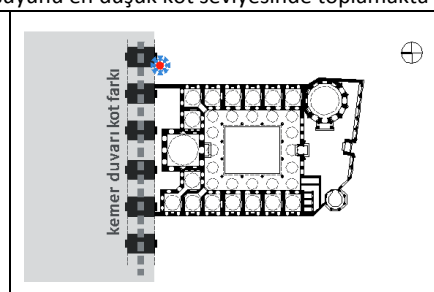
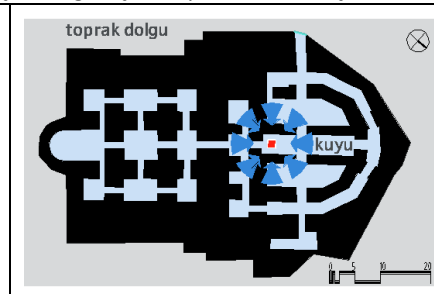
¹ 2015 yılında bostanın otopark olarak dönüştürülme girişimi KTVKK'nun 3719 sayılı kararı [186] ile engellenmiş, tüm tarihi yapıları emsal temsil etmesi gereken bir adım atılmıştır.

YAPI - YAPI ELEMANI	SU YÖNETİM ELEMANI - KUYU	PLAN
 		
a- MODEL1 BH3- (532-537) Ayasofya Kilisesi		Heterojen zeminde destek payandalarını stabil tutmakta
		
b- MODEL 2 BH3- (324-337) Aya Eirene Kilisesi		Heterojen zeminde, suya doymun doğrultuda dengeleri sağlamakta
		
c- MODEL 3 BH1- (527-536) Sergios-Bachos Kilisesi		Yapı ağırlık merkezinde oluşacak gerilmeleri karşılamakta
		
d- MODEL4 BH1- (578-582) Kurşunlu Mahzen		Örtü açıklık merkezinde oluşacak gerilmeleri karşılamakta

Şekil 3. 26 Kuyu uygulaması çeşitliliği.
Rölöve kaynakları; a:[251] + [250], b:[236], c:[166], d:[190]

YAPI - YAPI ELEMANI	SU YÖNETİM ELEMANI - KUYU	PLAN
		
a- MODEL 5 BH1- (717) San Paolo Kilisesi Düşeyde yüksek bloğun yapacağı eğilme hareketine engel olmakta		
		
b- MODEL 6 BH1- (1059) Aya Thekla Kilisesi Deniz doğrultusunda yapıyı çevrelemekte		
		
c- MODEL 7 BH2- (1292) Pammakaristos Manastırı Yamaç suyunu en düşük kot seviyesinde toplamakta		
		
d- MODEL 8 OT1- (1481) Kurşunlu Han İç avluda deniz suyunun tesirine karşı drenajlı zemin oluşturmakta		
		
e- MODEL 9 OF1- (1573) Piyale Paşa Camii Akarsu doğrultusunda set niteliğindeki bostanı drene etmekte		

Şekil 3. 27 Kuyu uygulaması çeşitliliği.
Rölöve kaynakları; a:[182], b:[166], c:[177] , d,e:[101]

YAPI - YAPI ELEMANI	SU YÖNETİM ELEMANI - KUYU	PLAN
		
a- MODEL 10 OT1- (1580) Şemsi Paşa Külliyesi İç avluda deniz suyunun tesirine karşı drenajlı zemin oluşturmakta		
		
b- MODEL11 OF2- (1583) Atik Valide Sultan Külliyesi Yamaç suyunu en düşük kot seviyesinde toplamakta		
		
c- MODEL 12 OT2- (1595) Gazanfer Ağa Medresesi Yamaç suyunu set duvarına bitişik olarak toplamakta		
		
d- MODEL 13 OT2- (1742) Atıf E.Küt. Bodrum katta toprağın oluşturacağı boşluk suyu basıncını karşılamakta		
		
e- MODEL 14 OF3- (1748) N.O. Camii Bodrum katta toprağın oluşturacağı boşluk suyu basıncını karşılamakta		

Şekil 3. 28 Kuyu uygulaması çeşitliliği.

Rölöve Kaynakları; a:[101], b:[168], c:[183], d:[252], e:[96]+ fot.[Görün Arun Arşivi]

3.4 Su Hukuku ve İlgili Mevzuatlar

Bir tasarım etkeni olarak su tasarımı yönlendirirken, bir takım düzenleyici kurallar da suya yön vermiştir. Suyun kullanımı, tarih boyunca belli kurallar dâhilinde gerçekleşmiştir¹. Bu sınırlayıcı düzen, kanunların ve hukukun temeli niteliğindedir². Komşu yapılar arasında kaptaj suyu boşaltımında dengeleri sağlayan, suyun yönetimini kentsel ölçeğe taşıyan türlü yönetmelikler ve yaptırımlar bulunmaktadır. Kentte etkin olmuş değer normları üzerinden hukukun işleyişine bakıldığında parsel bilinci hâkim bir yaklaşımın kent sınırları içinde geçerli olduğu görülür. İstanbul’da, 5.yy.da Roma’dan alınan yasalar kaldırılıp, Konstantinopolis İmar Yasası uygulamaya sokulmuştur. Buna göre, inşa faaliyetlerinde komşunun aleyhine davranmak yasaktı [253].

Mevcut tüm düzenleyici ölçütler, suyun toplanmasına-taşınmasına-uzaklaştırılmasına yöneliktir. Parseller arası işleyiş bu değerlere uygun olarak gerçekleşmiştir. Bu amaçla ortaya çıkmış, suyun izinin takipçisi meslek sınıflarını kentte egemenlik kurmuş her kültürde görmek mümkündür. Tarihsel kaynaklarda, Bizans Dönemi’nde “mekanikos”³ [56], Osmanlı Dönemi’nde ise “su-yolcu”⁴ [254] olarak adlandırılan disiplinasırı iş kollarının görevlerine, yapıların tasarım ve inşa safhalarında etkinlikleri açısından değinilmektedir. Kente yeni eklenilen yapılarda suyun denetiminin Osmanlı belediye yönetimi için önem arz eden bir konu olduğu görülür. Su-yolcular, su künklerini ve sarnıçları inşa etmek, kanalları temiz tutmak ve gereken onarımı yapmakla yükümlü idiler. Görevlerinden birisi de su kanalları üzerinde herhangi bir ev inşasına engel olmaktı [149].

¹ Finch’in aktarımına göre, Hammurabi Kanunnamesi tarihteki ilk yapı kanunu olarak nitelendirilmektedir. Söz konusu kanunnamede, inşaatta yaşanacak sorunlara karşı geliştirilmiş sert ceza hükümleri yer alır [84]. Zemin ile ilgili maddelerde, arazi sınırı içerisindeki suyun yönetilemeyip komşu parselde taşması halinde oluşacak zararın karşılanmasına dair yaptırımlar bulunur [15].

² MÖ 5.yy.da, “su alışkanlıkları” politik eşitliğin ilk modeli oldu. Kimsenin suya sahip olamayacağı İsonomia adını verdikleri bu düzeni tüm modern nostaljinin kabul ettiği “Yunan Demokrasisi’ne” rağmen-Demokratia’ya tercih ettiler. Su kanunları, bu kabulden sonra demokrasinin ilk embriyosunu oluşturdu. Suyun evcilleştirilmesi toplumun bir başarısıydı [255].

³ Mimarlık mesleği iki grup uzman tarafından temsil edilirdi; “mekanikos” ve “arkitekton”. İlk grup hiç tartışmasız çok daha yüceltilirdi. Mekanikos terimi genelde mühendis olarak çevrilir ama bu biraz yanıltıcıdır. Matematik alt yapısı olan bir mimar denilirse daha iyi bir tanımlama yapılmış olur [56].

⁴ Su-yolu nazırlığı mimarbaşılığa yükselmek için çıkılması gereken bir basamaktı. Mimar Davud Ağa, Mimar Dalgıç Ahmed Paşa, Mimar Mehmed Ağa gibi ünlü mimarlar, hep su-yolu nazırlığından yükselerek mimarbaşı olmuşlardı [254].

Su denetiminde belirleyici türlü yetki ve sorumluluklarla donatıldıkları görülür¹. Vakıf Su Tahrir Defterleri ve Kadı Hükümleriye (Şer’iyye Sicilleri) Osmanlı Dönemi’nde suyun mevcudiyetinin nasıl tespit edildiğinin anlaşılması için yol göstericidir. Hüccetlerde suyun çıkarılış yeri belirlenirken su sağlama yöntemi, ne kadar mesafe künk veya taş döşenerek elde edildiği belirtilmektedir [256]. Kaynağın bu denli detaylandırılmış olması, yapıların mülkiyet sınırları içerisinde zeminin su potansiyeli yönetiminin ne şekilde kurala bağlandığının anlaşılmasına olanak tanımaktadır.

Risk yönetimi adına alınmış öncelikli tedbir; arazi koşullarının bilincinde olup, bu açıdan zayıf zeminlerde kontrollü olarak yapılaşma gerçekleştirilmesine dayalı olmuştur. Mecelle-i Umur-ı Belediyye’de “denizden dolma mahallerde inşa yapılması” hususunda haritalarda belirlenen kıyı çizgisi sınırını aşmama ve komşu yapıların onayını alma gibi sınırlayıcı maddeler yer almaktadır [257]. Ayrıca, su yolu güzergâhına iskân yapılmaması temel bir prensip idi [227]. Aynı düşünce ekseninde, mevcut yapılara sonradan eklenen su yollarının yapılara zarar vermeyecek şekilde kurulduğu arşiv belgelerinden okunabilmektedir².

Yapıların yeraltı suyu ile kurduğu bu bütünlük yakın bir geçmişe kadar süregelmiştir. Erguvanlı [23], 1960’da değiştirilen kaynak sularının kullanılması ile ilgili kanun tasarısı içinde 679. Madde’yi özellikle vurgular. Buna göre; “yeraltı suları kamuya ait sulardır bir araziye sahip olmak onun altındaki suya sahip olmayı kapsamaz.” Yönetmeliklerde su yönetiminin salt gereksinim aracı olarak görülmesine dayalı olarak düzenlenen ve günümüzde de etkin olan kanun, suyun kullanılarak yapıların zeminle bir bütün olarak çalışmasını güç hale getirmiştir³.

¹ Hiyerarşik organizasyon düzenine bakıldığında ise, imar ve iskân işlerinin oluşturulan su yönetim kalemi aracılığıyla gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır. Su-yolu nazırlığı, günümüzün Devlet Su İşleri Müdürlüğü’ne birçok bakımdan eşdeğer sayılabilir [254].

² “Halkalı ve Kırkçeşme Su Yolları, Darü’l-fünun Ebniyesi temelleri altına tesadüf eylediğinden yolun başka mahalle tahvili ve Ayasofya Camii civarında yapılması emrolunan su terazisinin de cami duvarlarını rutubetlendirip zarar vereceğinden bundan vazgeçilmesi” [258] konulu arşiv belgesi, taşıma suyun zeminde oluşturabileceği zararların kentsel planlama kararlarıyla yönetildiğini göstermektedir.

³ 1960 yılına kadar yeraltındaki su kaynakları toprağın bütünleyici parçası kabulü içerisinde nitelendirilmesine rağmen bu tarihten sonra genel sular içerisinde, Yeraltı Suları Kanunu hükümlerine dayalı olarak değerlendirilmiştir. Yeraltı suyunun aranması için arama belgesi, bulunan suyun işletilebilmesi için kullanma belgesi ve mevcut kuyuların geliştirilmesi için de tadil ve ıslah belgesi alınması aynen yer altı suyu işletme sahalarındaki gibi izin belgelerinin alınması zorunludur [259].

3.5 Bölüm Sonucu

Kentlerin devingen oluşumunda, suyun “yer” ile etkileşimi suya ulaşmayı ve aynı zamanda suyun zararlarından uzaklaşmayı gerektirmiştir. Suyun oluşturabileceği risk unsurlarının kent lehine dönüştürülmesi yeraltı suyunun kaptajı ile mümkün kılınmıştır. Kıyılarda/yamaçlarda yer alan yerleşim türleri, su yönetim sistemleri ve zemin güçlendirme teknikleri uygulama suretiyle yapılaşmaya açılabilmiştir. Kentin, su ile bütünleşik kuruluş ve gelişimi çevresel ölçekte alınmış arazi kullanım kararlarını içermektedir. Coğrafi olanaklar ve yasal denetim koşullarıyla fiziksel çevre biçimlendirilmiş, böylece yere has su yönetim stratejileri oluşmuş, altyapı sistemlerinin kente entegre edilmesi sağlanmıştır.

Kent arkeolojisinde; konum, işlev veya zemin profilinin gerektirdiği durumlarda, yapı kuruluşunda hemzemin/yükseltilmiş (tahtani/fevkani) işleyiş ayrımına kentsel kimliğin parçası olarak ulaşmak mümkündür. Döşemenin toprak ile temasında oluşabilecek su ile bağlantılı sorunlara çözüm getirmenin bir yolu, altyapıda kesintisiz hava akışı sağlayan tampon katlar aracılığıyla olmuştur. Fevkani/yükseltilmiş işleyişteki yapılarda tampon su katı, suyu yönetmeyi sağlayan esas bileşen olmuştur. Eşdeğer zemin koşullarında bulunan ancak suyun aşındırıcı etkisine karşı tampon bir kat aracılığıyla güçlendirilmeyen yapılarda ise; nitelikli yalıtım ve kusursuz işletilmiş drenaj ağı ile karşılaşılır. Tahtani/hemzemin işleyişteki yapılarda, zemine oturan döşemenin stabilitesini sağlamak için su tablasıyla etkileşimli kuyu etkinliğine dayalı donanım kurgulanmıştır. Kent bütünündeki düşey morfolojik çeşitliliği göz önüne alarak, hidrolik donanım bileşenlerinin işleyişine bakıldığında niteliksel ve niceliksel çeşitlilik açısından meta analizlere ulaşılır. Hem Bizans hem de Osmanlı Dönemi Mimari Eseleri’ni su yönetim teknolojisi bağlamında ortak paydada buluşturan değer, gerekli durumlarda zayıf zeminlerde keson kuyuların kullanımı olmuştur.

Bu durum tezin ana savını sinama amacında bir soruyu da beraberinde getirmektedir:

- bileşen, her türlü yapı kuruluşunda su denetim etkinliğini sağlıyorsa,
- bileşen sadece suyun temini için değil, aynı zamanda yapı stabilitesinin sürekliliğini sağlama hedefiyle tasarlandıysa,
- bileşenin kapatılması durumu hidrostatik basınç kaynağı sebebi midir?

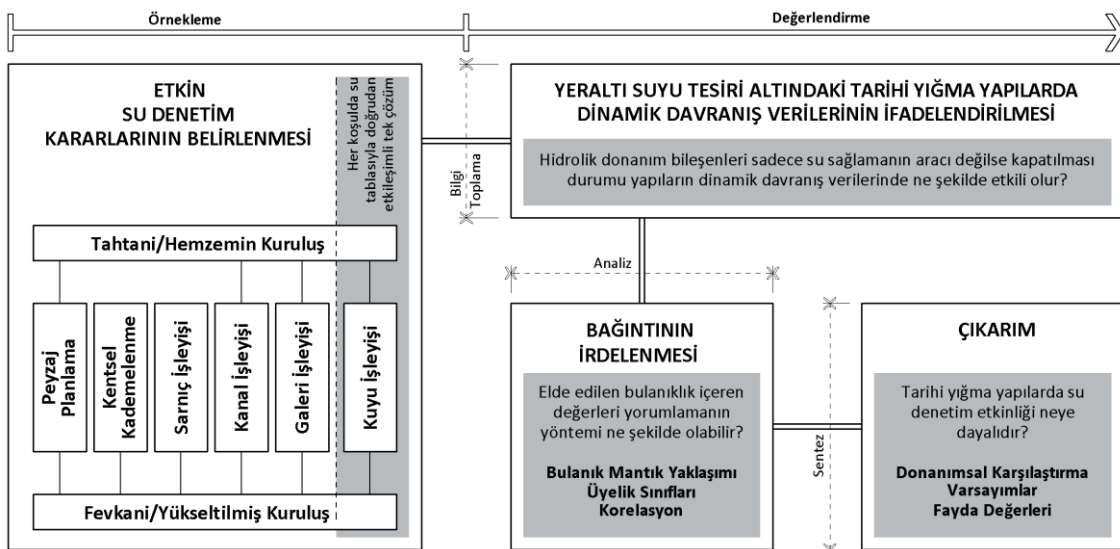
Kuyuların gerçek anlamda yapısal performansa katkıda bulunmak amacıyla yapılmış olması halinde, mevcut keson kuyuların kapatılması/devredışı bırakılması, hidrostatik basınç etkisini somut ve gözlem yoluyla ayırt edilebilecek düzeye ulaştırır. Bozulmalar ifadelendirilmesi yoluyla, işletilmeyen keson kuyular ile hasar göstergelerinin örtüşme oranı belirlenebilir. Koşullara göre benzerlik içeren tekrarlı hasar göstergeleri, rastgele gibi duran ancak diğer taraftan öngörülebilir bir iz sunmaktadır. Gerektiği şekilde risk yönetiminin yapılamaması, nicel bilgilerin sınırlı olduğu durumlarda tutarlı olasılıkların göz ardı edilmesi ile ilgilidir (Çizelge 3.1). Bu durum, değişkenler arasındaki bağıntının tespiti için sistem yaklaşımı arayışını beraberinde getirmektedir.

Çizelge 3. 1 Su denetimi sağlayan tasarım değerleri

ÇÖZÜM YÖNTEMİ		BİLEŞENİN SU DENETİMİNE KATKISI
Arazi Kullanım Organizasyonları	Kentsel Kademelenme	Yamaç suyunun birikmesinin engellenmesi, Erozyonun engellenmesi.
	Peyzaj Planlama	Suyun toplanması, Erozyonun engellenmesi.
Hidrolik Donanım Bileşenleri İşleyişi	Kanallar	Suyun toplanması, Suyu bileşenler arasında dağıtma, Suyun tahliye edilmesi.
	Galeriler	Suyun toplanması, Suyu bileşenler arasında dağıtma, Suyun tahliye edilmesi, Hava akışı ile nem tasfiyesinin sağlanması.
	Kuyular	Su tablasındaki değişimlerin direkt etkileşimli olarak dengelenmesi, Suyun depolanması, Hava akışı ile nem tasfiyesinin sağlanması.
	Su Dolabları	Su tablasındaki değişimlerin direkt etkileşimli olarak dengelenmesi, Suyun depolanması, Hava akışı ile nem tasfiyesinin sağlanması.
	Sarnıçlar	Su tablasındaki değişimlerin kılcal yollarla dengelenmesi, Suyun depolanması, Hava akışı ile nem tasfiyesinin sağlanması.

TARİHİ YIĞMA YAPILARDAKİ YERALTI SUYU DENETİM ETKİNLİĞİNİN BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tarihi yığma yapılar için su denetim pratiği “yere ait olma” halini yansıtan, zemin niteliğini, yalıtım ve drenaj çözümlerini içeren, karmaşık bir bütünü temsil etmektedir. Alanda yapılan morfolojik analize dayanarak, su yönetim elemanlarının tasnifi yapıldığında bütünlük gösteren lokal ayrıntılar saptanabilmektedir. Yeraltı suyuyla etkileşim bakımından sarnıçlar suyun toplandığı depo niteliğindedir. Sarnıçların uygulanmadığı yapılarda sarnıcın işlevsel karşılığı kuyu ile yakalanmıştır. Bu bağlamda, ayrıcalıklı drenaj çözümü gerektirmiş koşullarda keson kuyu içeren yapıların modal parametrelerinin yorumlanması donanımın stabiliteye katkısını görünür kılacaktır. Bu amaçla, bilgi toplama, analiz ve sentez aşamaları aracılığıyla, değerlerin korelasyonunun sınanmasına dayalı bağıntısal model kurulmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1 İstanbul'daki tarihi yığma yapılarda yeraltı suyu denetim etkinliğinin değerlendirilme aşamaları

Bu başlık altında, su denetim etkinliği ile yapı stabilitesi bağıntısını ortaya çıkarmak amacıyla, aktif işletilen veya devredışı bırakılmış/kapatılmış keson kuyu içeren dolayısıyla hidrostatik basınç etkisinde kalan yapıların dinamik davranış verileri sebep-sonuç ilişkisinde irdelenmiştir. Böylece, yapıları suya karşı duyarlı veya tam aksine güçlü kılan karakteristik özellikler bir araya getirilerek, sistemin etkinliği yapısal performansa katkı değeri açısından yorumlanabilmektedir. Bu amaçla, öncelikle, koşulların ve hasarların tespiti için envanter formları ile bilgi toplanıp, ardından bu bilgiler yapı özelinde yorumlanmıştır.

Su ve kâgir kuruluş etkileşimi, sistemin hiperstatik yönünden ötürü salt gözlem ve sayısal modelleme ile okunamamakta, bu durum çevresel koşulların, iç dinamiklerin ve hidrolik donanım işleyişinin bir arada irdelenebildiği yöntem arayışını beraberinde getirmektedir. Toplanan verilerin tipolojiler altında birleştirilemeyen hareketli parametreler oluşu, çok sayıda yapı uygulaması üzerinde sınanan modelin sınıflandırma ve karşılaştırma aşamalarında karmaşa oluşturmaktadır.

Bu gibi belirsiz niteliklerin söz konusu olduğu durumlarda, sayısal değerlerin yalınlaştırılmasıyla genel çıkarımlar yapıldığı örnekler bilim tarihi literatüründe yer almaktadır. “Bulanık mantık” olarak adlandırılan algoritma aracılığıyla, girdileri ve çıktıları çift kutuplu küme teorisi içinde toplayarak, etki değerleri üzerinden yorumlama yoluna gidilebilmektedir.

Tasarım değerleri/donanım işleyişi/hasar göstergeleri bağıntısına ulaşabilmek için, farklı çevre koşulları altında bulunan, farklı kültür katmanlarının parçası olan, en az bir adet kuyu içeren 14 adet yapı seçilmiş, su denetim etkinliğini değerlendirmek amacıyla toplanan veriler bulanık matrisler üzerinde birleştirilmiştir. Her iki uygarlık döneminin mimari ürünü yapılar kronolojik düzende sıralanmış, fevkani/tahtani işleyiş durumunu ifade edebilmek için tanımlanan kısaltmalar ile nitelendirilmiştir (bknz. syf. 59).

Bulanık mantık yaklaşımının bu alanda denenmesindeki amaç yoruma açık veriler aracılığıyla zemin ve yapı davranışlarının dizgesel tekrarından ve eşdeğerliğinden yola çıkarak tutarlı sonuçlar elde edebilmektir. Sistemdeki modellenmesi güç dinamiklere rağmen, olasılıkları ve bulanık değerlere odaklı bir çıkarım hedeflenmiştir. Elde edilen veriler olasılık, varsayım veya kesin bulguları içeren saptamalara dönüştürülmüş, sonuçların tutarlılığı irdelenmiştir.

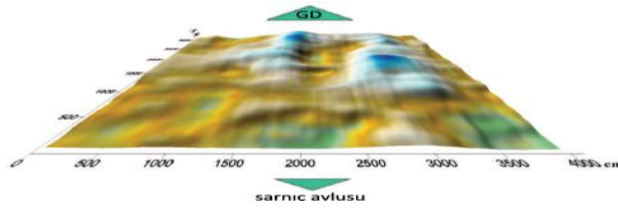
4.1. Hidrostatik Basınç Tesiri Altındaki Tarihi Yığma Yapılarda Dinamik Davranış

Verilerinin İfadelendirilmesi

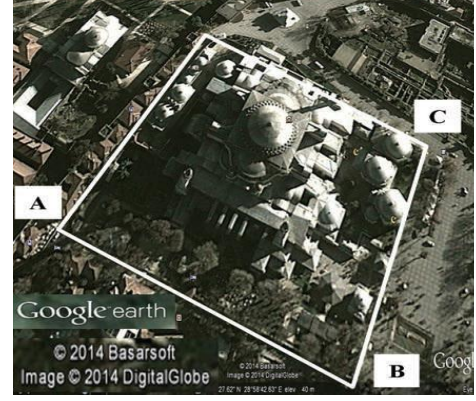
Kuyuların havalandırma, depolama ve tesviye sağlayan işleyişi su tablası seviyesinin denge koşullarını yönetmeye olanak tanımıştır. Keson kuyular, bu niteliğinden ötürü güçlendirme ve müdahale amaçlarıyla kullanım görmüştür. Dinç [2]; kuyuyu bir açıdan, mangaldaki kömürü daha çabuk yakmak için üzerine konan sac boruya benzetmektedir. Bu bağlamda, kuyunun etkin olabilmesi için sadece mevcudiyeti yetmez, belli aralıklarla kaptajın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ögel [260]; bu durumla ilgili uzun süre kapalı tutulan kuyuların suyunun ve havasının yaygın olarak bozulduğu yorumunu getirir. Bu nitelikteki kuyuların boğmak kökünden gelen “bogalık” veya “din” gibi terimlerle anıldığını belirtmiştir. Kapatılan keson kuyular azımsanmayacak derecede hidrostatik basınç meydana getirip, su denetim etkinliğiyle bağıntılı dinamik davranış verilerini yorumlamak için fırsat oluşturmaktadır.

Bu amaçla kurgulanan bilgi toplama aşamasında, yapılarda yeraltı suyu etkisinde gelişmiş tasarım değerlerini, hasar durumlarını incelemek amacıyla envanter formu oluşturulmuş ve modele konu olan her yapı için veri girişi yapılmıştır (EK-B). Tüm bu yapılarda kuyuların varlığı ve işleyişinin sürekliliği jeoradar görüntüleme veya temel açması yapmadan yüzeyde takip edilebilmektedir. Ayrıca, yapıların dinamik davranış verileri hem gözleme dayalı olarak, hem de ilgili kaynaklarda yer alan deneysel/sayısal çalışmalar aracılığıyla elde edilerek yorumlanmıştır. Tüm bu veriler yapıda ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş koşulu, tarihsel süreçte ne şekilde müdahale edildiğini ve güncel geçerlilik durumunu araştırmak için kullanılmıştır.

ÖRNEK1- BH3- (532-537) Ayasofya Kilisesi (Ayasofya Müzesi): Yapı I. Tepe mevkiinde, kuzeyden güneye doğru alçalan bir eğim ile konumlandırılmıştır. Fiziksel çevre koşullarına yapının oturduğu zeminin niteliği üzerinden bakıldığında, poroziteye ve kohezyona karşı güçlü sayılabilecek endeks özellikleri karşımıza çıkar. Zemin etüdlerine göre yapı, grovak-killi şiste oturmakta ve zemine 10,5kg/cm² lık gerilme aktarmaktadır [69]. Bu formasyon, 300 milyon yıl önce Paleosoik Dönem’de oluşmuştur. Bu çok sert bir kaya yapısıdır ve su geçirgenliği yoktur [261]. Diğer taraftan yapının batı ayağında ayazma bulunduğu belgelenmektedir [74]. Bu durum zemin profiline heterojen nitelik kazandırmaktadır (Şekil 4.2).



GPR görüntüleme değerleri		
Aks	Profil derinliği(m.)	Profil sayısı
A	16.25	34
B	25.75	53
C	16.25	32



Şekil 4. 2 Ayasofya Kilisesi zemin GPR görüntülemeleri.

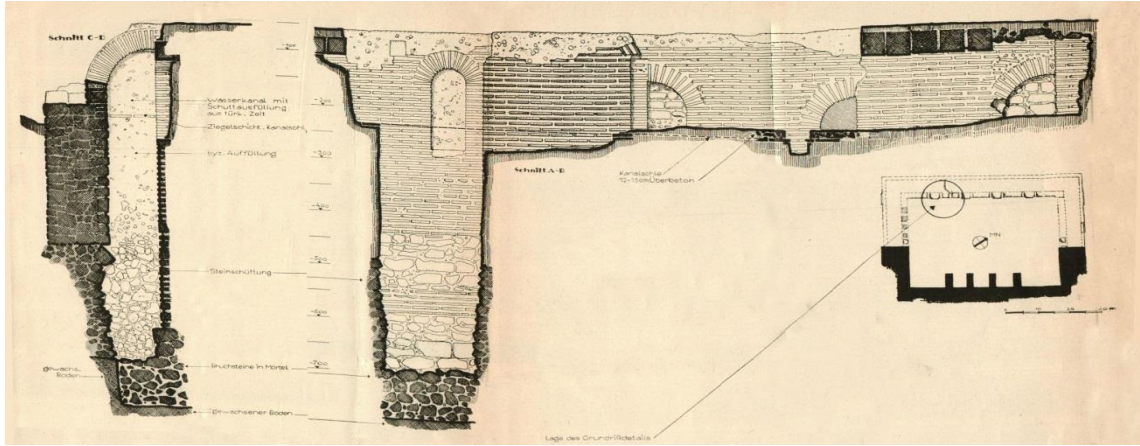
Suyun yayılımını gösteren derinlik konturu haritası ve görüntüleme değerleri [199]

Bu koşullar altında, altyapının ne şekilde güçlendirildiğine baktığımızda tabanda bohçalama olarak tabir edilecek bir kurgu olasılığı karşımıza çıkar. Temelin yapım aşamasına dair rivayetler Evliya Çelebi Seyahatnamesi ile günümüze ulaşmıştır¹. Buradaki mübalağalı aktarımın gerçeğe uygun görünmesi, yapı tekniğine Prokopius metinlerinde de değinilmesinden ileri gelir. Prokopius metninde, ayakların yapımı sırasında taşların birleşme yerlerine kurşun döküldüğünü anlatır. Birleşme, derzlere dökülen kurşunla sağlanmıştır. Kurşun, taşlar arasında her çatlağa akar ve taşların birleşme yerlerinde onları bağlar [75]. Ayrıca Bayraktar [8]; Evliya Çelebi'nin aktarımında geçen hafriyat bekleme sürecinin maksadın yapı temelindeki zemin toprağının sıkılığını artırmak, boşluk suyunun kaçışını temin etmek olabileceği yorumunu getirmektedir.

Yapıda Bizans'a özgü tuğla ile taşın birlikte kullanıldığı almasıık duvar örgü tekniğine hem beden duvarında, hem de kesitlerin yansıttığı ölçüde temel duvarında rastlanılır. Salzemborg Kayıtları'na göre kullanılan taş malzeme Yunanistan, Asya ve Akdeniz Havzası kaynaklıdır. Tuğla ise Rodos Adası'nda üretilmiştir. Ana yapıtaşı biyojenik, gözenekli kireç taşıdır. Birbirini tutan kalsitli kalıplar içerir. Yapı kısmen Bizans kırmızı tuğlasından oluşurken, bağlayıcılar da kalsitli malzeme ve kil ve diğer agregalardan oluşmaktadır [86]. Ayrıca, yapıda kullanılan bağlayıcıların üretim şeklini yansıtan, günümüze ulaşmış belgelere göre yapı harcı geleneksel teknikte tuğla kırıklarının kirecin içine karıştırılması ile elde edilmiştir [74].

¹ Buradaki aktarıma göre; "öncelikle yeri derinleşinceye kadar kazıp ta Ahırkapı beraberliği olunca yeraltından sular belirdi. Tam bir ay bu temel içinde Nemrud ateşleri yakıp kurşun akıtarak sanki mavi kurşun denizi oldu. Bu kurşun denizi temelde yedi yıl durdu [244]".

Gurlitt'in aktarımına göre [74]; kirecin içine arpa, söğüt ve karaağaç bulamacı karıştırılmaktaydı. Sonrasında, kireç ılık haldeyken hamur gibi açılıp, üstüne kesme taşlar döşenmekteydi. Bu karışım taşların yükünü dağıtıyordu. Schneider'in [250] atriumdan geçen kesitleri ise temel kuruluşu hakkında kısmi olarak bilgi edinmemizi sağlar. Buradan ortaya çıkan kesite göre zemin üzerinde, 1m yüksekte harç üzerinde moloz taşlar ile kurulmuş, "riprap" olarak tanımlanan 2m.lik dolgu tabanın üzerine oturan temel duvarı, 3m sonrasında silme ile tamamlanmaktadır. Arseven'in yorumunda [262] kemerlerin varlığına değinilmekte, genel olarak taban ve altyapı kuruluşuna dair benzer bir izlenim oluşturmaktadır (Şekil 4.3). Tüm bu verilere göre yapının malzeme seçimleri ve detaylandırma ilkeleri açısından suya karşı güçlü bir duruş sergilediği yadsınamaz bir gerçektir.



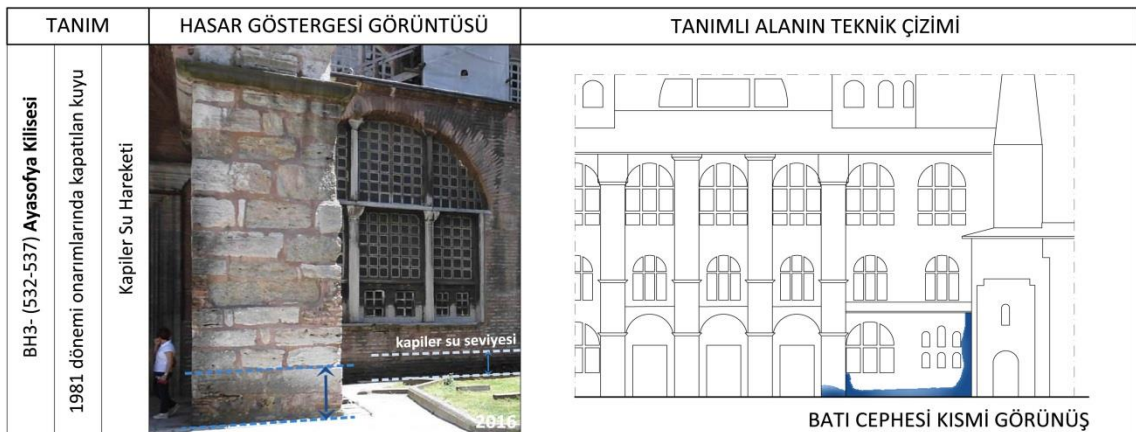
Şekil 4. 3 Ayasofya Kilisesi'nde Atrium'dan geçen temel kesitleri [250]

Her çağda özenle korunan yapının geçirdiği büyük deformasyonların ardından, tamir ve takviyelerle desteklendiği görülür. Kayıtlara geçen ilk hasar göstergesi 558 yılında, temel oturması sonucu kubbe meridyen kesitinin düşeyde 20° eğilmesi ile alakalıdır [80]. Yapının ilk 30 yılında oluşmaya başlayan bu deformasyona müdahale amaçlı kuyularla desteklenmiş payanda takviyesine dayalı bir çözüm geliştirildiği, ancak işleyişin 1981 yılında devre dışı bırakıldığı, yapının bu tarihten sonraki deformasyon döngüsünün söz konusu batı ayağındaki kapatılan kuyuların konumuyla örtüştüğü görülür².

² 2005 yılında ASPEG ekibinin elde ettiği veriler sonucunda, batı bahçesinde yeraltı suyunun etkin olduğu belgelenmiştir. Buradaki kuyulardaki suyun elektrik iletkenlik ve klor analizleri sonucu, şebeke suyu ve yağmur suyundan çok farklı değerler vermektedir. Bu da kaynağın yeraltı suyu olduğunu göstermektedir. Terleyen sütun denilen ve hep nemli olan taşıyıcı sütunun da bu iki kuyuya yakın ve kuzeybatıda olması su damarının bir göstergesi olabilir [261].

Kuyunun kapatılması sonrasında gözlemlenen ilk hasar göstergesi zemin oturmasıdır. Batı bahçesinde 1982 yılında oluşan göçük, nedeni araştırılmadan kapatılmıştır [263]. Aynı süreçte, payandalarda kesme çatlakları oluşumu gözlemlenmiştir. Kubbe destek payandalarının orta kesiminde çatlakların çoğaldığı, aralarının açıldığı, suyun sıva altına girerek buharlaşmadığı, rutubet oluşturduğu ve sıvaları kabarttığı belgelenmiştir. Ayaklarda ise sıvalar ayrılmış, tutuculuğu kalmamış, dökülmeler başlamıştır [249]. Birçok araştırmacı çatlakların sebebini zemin ile ilişkilendirmiştir. Erdik [264]; yapının batı ayağında oluşan anormaliyi rijit cisim harekine bağlamaktadır. Moropoulou [86] ise; derin, boyuna çatlakların kayma veya dönme hareketi kaynaklı olduğu yorumunu getirmiştir. Çakmak [265]; çatlak oluşumunu zemin elastikiyet modülü ile açıklamaktadır. Yakın tarihli incelemelerde belgelenen en önemli yapısal deformasyon, kuzey galerideki kolonda oluşan dönme ve bağlantılı çatlaklardır [28].

Yapı ile kuyunun kesiştiği duvarlarda kapiler su seviyesi serbest gözle algılanabilecek düzeydedir (Şekil 4.4). Ortaya çıkan kararma, yosunlanma ve ayrışma gibi hasar göstergelerinin 2014-2018 yılları arasında her mevsimde mevcut olması, su kaynağının yüzey suyu olmadığı olasılığına ulaştırmaktadır. Ayrıca, araştırmacılar tarafından numuneler üzerinde yapılmış makroskobik ölçümler aynı sonuçta birleşmektedir. Ca, Na ve Mg sülfat ve klorürleri gibi suda çözünebilen zararlı tuzların varlığı taşta bozulmalar oluşturmaktadır. Bu tipteki bozulmalar, yer altı suyunun kapiler etkiler ile yükselmesi ve çözünebilir tuzların hareketi kaynaklıdır. Taşa sürekli etkiyen nemin, suyun tetikleme ile biyolojik ataklar başlamıştır [86]. Zemin koşulları ile uyumlu yapısal dinamik davranış verileri hidrostatik itkinin varlığını doğrulamaktadır.



Şekil 4. 4 Ayasofya Kilisesi’ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Rölöve kaynağı: [266]

ÖRNEK2- BH3- (527-565) Aya Eirene Kilisesi (Aya İrene Müzesi): Bir önceki örnekle aynı alanda bulunan yapı, ilk olarak İsaüralı Leo'nun (717-741) saltanatı döneminde yaşanan bir depremde ağır hasar görmüştür [74]. Peschlow [236]; güneydeki sarnıcın bu depremden sonraki onarımlarda eklendiğini belirtmektedir. Yapının ağır hasar aldığı bir diğer deprem ise 1766'da Osmanlı Dönemi'nde gerçekleşmiştir. Burada yapılan onarımın keşfini ve masraflarını içeren bir hesap defteri; yapının ana kubbesinin ve ikincil kubbesinin zarar gördüğünü yansıtmaktadır [53]. Osmanlı Dönemi kayıtlarında atrium ve batısındaki strüktürlerde, yani kuyu ve sarnıçların denk geldiği alanda "yara doldurması" tabiriyle yapılmış onarımların mevcudiyeti yer almaktadır [267]. Sarnıcın hemen kenarında bulunan kuyunun inşa tarihi ise belirsizdir, sarnıçla birlikte veya sonrasında müdahale amaçlı yapılmış olması ihtimali olasılık dâhilindedir. Günümüzde aynı alanlarda tanımlı hasarlar yinelenmiştir. 2019 dönemi onarımlarında, yüklenici birim tarafından kubbenin çelik kasnak ile takviye edilmesi ve çatlakların askıya alınıp, bitkilenme sorununun çözülmesi hedeflenmektedir.

Yapının sadece güneybatı cephesinde bulunan tanımlı ve tekrarlı hasarlar, itkinin buradaki su kaynağı ile ilişkili olabileceği ihtimalini yansıtmaktadır (Şekil 4.5). Yapının güney batı ayağında üç adet sarnıç ve bir kuyu bulunur. Altuğ [114]; sarnıcı besleyen su kaynağının Hadrianus veya Valens İsale Hatları'yla bağlantılı olmadığını, ayrıca yağmur suyunun da hazneyi doldurmasının olasılık dâhilinde olmadığını Crow'un [143] sayısal hesaplarına dayanarak aktarmaktadır. Bu durumda, suyun, su tablasından temin ediliyor olması ihtimali güçlenmektedir. Ayrıca, İnciciyan [163]; bu sarnıcı "kilisenin yanında acı su ile dolu sarnıç" olarak tanımlamaktadır. Sarnıç aksamının döşeme seviyesi ile bahçe seviyesi arasındaki derinlik 6m.dir [268]. Tezcan'ın aktarımında [221]; sarnıcın en az 15.50m uzunluğunda olduğuna ve bir hayli dolu olduğuna değinilmektedir. Bütün veriler aktif yeraltı suyu potansiyeline işaret etmektedir.

Yapının işlevsel açıdan kullanımına bakıldığında, kilise olarak tasarlanıp, İstanbul'un fethinden sonra cebehane, silah anbarı olarak kullanıldığı, Cumhuriyet Dönemi sonrasında müzeye dönüştürüldüğü görülmektedir [269]. Yapıya yüklenen tüm bu işlevler, esasında, yapının asgari düzeyde nem etkisinde kalmasını gerektirmektedir. Su yönetim altyapısının aynı zamanda bu dengeyi de sağlamış olması mümkündür.

TANIM	HASAR GÖSTERGESİ GÖRÜNTÜSÜ	TANIMLI ALANIN TEKNİK ÇİZİMİ
BH3- (527-565) Aya İrini Kilisesi işletilmeyen kuyu(kullanım dışı bırakıldığı müze müdürlüğünce belgelenen) Duvar ve Kubbe Kesme Çatlakları Oluşumu Kapılar Su Hareketi		

Şekil 4. 5 Aya Eirene Kilisesi’ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Rölöve kaynağı: [236]

ÖRNEK3- BH1- (527-536) Sergios-Bachos Kilisesi (Küçük Ayasofya Camii): Yapı ve çevresi ile ilgili jeoteknik veriler, zemin profilinin erken pliosen devrine ait kil ve marn tabakası olduğunu göstermektedir. Yani, zemin yapısı ince taneli ve koheziftir. Yapının kuzey tarafındaki muayene çukuru zemininin üst 1-1.5m.lik kısmının batma direnci güney taraftaki çukur zemininin direncinden daha azdır. Zemin suyu seviyesi yüzeyden yaklaşık -4m derinlikte bulunmuştur [270]. Mango aktarımında [271]; aktif bir su kaynağı olarak, Aziz Mary Hodegetria Ayazması’nın varlığına değinir. Zemini besleyen tek kaynak ayazma değildir. Yapı, Marmara Deniz Surları’na yaklaşık 20m mesafede konumlanmaktadır. Kıyı hattında olması ve zemin kotunun ve dolayısıyla deniz kotu seviyesinin 10 basamak altında kalması sebebiyle etkin biçimde deniz suyu tesiri altında kalmaktadır.

Yapı plan kuruluşunda alışlagelmişin dışında asimetri ve yapı elemanlarındaki boyut farklılığı dikkat çekicidir. Yapının iki kenarının aynı hizada olmamasına bağlı olarak, sekizgen merkezi örtü tam dik açılı olmayan dikdörtgen çerçeve içinde eğik durmaktadır. Ayrıca, doğuda konumlanan payandalar ve kemerler diğerlerine oranla daha geniş ve heybetlidir [166]. Ağırlık merkezi oluşumu açısından bakıldığında, tüm bu kararların yapıyı deniz doğrultusunda oturmaya karşı daha güçlü kılacak şekilde geliştirilmiş olması olasılık dâhilindedir. Kapatılan kuyunun konumu yaklaşık olarak yapı ağırlık merkezini yakalamaktadır. Deniz doğrultusunda güçlendirme arayışına gidildiği detay çözümlerinde de görülmektedir. Kazı verilerine göre; köşeli apsis duvarının kuzey kenarında testere dişi formunda, tuğla ve horasan harçla örülmüş bir dayanma duvarı saptanmıştır. Bu duvar muhtemelen doğuda gevşek zemin üzerine oturan, ağır yapının bu yönde kaymasını önlemek amacıyla yapılmıştır. Konstrüksiyon açısından altyapıya bakıldığında suyun düşeydeki ilerleyişine set oluşturabilecek yatay blokların temelde kullanımı dikkat çekicidir. Kazı verilerine göre apsisin güneyine doğru yüzeyden yaklaşık -0.70m aşağıda, dikdörtgenler prizması şeklinde, 2.20x1.50x0.40m boyutlarında, yeşil od taşı bloklar, birleşme yerleri üst üste gelmeyecek şekilde aşırı olarak herhangi bir harç kullanmadan üst üste konulmuştur. Bu bloklar üzerine yapı duvarları inşa edilmiştir. Bina içine ve dışına doğru yerleştirilmiş bu yassı bloklar, yüksek ve dar bloklar yerine kullanılarak, binanın hareketliliği karşılanmış ve muhtemel bir kayma bu biçimde önlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.6a) [51]. Ayrıyeten, yapının kütle modülasyonu kıyıda olmanın gerektirdiği parçalanmaları sağlamaktadır. Yapının güneybatı köşesine esas bloktan bağımsız olarak çalıştırılmış düşeyde yüksek kütle eklenmiştir (Şekil 4.6b).



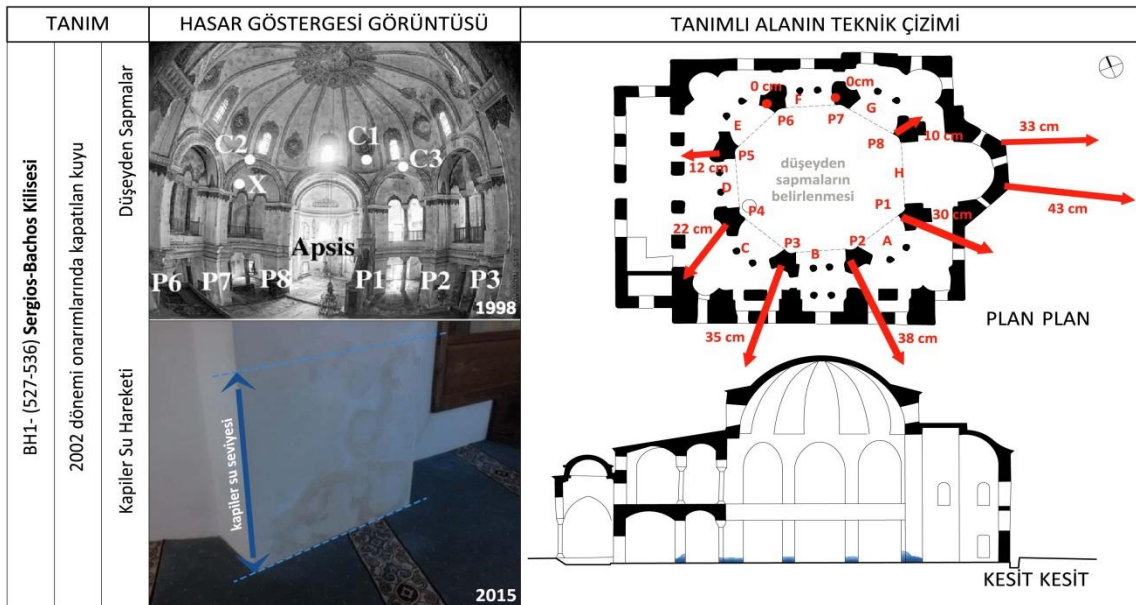
a-Yapı tabanında geniş ebatlı yatay taş blokların kullanımı [51]



b- Ayrı blok kuruluşu [272]

Şekil 4. 6 Sergios-Bachos Kilisesi'nde suya karşı geliştirilmiş uygulamalar

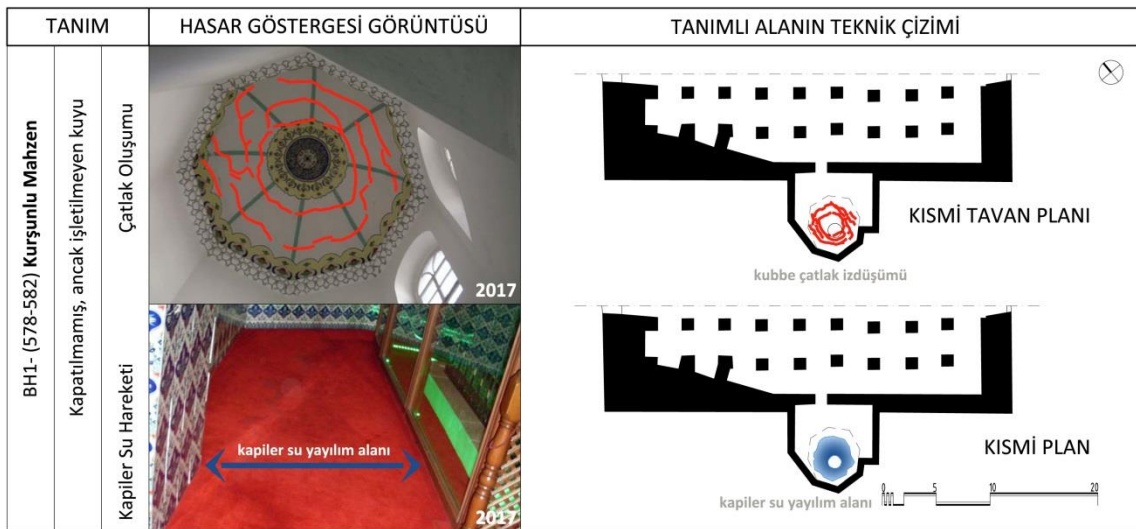
Mevcut kuyunun kapatılmasının ardından, 1980 sonrasında kayıtlara geçen hasarlar onarımlar sonrasında yinelenme eğilimindedir. Alkış [272]; yapıdaki hasarı sıklıkla aynı noktalarda tekrarlanan sistematik deformasyonlar ve daha yeni derin çatlaklar olarak ikiye ayırmıştır. Aynı yayında, temel oturmasını tetikleyen titreşim ve yeraltı suyu akışı gibi hareketlerin gelişime açık çatlaklar oluşturduğu yorumu getirilmiştir. Bazı derin çatlakların 20 senede 1cm açma yaptığı belirtilmiştir. Massanas [273]; yapıdaki çatlak oluşumunu beş farklı türe ayırmıştır. Buna göre, kubbe yayı kesitlerinde, apsis yayının bitişinde, nişin yarı dairesel kemer üst dolgusunda, tonozlarda ve kubbe merkezinde çatlaklar mevcuttur. Tek taraflı oturmaya işaret eden, yapının güvenliğini etkileyebilecek düzeyde eğilme ve çökme kayıtlara geçmiştir. 1995 yılı verilerine göre kubbe tabanı doğu-batı doğrultusunda 50cm doğuya, kuzey-güney doğrultusunda ise 25cm kuzeye doğru eğiktir. Bu, eğer yapımda bir hata yoksa açıklığın 0,03 kadar çökmeyi gösterir [270]. 2001 yılı verilerinde aktarılan sonuç deniz doğrultusunda artan ötelenmeye işaret etmektedir. Eğilme deformasyonu, merkezi sekizgendeki 9m yükseklikte sekiz sütunun ve 10m yükseklikteki apsis duvarının yaklaşık 40cm ötelenmesine bağlıdır [272]. Güncel hasar göstergeleri takip edildiğinde, su etkisinin ağırlıklı olarak yapının güney dış duvarlarında ve kuyunun konumlandığı alanda yoğunlaştığı görülür (Şekil 4.7). Heterojen yayılım gösteren kılcal hareketin, zemin taşıma gücünü düşürüp, ileride tekrar farklı oturmalara sebep olması olasıdır.



Şekil 4. 7 Sergios-Bachos Kilisesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Rölöve kaynakları: [166], [272]

ÖRNEK4- BH1- (578-582) Kurşunlu Mahzen (Yeraltı Camii): Yapı Galata Suru'nun burç ve hisar kısımlarından oluşmaktadır. Deniz surunun bir parçası olması bağlamında, suya karşı alınmış tedbirleri içermektedir. Surun etrafı, ayrıca bir hendekle ihata edilip, bir kısmı denizden alınmak suretiyle su doldurulmuştur [262]. Bu yüzden konstrüksiyon sürekli su ile temas halinde bulunmuştur. Küçük Kıyamet olarak adlandırılan 1509 depreminde, kıyı şeridinin sular altında kaldığı kayıtlarda görülmektedir. Bu depremde Galata Surları hasar almıştır: surların büyük bir bölümünün kuleleriyle birlikte yıkıldığı, önlerindeki hendeklerin enkaz ile dolduğu belirtilmektedir. Yazılı belgeler depremden sonra surların onarıldığını doğrulamaktadır [11]. Sonrasında, 1894 Depremi'nde yapının kule şeklindeki minaresi yıkılmış, yerine başka bir minare yaptırılmıştır [174].

Yapının güncel dinamik davranışı incelendiğinde su ile etkileşimli veriler bir araya getirilebilmektedir (Şekil 4.8). Suyu yönetmek için uygulanmış keson kuyu önlemi ile yapıda bulunan güncel hasar göstergeleri aynı mekânda kesişmektedir. Yapı bünyesinde, tıpkı yıkılan kule minare gibi düşeyde yüksek blok sayılabilecek bir blok; bir burç daha bulunmaktadır. Bu mekânda türbe ve başucunda kubbe aksını karşılayan bir kuyu yer alır. Buradaki kuyunun yüksek modülün yapacağı oturma hareketlerine karşı bir önlem olduğu ve işletilmediği için hasar göstergelerinin yüzeye çıkmış olması olasılıklar dâhilindedir. Sekizgen kasmağa oturan kubbede gözlemlenen yatayda birleşen çatlaklar oturmaya işaret etmektedir. Ayrıca, kuyu etrafında yayılım göstermiş kapiler su ve tuzlanma izi görsel olarak tespit edilebilecek düzeyde belirgindir.



Şekil 4. 8 Kurşunlu Mahzen'deki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Rölöve kaynağı: [190]

ÖRNEK5- BH1- (717) San Paolo Kilisesi (Arap Camii): 1303 tarihli belgede yapının inşa edildiği alanın konumu adım hesabına göre denizden 43.34m uzaklıkta kalacak şekilde tanımlanmaktadır [182]. Bu durum yapının körfezin ucunda, gevşek Haliç çökellerine oldukça yakın bir mesafede bulunduğunu doğrular. Aynı belgeye göre etrafı bağlar ile sarılmıştır ve bir adet kuyu bulunur. Palazzo kayıtlarında son restorasyonlarda kapatılan kuyunun Mahkeme Caddesi üzerindeki büyük kapının civarında bulunan izlerine değinilmektedir. Kuyunun izler halen mevcuttur ve yapının eğilme potansiyeli yüksek düşey kütlesi olan kare kesitli kulesinin altına denk gelmektedir. Hem yapıya hem de su denetim altyapısına Osmanlı Dönemi'nde farklı eklentiler yapılmıştır. Son cemaat mahfili içinde bu dönemde eklenen aktif işletilen bir kuyu yer almaktadır. Ayrıca, yine bu dönemde avlu içine sarnıç ve şadırvan eklenmiştir [274].

Net bir dikdörtgen plan üzerinde kurulu olan ana bloğa, çan kulesi plan dışına taşan, tonozlu revakla birlikte eklenmiştir (Şekil 4.9). Düşeyde yüksek kütlenin bağımsız çalıştırılması zemin oturmalarını yönetme açısından olumlu bir karar sayılabilir. Yapının ahşap üst örtüsünün de kıyı hattında düşey yük aktarımını hafifletme arayışıyla uyumlu olduğu görülür. Onarım kayıtları, yapının 1595 Dönemi ve sonrasında belli dönemlerde sadece yangınlar sebebiyle müdahale gördüğünü belgelemektedir [171]. Yapının 2011 yılı onarımlarında su ile bağlantılı bir müdahale yer almaz ve güncel dinamik davranışını belirlemeye dayalı gözlemlerde herhangi bir hasar göstergesine ulaşılmamaktadır.

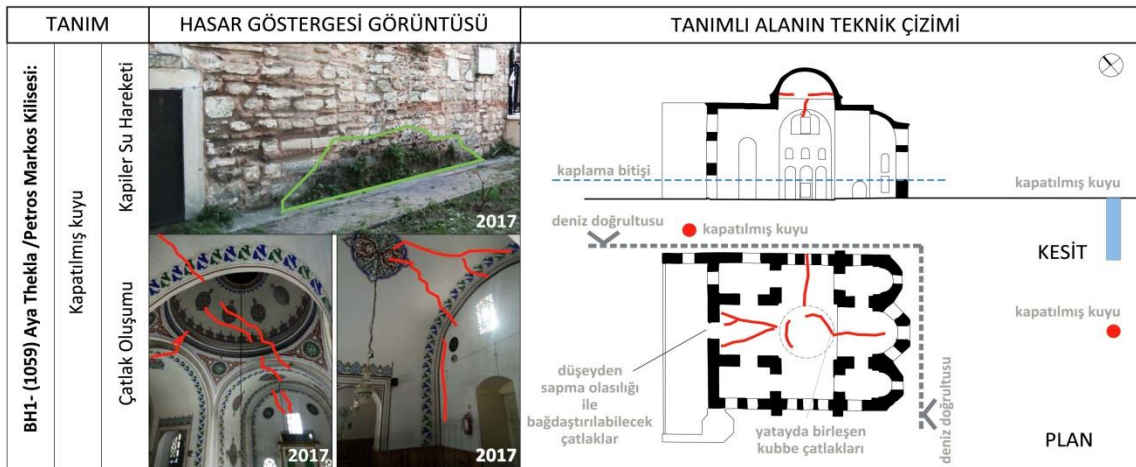


Şekil 4. 9 San Paolo Kilisesi ana bloğu ve kule ile kesişimi

ÖRNEK6- BH1- (1059) Aya Thekla /Petros Markos Kilisesi (Atik Mustafa Paşa Camii):

Şehit Thekla'ya adanan yapı, aynı maksatlı diğer yapılar gibi kentin sınırları dışında bulunmaktadır [75]. Yapı, deniz surlarının 20m dışında ve deniz seviyesinin 5m yukarısında yer almaktadır. Çevre kotu toprak ile dolarak yükseltildiği gibi iç döşeme seviyesi 1.50m yukarıya çekilmiştir [275]. Yapının yaşam sürecinde maruz kaldığı itkiler kısmen tanımlıdır. 1509 Depremi sonrasında çöken kubbesinin tekrar oluşturulduğu düşünülmektedir. 1894 Depremi'nde ise minaresi yıkılmış ve tekrar yapılmıştır [276]. Bir önlem olarak ilave minarenin deniz hattından içeri çekilerek, yapıdan dilatasyon ile kopartıldığı görülmektedir. Suyun aşındırıcı etkisine karşı alınmış bir önlem de deniz doğrultusundaki, bahçe içindeki muhdes dolgu altında kalan iki kuyudur.

Güncel hasar göstergelerinde duvarda bulunan kesme çatlaklarının üç ayrı doğrultuda, tonoz ekseni boyunca devam edip kubbe kasnağında sonlandığı görülür (Şekil 4.10). Strüktürel açıdan, simetrik haçvari plan kurgusunda kubbenin dört tarafından beşik tonozlar ve L planlı taşıyıcı ayaklar ile desteklenerek sağlamlaştırıldığı düşünülmektedir. Deniz doğrultusunda artma eğilimindeki çatlak profili zemin oturmasına işaret etmektedir. Bu durum, yapının kuzey-güney aksında düşeyden sapma olasılığını sorgulatmaktadır. Ayrıca, harcın içindeki tuzların çözülmesine, taş yüzeylerin kararmasına ve yosunlanmasına bağlı malzeme bozulmalarına yapının denize bakan doğrultudaki cephelerinde rastlanmaktadır. Suyun kılcal hareketi dış cephede belirgin, iç mekânda ise parapet seviyesinde biten lambri kaplamaları sebebiyle örtülmüş durumdadır. Bu bitiş detayının da yoğunlaşmaya sebep olması olasılık dâhilindedir.



Şekil 4. 10 Aya Thekla Kilisesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.

Rölöve kaynağı: [166]

ÖRNEK7- BH2- (1292) Pammakaristos Manastırı (Fethiye Camii): Yapı V. Tepe'nin Haliç'e yönelen yamaç eteği üstünde kurulmuştur. Ogan [277]; bu koşullarda eğimli arazide zemini düzleştirmek için sarnıcın bir araç olduğunu, kubbeden gelen düşey yüklerin karşılanmasını sağladığını, bu uygulamanın yapısal güvenliğin sürekliliği için kurulduğu yorumunu getirir. Burada, ayakların mukavemetini, kubbeni stabilitesi için ön koşul olarak görür. Zemin oturma alanının en düşük kot seviyesinde bulunan sarnıç, günümüzde beton dökülerek kapatılmış olan 3 adet kuyu ile bağlantılıdır.

Yapının hasar geçmişi kayıtlarında Eyice'nin [278] kuzey dış duvarların bir kısmının yok olduğuna ve ilavelerle kapatıldığına değindiği görülür. Yapının, strüktürel açıdan zayıf noktasının, güçlendirilmeye çalışılmış ekseninin bu aks olduğu görülmektedir. 2017'de toplanan gözleme dayalı veriler, kubbe merkezinde ve kuzey ayakta yoğunlaşan bozulmaları içerir (Şekil 4.11). Yoğun nem etkisinde kubbeyi taşıyan ayaklarda ve kuzey cephe beden duvarında sıva kabarmaları ve çiçeklenmelerin geliştiği gözlemlenmiştir. Söz konusu bozulmalar, sadece sarnıç etrafıyla sınırlı kalmayıp, aynı mekânın beden duvarlarında da hasar göstergeleri oluşturmuştur. Kubbe pencereleri üzerine inen meridyen çatlaklar, oturma hareketi olasılığına işaret eden, keskin yatay çatlaklarla birleşmiştir. Sarnıç ve kuyu ile kurulmuş drenajın etkinliğini kaybetmesinin bu anlamda zeminde dengesiz yüklemelere sebep olması olasıdır.

TANIM	HASAR GÖSTERGESİ GÖRÜNTÜSÜ	TANIMLI ALANIN TEKNİK ÇİZİMİ
BH2- (1292) Pammakaristos Manastırı 2007 dönemi onarımlarında kapatılan kuyular ve sarnıç Çatlak Oluşumu Kapılar Su Hareketi		

Şekil 4. 11 Pammakaristos Manastırı'ndaki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Rölöve kaynağı: [177]

ÖRNEK8- OT1- (1566) Kurşunlu Han: Kıyı hattında kalan Galata Surları'na paralel olarak inşa edilmiştir. İki doğrultuda komşu parsellere bitişik nizamdadır. Yapı II. Theodosius Dönemi'ne ait Honorius Forumu'nun yerinde bulunur [126]. Andon Ayazması da burada yer almaktadır [279]. Avlu girişinin yanında korint üslubunda oyularak kullanılmış bir kuyu bileziği bulunur. Kuyu, akantus yaprakları formundan ötürü arkeologlar tarafından [280], Honorius Forumu'nun bir parçası olarak hep burada bulunduğu düşüncesiyle 5.yy. ile tarihlendirilmiştir. Yapının aynı alanda inşa edilip, 16.yy.da yıkılan Genova Kilisesi San Michele'in yerinde konumlandırılması [183] ve kuyunun aktif işleyişini günümüze kadar sürdürmüş olması, aynı kuyunun farklı tarihsel katmanlarda sürekli etkin olduğuna dikkat çeker. Yapının güncel dinamik davranışını belirlemeye dayalı gözlemlerde ise herhangi bir hasar göstergesine ulaşılmamaktadır.

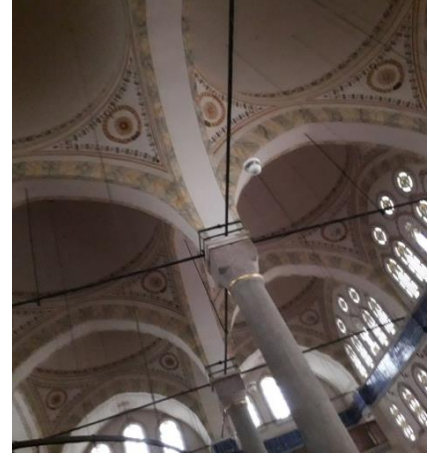
ÖRNEK9- OT1- (1573) Piyale Paşa Camii: Haliç'ten 400m kadar içeride, Kaptanıderya Piyale Paşa'nın yapı için gerekli malzemenin taşınması için açtığı kanalın bitiminde, Kasımpaşa Deresi Vadisi'ni doğu ve batıdan saran tepelerin arasında yer alır [192]. Sel sularının taşıdığı alüvyonlar sıklıkla buradaki dere yatağını doldurmaktadır [281]. Zemin mukavemetini esas alan birçok tasarım değeri okunaklıdır (Şekil 4.12). Yapı ile Kasım Paşa Deresi arasına yeşil bir bant/bostan aracılığıyla set çekilmiştir. Bostan merkezinde dolap kuyusu bulunmakta, dere ile kesişim sınırında ise belli aralıklarla dağıtılmış kuyular yer almaktadır. Ayrıca, Kasım Paşa Deresi ıslah sürecinde çözüm olarak hat boyunca kuyu eklendiği bilgisine belgelerde ulaşılabilmektedir [282]. Yapısal çözümlerde de yine güçlendirme arayışını yansıtan karar olasılıkları karşımıza çıkar. Bostan doğrultusunda oluşturulmuş tampon bir su katı, alışlagelmiş düzenin dışında avlu alt kotunda kalan şadırvanı destekler. Ayrıca, dere doğrultusundaki cephelerden biri 2m genişliğinde kalın ayaklara oturtulan kemerler dizisi ile diğeri ise destek payandaları ile güçlendirilmiştir. Yapıda, tek bir minare, zeminin suya doymu olmadığı doğrultuda konumlandırılmıştır. Açıklık ise tek defada geçilmemiş, altı eşdeğer kubbe aracılığıyla düşey gerilmeler dağıtılmıştır. Belgelerde görüldüğü haliyle yapının geçirdiği onarımlar 1783 ve sonrasına denk gelmektedir. Yapıda su ile bağlantılı bozulmalar dair bir kalem bulunmasa da donanım bileşenlerini birbirine bağlayan suyollarına yapılan bakım işlemine sıklıkla değinilmektedir [281]. Yapının güncel dinamik davranışını belirlemeye dayalı gözlemlerde ise herhangi bir hasar göstergesine ulaşılmamaktadır.



a-Destek payandaları



b-Kalın payeli kemerler

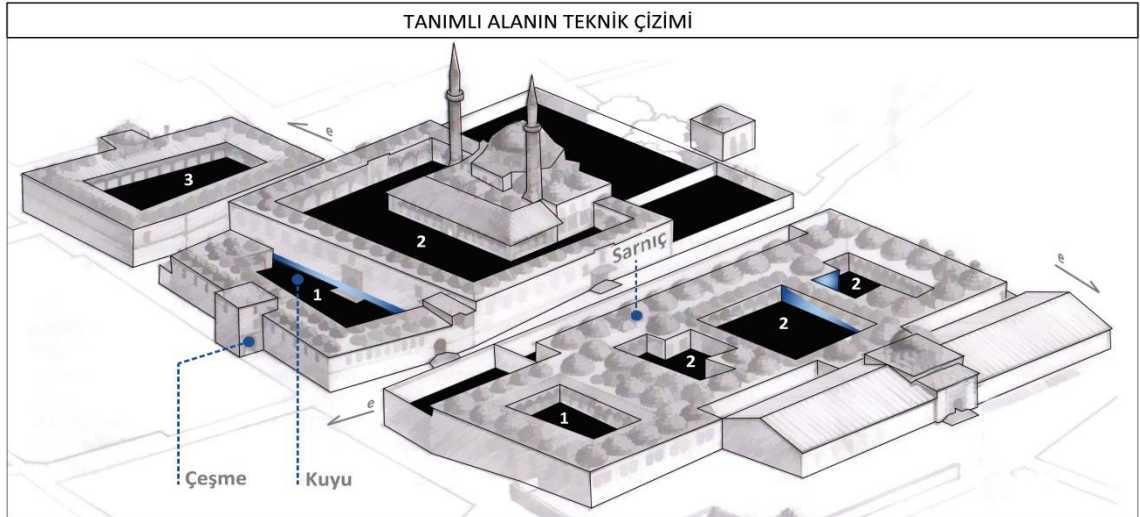


c- Altı kubbe ile geçilen açıklık

Şekil 4. 12 Piyale Paşa Camii zemin ve yapı mukavemetinde etkili tasarım değerleri

ÖRNEK10- OT1- (1580) Şemsi Paşa Külliyesi: Vezir Şemsi Ahmet Paşa tarafından, Üsküdar kıyılarında bir burun üzerinde yaptırılmıştır [179]. Avlu, külliyei oluşturan L biçimli plan oturumuna sahip medrese ve cami bloğunun kesişim alanıdır. Avlu içinde, medrese birimine yakın konumda bulunan kuyunun sürekli mevcudiyeti ve işleyişi 1945 ve sonrasındaki kayıtlardan takip edilebilmektedir. 2010 dönemi onarımlarında yapıdaki kuyu ve atık su sistemi önemsenerek korunmuş, bu amaçla avlu kotu özgün seviyesine indirilmiştir [283]. Yapının güncel dinamik davranışını belirlemeye dayalı gözlemlerde ise su ile bağlantılı herhangi bir hasar göstergesine ulaşılmamaktadır.

ÖRNEK11- OT1- (1583) Atik Valide Sultan Külliyesi: Üsküdar'ın en yüksek tepelerinden birinde, kuzey-doğu ve güney-batı yönlerinde alçalan bir yamaç üzerinde kurulmuştur. Bu sebepten ötürü arazide oluşan 11.5m kot farkının, bloklarla parçalanarak, üç ayrı kademeye ayrıldığı görülür. Merkezde en yüksek konumda cami bulunur. Bir alt kademede medrese yer alır. Yamacın en alt kot seviyesinde, medrese avlusunda bir adet kuyu bulunur. Kuyu, devredildiği vakfın tekelinde olup, işletilememektedir. Çevreleyen duvar boyunca, yosunlanma ve kararma, ihata duvarının bulunduğu en alt kotta kararma ve tuzlanma gibi hasar göstergeleri yer almaktadır. Arazinin güney-batı yönündeki yamacın alt kotunda ise kervansaray yer alır. Kervansaray günümüzde moloz dolu olan sarnıç üzerinde yükseltilmiştir. Yapı beden duvarında artan kılcal su hareketi donanımın su yönetimindeki etkinliğini doğrular (Şekil 4.13). 2013 onarımlarında sütun kaideleri yenilenmiş, çatı örtüsündeki bitki sorunu çözülmüştür [284]. Ardından, 2016 yılında başlatılan onarımlar halen devam etmektedir.

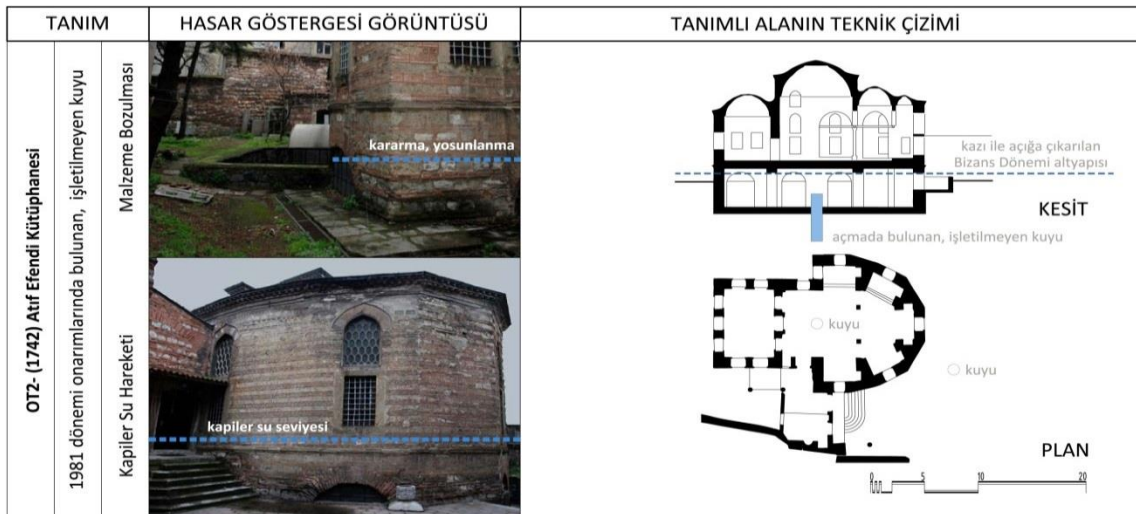


Şekil 4. 13 Atik Valide Sultan Külliyesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Çizim kaynağı: [168]

ÖRNEK12- OT2- (1595) Gazanfer Ağa Medresesi: Hasodabaşı Gazanfer Ağa tarafından [11], Haliç'e akan hafif meyilli bir yamaç üzerinde yaptırılmıştır. Yapının batısında Bozdoğan Kemerı yer almaktadır. Bu kesişim, kemer yükseltisinin gölgesi sebebi ile rutubet ve nem sorunlarını beraberinde getirmektedir. Kemere paralel olarak ayrılan galeri hattı yapı parsel duvarı ile kemer arasında havalandırma koridoru oluşmasını sağlamıştır. Komşu parsel ile yapı arasında bulunan istinat duvarının Bozdoğan Kemerı ile kesişim noktasında, duvar boyunca yükselecek şekilde bir adet kuyu çözümlenmiş, bu şekilde galeri hattı deşarj edilmiştir. Yapının güncel dinamik davranışını belirlemeye dayalı gözlemlerde ise su ile bağlantılı herhangi bir hasar göstergesine ulaşılmamaktadır.

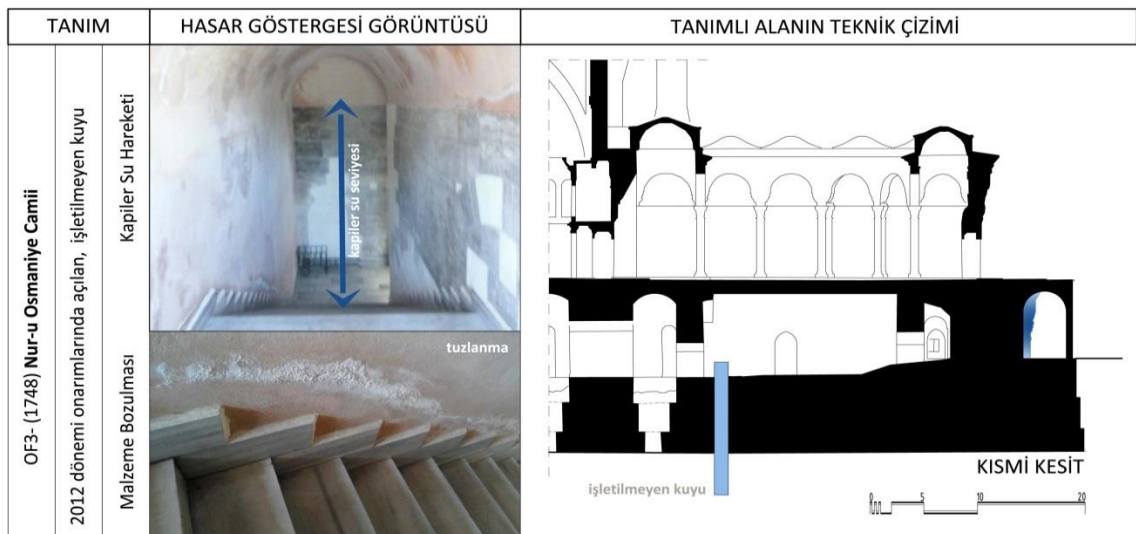
ÖRNEK13- OT2- (1742) Atıf Efendi Kütüphanesi: Kitaplık birimini yoldan koparan mekânlar topluluğu ile bağımsız bir blok oluşturacak şekilde planlanmış, dışarıya kemerlerle açılan bir bodrum üzerine oturtulmuştur. Böylece kütüphanenin altında hava akımı oluşturulup, kitaplar rutubetten korunabilmiştir. Ancak, kemerler örülerek kapatılmış ardından 1967 yılına kadar moloz dolu olarak kullanılmadan kalmıştır [285]. Bu dönemde, drenaj ağının birbiriyle bağlantılı işleyişini vurgulayan etkileşimli bir süreç yaşanmıştır. Toprak altında gizli kalmış sarnıç ve kuyudan oluşan altyapı, yeraltı suyu yükselişi sonucunda dikkat çekmiştir. Taşlıkta bulunan mevcut kuyunun içerisine sızan su, müze müdürü tarafından fark edildiğinde, lağımdan kireçli su döküp, suyun hareketini takip etme yoluyla, sızıntının yönü ve suyun esas kaynağı aranmıştır. Bu döneme kadar tek katlı, toprak yüzeyinde kemerlere oturduğu düşünülen yapının zemininin kazılmasıyla Bizans Dönemi'ne ait gizli bir kat ve içerisinde 10m derinliğinde bir kuyu bulunmuştur [286].

Bu durum, hidrolik basınç etkisinin su yönetim ağındaki bütün bileşenlere itkiyeceğini belirgin biçimde yansıtır. 2013-2018 yılları arasında ikinci defa aynı sebeplerle onarım görmesi, sorunun kaynağı için olasılıkları altyapının işlev değişikliğine ve kuyunun işletilmemesi sebeplerine yönlendirmektedir. Köseoğlu [287]; kitapların havalandırılmayan bodrum katta çürüdüğünü aktarmaktadır. Aynı durum yapı için de söz konusudur. Kapatılan kuyu civarında yoğunlaşır biçimde kat silmesinin altında kalan hatta kararma, yosunlanma ve kılcal su hareketini dönemlerde tekrarlı olarak görmek mümkündür (Şekil 4.14).



Şekil 4. 14 Atıf Efendi Kütüphanesi'ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri.
Rölöve kaynağı: [252], fotoğraf kaynağı: [287]

Yapıya dair kayıtlarda, yapının altının kuru bir mahzen olup, sonradan suların sızması suretiyle sarnıç haline gelmiş olabileceği, Mahmutpaşa yokuşundaki çeşmenin suyunun buradan beslendiği bilgisi yer almaktadır [289]. Toprak ile etkileşim halindeki tampon katta, itkiyecek boşluk suyu basıncını düşürebilecek detaylar da bulunmaktadır; duvar üzerinde havalandırma menfezleri, plan merkezinde ise kuyu bulunmaktadır. Literatürde, mevcut kuyu hafriyat aşamasında açılmış sondaj kılavuz kuyusu olarak görülmektedir [105]. Ancak bu donanım bileşeni aynı zamanda tahliye kuyusudur ve boşluk suyu basıncının bertaraf edilmesi, kuyunun işletilmesine bağlıdır. Yapının 2012 dönemi onarımlarında müdahale edilen su ile bağlantılı hasar biçimlerini Durak [290] etraflıca aktarmaktadır. Buna göre; atıl bırakılan bodrum kata moloz dolmuş olması, suyun tahliye edilemeyip alanın tamamına yayılmasında başlıca etken sayılmıştır. Havalandırma pencerelerinin kapalı tutulmasına bağlı olarak mantar, kalker ve sarkıt gelişimine değinmiştir. Ayrıca duvar içerisinde kullanılan kenetlerin, rutubet etkisiyle korozyona uğramasının duvarda şişme ve parça kopmalarıyla neticelendiğini aktarmıştır. Dönem onarımları esnasında duvarlar mikro kumlama ile temizlenerek, kirden arındırılmış, havalandırılma boşluklarının sürekli açık kalması sağlanmıştır. Ancak, geçen süreçte gelişen bozulmaların güncel yansımaları, kararma, yosunlanma, tuzlaşma, ayrışma gibi fiziksel hasarların, bu denli kısa sürede kısmen tekrarlandığını göstermektedir (Şekil 4.16). Bir önceki onarımlarda yapılan müdahaleler içerisinde eksik kalmış olabileceği varsayılan değer; kuyunun kılavuz kuyu niteliğiyle korunmasının yanı sıra kaptaj yapılarak aktif işletilmesi gerekliliği olabilir.



Şekil 4. 16 Nur-u Osmaniye Camii’ndeki su ile bağlantılı hasar göstergeleri, Rölöve kaynağı: [96]

4.2 Bağıntının İrdelenmesi

İncelenen yapılarda kuyuların işleyiş durumu net bir şekilde tespit edilebilirken, bileşenlerin hangi parametreleri yönetmek amacıyla tasarlandığı ve kuyu etkinliğinin yapıların dinamik davranış verilerini ne şekilde etkileyebileceği konularında tutarlı benzerliklerin yanı sıra, değerleri karşılaştırma ve sınıflandırma açısından belirsizlikler ve zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bu gibi durumlarda, belirsizlikleri yorumlamaya yarayan yöntemlerden birisi bulanık mantıktır. Yaklaşım, belirsizlik ortamında akıl yürütülen önermelerin modellenmesiyle tekrarlar üzerinden kanıya varılmasını sağlamaktadır. Bulanıklık içeren bir problemin analitik sorgulama yoluyla çözümlenebilmesi için konu ile ilgili araştırmacıların [291], [292], [293] öngördüğü başlıca üç işlem vardır. Buna göre, öncelikle problemin parçalara ayrılıp, aşamaların hiyerarşik olarak sıralanması gerekir. Ardından, değerlendirilecek tüm veriler için bulanıklaştırma/sınama/durulaştırma matrisleri kurulup, ölçütlerin bağıntıdaki göreceli etkinliğinin tespiti yoluyla çıkarıma ulaşmak mümkün görülür. Bu bağlamda, tarihi yığma yapılarda su denetim etkinliğinin bulanık yaklaşım aracılığıyla değerlendirilmesi sebep-sonuç etkileşimine sahip iki aşamayı içerir;

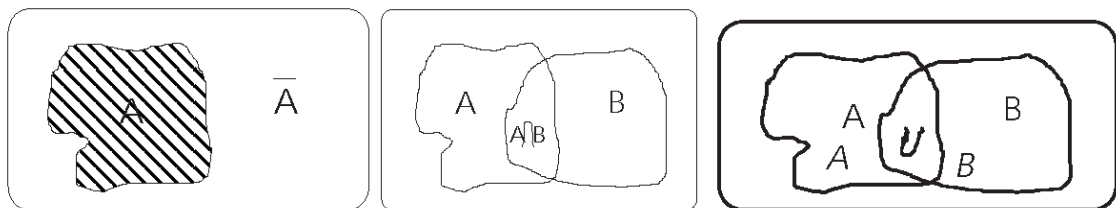
- bileşenin kullanılmasını gerektirmiş çevresel koşulların belirlenmesi,
- bileşenin işleyişiyle yapının performansı arasındaki bağıntının yorumlanması yoluyla gerekli yapılandırma oluşturulabilir.

4.2.1 Bulanık Mantık Yaklaşımı

Bulanık Mantık, 1960'larda Lütü Zadeh tarafından ortaya çıkarılmış değerlendirme, kontrol ve karar verme sistemidir. Bu yaklaşım klasik mantığın yetersiz kaldığı; keskin değerlerin ve hassasiyetin bulunmadığı durumlarda değerlendirme yapabilmek için alternatif yol oluşturmaktadır. Klasik mantık tanımlı değerler üzerinden işlerken bulanık mantık geçerli aralığa, olasılıklara odaklıdır [14]. Zadeh [294] yaklaşımı matematik alanında çıkarımlar yapmak amacıyla kullanmıştır. Günümüzde geliştirilmiş haliyle, Mamdani ve Sugeno çıkarım yöntemleri ağırlıklı olarak tercih edilmektedir [292]. Yaklaşımın yazılıma dönüştürülmüş hali iklim, yağış gibi lineer olmayan değişkenlerin bulunduğu coğrafi bilgi sistemleri alanında sıklıkla kullanılmaktadır.

Lisansüstü araştırma veri tabanında mimarlık alanında karar verme süreçlerinde, mühendislik alanında yapıların deprem güvenliğini [13] veya su etkisiyle köprü ayaklarında oluşan oyulmaları [12] sınamak amacıyla modelden faydalandığı görülmektedir. 2016 yılında anıtlarda yapısal güvenliği izleme sürecinde belirsizlik ölçütünü Lorenzoni'nin [295] hasar etkenlerine ulaşacak şekilde ele aldığı, yine aynı yıl içinde Ortiz'in [296] belirsiz kümeleri kullanarak koruma açısından yapısal güvenlik gerektiren içeriğe ulaşmayı denediği görülür. 2017 yılında ise Prietro [297] tarafından çoklu doğrusal regresyon ve bulanık kümeler aracılığıyla anıtların yapısal performans değerleri karşılaştırılmalı biçimde yorumlanmıştır. Tüm bu örnek altyapı izinde geliştirilip, araştırmanın problemine uyarlanan sına yöntemi, hidrolik donanımın belirsizlikler içeren çalışma prensibini okuma açısından herhangi bir makinenin işleyişinin değerlendirilmesine özdeş bir yol sunmaktadır.

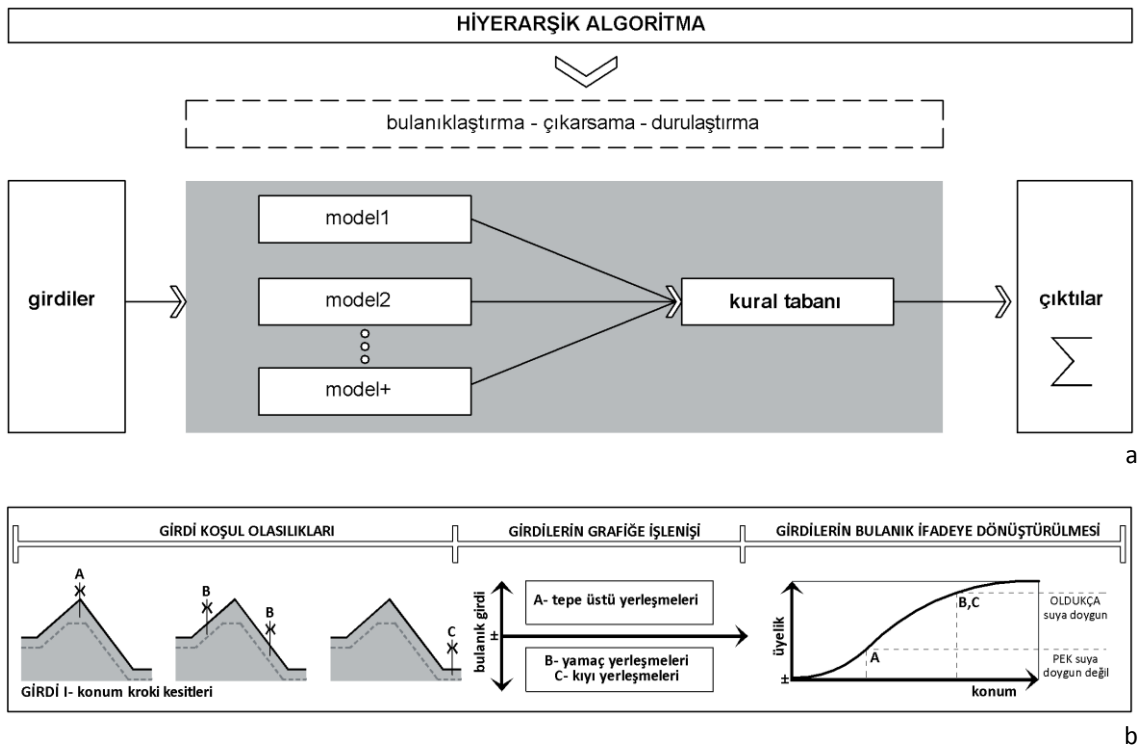
Bulanık mantık yaklaşımı, belirsizlik içeren birbiriyle etkileşimli birden çok değeri yalınlaştırarak yorumlamak için uygundur. Bulanık kümeler; kesin olmayan verileri temsil etmek ve işlemek amacıyla değerlendirmede kullanılan değerlerin sınıflandırma, derecelendirme ve genelleştirme aracıdır. Zadeh'e göre [294] her değerın bulanık kümelere belli oranda üyelik derecesi bulunmaktadır. Klasik mantıkta bir A kümesi ve onun dışında kalan alanı temsil eden $\bar{A}$ kümesi bulunmaktadır. Renzik'in [292] ifade ettiğı görselde görülebileceğı üzere (Şekil 4.17), bulanık mantığa göre irdelenen değeri temsil eden eleman, bir nitelik kümesine ait değilse onun dışında kalan tezat kümeye belli oranda üye sayılmaktadır. Bulanık mantık nitelendirme sıfatları bundan ötürü -pek, -çok, -oldukça, -belli oranda biçiminde gelişim göstererek [291], A kümesi özelliğini gösteren değerin aynı zamanda A olmama niteliğini de birlikte taşıyabileceğini vurgulamaktadır.



Şekil 4. 17 Bulanık mantık yaklaşımı değerlendirme kümelerinin oluşumu [292].

(Aynı kaynakta bulanık küme işleyişinde aykırılık kuralı: $A \cap \bar{A} = \emptyset$,
dış kesişim kuralı: $A \cup \bar{A} = U$ önermeleri ile ifade edilmektedir.)

Grafikler düzeninde kümeler kurmayı sağlayan bulanık matris, algoritmayı kurmak ve sayısal girdi değerlerini ifadelere dönüştürerek işlemek için kullanılmaktadır. Bulanık çıkarım sisteminde, oluşturulan algoritmaya sayısal veriler girilip, fonksiyona niteliksel etki değerine göre girdilere dönüştürülerek bulanıklaştırılmaktadır. Ardından, sına ma amacıyla “eğer... ise” kural tabanı doğrultusunda irdelenip, elde edilen değerler çıktılar niteliğiyle durulaştırılmaktadır (Şekil 4.18a) [14]. Klasik mantıkta ulaşılan keskin sayısal değerlerden farklı olarak bulanık küme elemanları eğrisel fonksiyonlar ile bulanık ifadeleri karşılayacak şekilde çalışmaktadır (Şekil 4.18b).

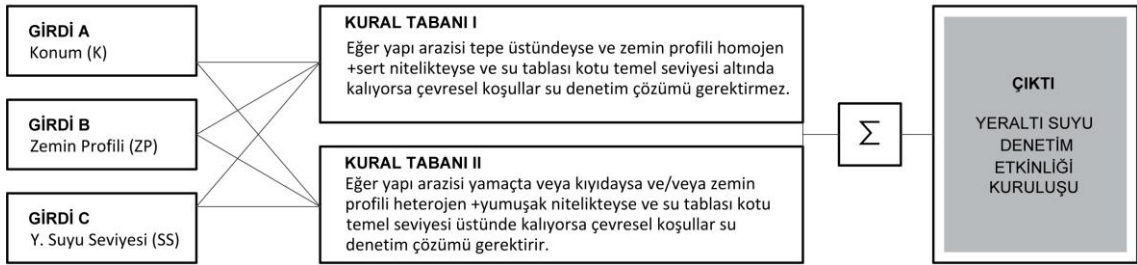


Şekil 4. 18 Bulanık mantık yaklaşımı işleyişi.
a- Cervantes [14] tarafından önerilen modüler yaklaşım,
b- Verilerin bulanık ifadeye dönüştürülmesine bir örnek

Yaklaşımın araştırma odağına uyarlanmış işleyişinde; Şekil 4.19’da da görüldüğü üzere, hiyerarşik yapılandırılma düzeninde çalışan iki ayrı algoritma kurulmuştur. Öncelikle su denetim etkinliği gerektirmiş çevresel koşulları belirlemek için Algoritma I kurulup, ardından su denetim etkinliğinin yapı performansına etkisini değerlendirebilmek için Algoritma II ile çalışma desteklenmiştir. Burada geçerli olan kontrol etkinliği; sırasıyla bulanıklaştırma, sorgulama, çıkarsama, durulaştırma, sına ma ve geri besleme eylemlerine dayanmaktadır.

HİYERARŞİK ALGORİTMA - I			
bileşenin kullanılmasını gerektirmiş hidrostatik basınç kaynağının belirlenmesi			
GİRDİ KODLAMASI	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ AÇILIMI	NİTEL DEĞERLEME
GİRDİ A1 GİRDİ A2 GİRDİ A3	Konum (K)	Tepe üstü yerleşmeleri Yamaç yerleşmeleri Kıyı yerleşmeleri	Pek suya doymun değil Oldukça suya doymun Oldukça suya doymun
GİRDİ B1 GİRDİ B2	Zemin Profili (ZP)	Homojen + sert zemin profili Heterojen + yumuşak zemin profili	Pek suya doymun değil Oldukça suya doymun
GİRDİ C1 GİRDİ C2	Yeraltı Suyu Seviyesi (SS)	Temel kotu altında kalan su seviyesi Temel kotu üstünde kalan su seviyesi	Pek suya doymun değil Oldukça suya doymun

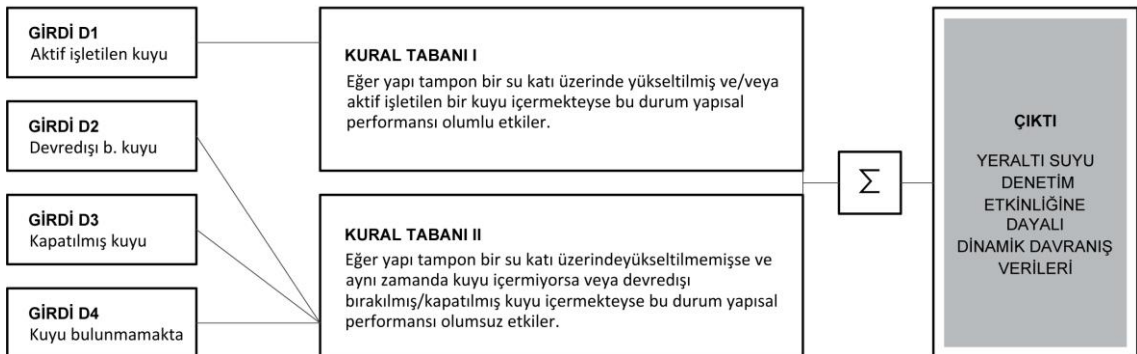
a



b

HİYERARŞİK ALGORİTMA - II			
bileşenin işleyişiyle yapı performansı arasındaki bağıntının yorumlanması			
GİRDİ KODLAMASI	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ AÇILIMI	NİTEL DEĞERLEME
GİRDİ D1 GİRDİ D2 GİRDİ D3 GİRDİ D4	Kuyu İşleyişi	Aktif işletilen kuyu Devredışı bırakılmış kuyu Kapatılmış kuyu Kuyu bulunmamakta	Pek suya doymun değil Oldukça suya doymun Oldukça suya doymun Oldukça suya doymun

c



d

Şekil 4. 19 Bulanık mantık yaklaşımı aşamaları.
a,b- Algoritma I çıkarım modeli, c,d- Algoritma II çıkarım modeli

İlk algoritmada ayrıcalıklı su yönetim çözümü gerektirmiş koşullara ulaşmak amacıyla, çevresel tasarım değerlerini yansıtan veriler matrise sokulmuştur. “Veri tabanını” yani “keskin girdileri” zeminin suya doygunluğunu belirleyen sayısal değerler ve değişkenler oluşturmaktadır. Burada nicel değerlerin, nitel etkiler şeklinde bulanıklaştırılması morfoloji ve hidrojeolojinin hesaplama ve ölçüme kapalı olan yönüne vurgu yapmayı sağlamaktadır. Zemin mukavemetini etkileyen temel parametreler su tablası derinliği, suyun işleyeceği geçirimli tabakanın kalınlığı, dolayısıyla ana kayanın derinliği ve konuma bağlı olarak yeraltı suyunu besleyen akarsu, deniz suyu, yamaç suyu gibi kaynaklardır. Literatürde girdi parametrelerinin veri olarak toplanabileceği ampirik ve numerik yöntemlerle elde edilmiş bir çok çalışma bulunmaktadır.

Tüm bu nicel değerler, algoritma matrisine “bulanık girdiler” biçiminde aktarılarak, esnek biçimde yorumlanabilir hale getirilebilmiştir. Örneğin, “ana kayanın yüzeyden -40m derinlikte olduğu yapılar” kümesi şeklinde yapılacak bir sınıflandırma matematiksel olarak kesinlik içermeyen bir topluluk oluştursa da, diğer taraftan sağlam zemin üst seviyesindeki dolma tabakanın temel seviyesine göre derinliği üzerinden, zeminin suya doygun oluşunda rol alan belirsiz yönler nitelendirilmiş olur. Bu açıdan bakıldığında, konum (K), zemin profili (ZP) ve su tablası seviyesi (SS) girdiler kümesinin üç baskın ögesidir. Elde edilen girdi parametrelerin (-) veya (+) kutuplara denk gelecek şekilde grafiklere aktarımı ile niteliğin fonksiyona etkiyeceği doğrultu belirlenmiştir. Yapının kıyı hattında konumlanması; su tablasının akarsudan/deniz suyundan beslenmesine, yamaç eteğinde konumlanması; eğimle birlikte su tablasının ivme kazanmasına sebep olabilir. Bu bakımdan bulanıklaştırma işlemi neticesinde, kıyı ve yamaç yerleşmelerinde yerleşme morfolojisi etkeni matrise (-) doğrultuda, tepe üstü yerleşmeleri ise (+) doğrultuda işlenecektir. Benzer şekilde, zemin profilinin homojen ve sert nitelikte olması matrise (+) doğrultuda, heterojen ve yumuşak nitelikte olması ise (-) doğrultuda, su tablası seviyesinin temel seviyesi alt kotunda kalması (+) doğrultuda, temel seviyesi üstüne çıkarak yapı elemanlarının su ile etkileşimine sebep olması (-) doğrultuda etkiyecektir. Her bir anıtın içinde bulunduğu özgün çevresel koşullar, süreci bulanıklaştırabilmek adına EK-B envanter formları doldurulurken, grafik şemalar aracılığıyla sadece suyun çevresel tasarımdaki izini aramak amacıyla yalınlaştırılarak yorumlanmıştır.

Bulguları bir sonraki aşamaya taşıyan sorgulama aracı, kural tabanı gelişimi “eğer... ise” açılımında ifade edilebilmektedir. Bu algorithmada, kural tabanı koşulu ayrıcalıklı su denetim çözümlerinin gerekliliği üzerine olmuştur. Bir deneme önerisi olarak “eğer yapı deniz kıyısında konumlanmakta ve/veya zemin profili heterojen, yumuşak nitelikte ve/veya y.a.s.s. temel seviyesi üstünde ise çevresel koşullar su denetimi gerektirir.” Kural tabanı ile mevcut çözümlerin bağıntısını değerlendirerek saptamalar yapmak mümkündür. Burada kent ölçeğinde elde edilen keskin çıktı su tablasıyla etkileşimli iki tasarım değerine dayalıdır. Önceki başlıklarda değinildiği üzere tampon bir su katının kullanımına bağlı ortaya çıkan düşey morfolojik çeşitlilik şehrin suya dayalı oluşmuş kimliğinin bir parçasıdır. Ayrıca, su tablasıyla doğrudan etkileşimli hidrolik donanım bileşenleri suyu yönetmenin bir diğer aracıdır. Ayrıcalıklı su denetim etkinliği gerektirmiş alanlarda bu bileşenlerin kullanım çeşitliliğini belirlemek Algoritma I’ın çıkarımı sayılabilir.

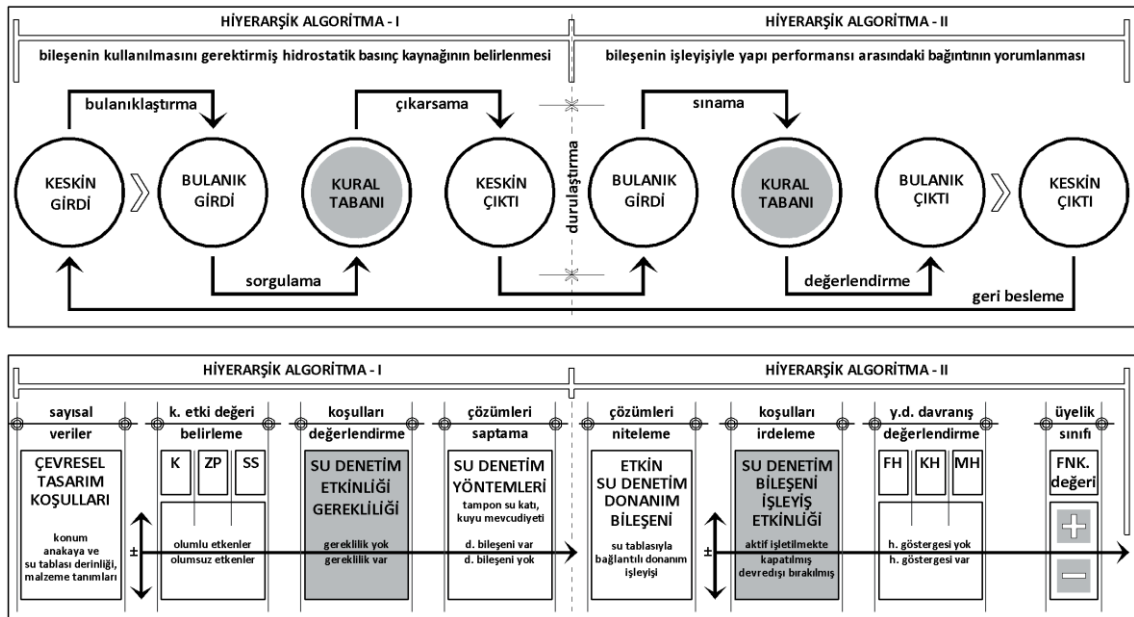
Algoritma I üretim sürecinde su denetim etkinliğinin sağlanış biçimine odaklı iken, Algoritma II kullanım/bakım/onarım süreçlerinde etkinliğin korunma düzeyini kapsamaktadır. Bu sebepten ötürü, ilk aşamada elde edilecek keskin çıktılar durulaştırılarak hidrolik donanım bileşeninin işlevsel tanımını içeren “bulanık girdiler” biçiminde kullanılacaktır. Bu safhada kullanılan kural tabanı, hidrolik donanımın etkinlik düzeyini belirlemeye yöneliktir. Keson kuyunun etkinliğini tanımlamada gözlem ile elde edilen; aktif kullanım-işletilmeme-kapatılma durumları bu aşamada matrise işlenecek seçenekleri oluşturmaktadır. Bu koşullar altında, güncel hasarlar yapısal performansı yansıtan çıkış değişkenleri olarak kullanılmıştır. Su yönetim ağına yapılan her türlü müdahale, yapı yaşam sürecinde çoğunlukla uzun vadede gelişen hasar göstergeleri ile dışa vurmaktadır. Bu amaçla yapıların dinamik davranış durumuna yönelik, görsel ve analitik veriler toplanmıştır. Buradan yola çıkarak teşhisin üretilmesi aşamasına geçilebilmiştir.

Bu aşamadan sonra yapının hangi üyelik sınıfına dâhil edilmesi gerektiği belirlenebilmektedir. Yapı hasar göstergesi içermemekteyse üyelik sınıfı (+), hasarlı ise (-) olarak taranarak netleştirilmiş, bu şekilde sonuçlar bulanık mantık çıkarımı bakımından durulaştırılmıştır. Böylece, saçılma diyagramı üzerinde girdi ve çıktılar arasındaki etkileşimin sürekliliği takip edilebilir bir ize dönüştürülebilmektedir.

4.2.2 Bulanık Kümeler ve Üyelik Sınıfları

Önceki başlıklarda kısmen tanımlanan doğrusal değerler, bu başlık altında girdi/kural tabanı/çıktıları içeren grafik analizler ve yazınsal düzen ile birleştirilmiştir. Her aşamada karar kümesini oluşturmayı sağlayacak soruların yanıtı aranmıştır. Yaklaşımın araştırma odağına uyarlanmış işleyişinde kontrol etkinliği; sırasıyla bulanıklaştırma, sorgulama, çıkarsama, durulaştırma, sinama ve geri besleme eylemlerine dayanmaktadır (Şekil 4.20). Her bir aşama üyelik fonksiyonunu elde etmeye yönelik bir soru içerir.

- Sorgulama: Çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş midir?
- Çıkarsama: Koşulları yönetmek için ne şekilde çözüm geliştirilmiştir?
- Sinama: Su denetim çözümü etkinliğini sürdürmekte midir?
- Değerlendirme: Yapıda yeraltı suyu ile ilişkilendirilebilecek herhangi bir hasar göstergesi bulunmakta mıdır?
- Geri besleme: Su denetim etkinliği düzeyi ile yapı dinamik davranışı arasında bir bağıntı olabilir mi?



Şekil 4. 20 Bulanık mantık yaklaşımı ile bağıntısal modelin kuruluşu

Şekil 4.20’de de görüldüğü üzere, su denetim altyapısı gerektirmiş hidrostatik basınç kaynağını belirlemek ve bileşen işleyişiyle yapı performansı arasındaki bağıntıyı değerlendirebilmek amacıyla hiyerarşik yapılandırılma düzeninde çalışan iki ayrı algoritma kurulmuştur. Tezin ana savını kanıtlamak amacıyla, hidrostatik itkiye maruz kalan 14 adet yapı değerlendirmede kullanılıp, ortaya çıkan korelasyonlar sebep-sonuç ilişkisinde irdelenmiştir (Çizelge 4.1-4).

Çizelge 4. 1 Bulanık çıkarım matrisi I³

YAPI TANIMI	HİYERARŞİK ALGORİTMA - I				HİYERARŞİK ALGORİTMA - II				
	Kuyu gerektirmiş hidrostatik basınç kaynağının belirlenmesi				Kuyu işleyişiyle yapı performansı arasındaki bağıntının yorumlanması				
	BULANIK GİRDİ KONUM	BULANIK GİRDİ ZEMİN PROFİLİ	BULANIK GİRDİ SU SEVİYESİ	BULANIK GİRDİ KURAL TABANI	BULANIK GİRDİ	BULANIK GİRDİ KURAL TABANI	BULANIK ÇIKTI FİZ./KİM.H.G.	BULANIK ÇIKTI MEK.H.G.	F
1 BH3- (532-537) Ayasofya Kilisesi (Ayasofya Müzesi)	tepe üstü	-18m anakaya			heterojen zemin profilini yönetmeyi sağlayan iki adet kuyu	beton dökülerek kapatılmış	yosunlanma tuzlanma	aşınma yüzey kaybı	
2 BH3- (527-565) Aya Eirene Kilisesi (Aya İrini Müzesi)	tepe üstü	-17m anakaya			heterojen zemin profilini yönetmeyi sağlayan sarnıç ile bağıntılı kuyu	devredışı bırakılmış	bitkilenme yosunlanma	kesme çatlakları	
3 BH1- (527-536) Sergios-Bachos Kilisesi (K.Ayasofya Camii)	deniz kıyısı	-12m anakaya iki farklı dolgu	-4m		yapı ağırlık merkezinde gerilmeleri karşıl原因ayan kuyu	beton dökülerek kapatılmış	yosunlanma tuzlanma	düşey sapma k. çatlakları	

ÖRNEK1 [BH3- (532-537) Ayasofya Kilisesi (Ayasofya Müzesi)]:

Sorgulama: Yapı; tepe üstü düzlükte, deniz suyunun ve yamaç suyunun aşındırıcı etkisinden uzak konumdadır. Sağlam zeminin -18m derinlikte, yüzeye oldukça yakın olması zemin mukavemeti açısından olumlu bir getiridir. Diğer taraftan, yapının batı ayağında -1m.de yeraltı suyuna ulaşılması [199] su tablasının kısmen yapı temel kotunun üstünde kaldığını ve oturma alanında zemin profilinin heterojen nitelikte olduğunu göstermektedir. Bu sebepten ötürü, çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir.

Çıkarsama: Yapı, batı doğrultusunda payandalar ile desteklenmiş, payandaların her iki ucunda kuyu çözümlenmiştir. Bu durum, yapının stabilite açısından zayıf sayılabilecek noktada güçlendirilmiş olabileceği savı ile örtüşmektedir.

Sınama: Mevcut kuyular beton dökülerek kapatılmıştır.

Değerlendirme: Söz konusu kuyuların tesir alanı içerisinde yosunlanma, tuzlanma gibi fiziksel ve aşınma, yüzey kaybı gibi mekanik hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin kapatılmasının yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK2 [BH3- (527-565) Aya Eirene Kilisesi (Aya İrini Müzesi)]:

Sorgulama: Yapı; tepe üstü düzlükte, deniz suyunun ve yamaç suyunun aşındırıcı etkisinden uzak konumdadır. Sağlam zemin -17m derinlikteyken, oturma alanında tek doğrultuda -5m.de yeraltı suyuna ulaşılması [298] zemin profilinin heterojen nitelikte olduğunu göstermektedir. Bu sebepten ötürü, çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir.

Çıkarsama: Yapı dış sathında tek doğrultuda sarnıçlar ile donatılmıştır. Sarnıçların isale hattından veya yağmur suyundan beslenmiyor oluşu [114] [143], keson kuyuyu su denetimiyle bağıntılı kılmaktadır.

Sınama: Kuyu günümüzde müzeden bağımsız işletilen ticari birimin tekelinde olup, devredışı bırakılmıştır.

Değerlendirme: Kuyunun tesir alanı içerisinde bitkilenme, yosunlanma gibi fiziksel ve kesme çatlakları gibi mekanik hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin işletilememesinin yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK3 [BH1- (527-536) Sergios-Bachos Kilisesi (Küçük Ayasofya Camii)]:

Sorgulama: Yapı; lodos ve dalgaların aşındırıcı etkisine açık kıyı şeridinde konumlanmaktadır. -12m.de sağlam zemine ulaşılması ayrıcalıklı sayılsa da, zeminde kil-marn tabakasının heterojen dağılımı [299] ve yeraltı suyunun -4m derinlikte [270] oluşu anormali oluşturmaktadır. Bu sebepten ötürü, çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir.

Çıkarsama: İç mekânda yapı ağırlık merkezine yakın ayaklardan birinin bitişiğinde keson kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Kuyu 1980'lerde beton dökülerek kapatılmıştır [4].

Değerlendirme: Kuyunun tesir alanı içerisinde yosunlanma, tuzlanma gibi fiziksel ve düşeyden sapma, kesme çatlakları [270], [272], [273] gibi mekanik hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin kapatılmasının yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

³ Sayfa 143-144'de yer alan Matris I'de Bizans Dönemi Yapıları, sayfa 145-146'da yer alan Matris II'de Osmanlı Dönemi Yapıları irdelenmiştir.

Çizelge 4. 2 Bulanık çıkarım matrisi I (devamı)

HİYERARŞİK ALGORİTMA - I					HİYERARŞİK ALGORİTMA - II				
Kuyu gerektirmiş hidrostatik basınç kaynağının belirlenmesi					Kuyu işleyişiyle yapı performansı arasındaki bağıntının yorumlanması				
YAPI TANIMI	BULANIK GİRDİ		KURAL TABANI		BULANIK GİRDİ	KURAL TABANI	BULANIK ÇIKTI		F
	KONUM	ZEMİN PROFİLİ	SU SEVİYESİ				FİZ/KİM.H.G.	MEK.H.G.	
4 BH1- (578-582) Kurşunlu Mahzen (Yeraltı Camii)	±				±				
	deniz kıyısı	-35m anakaya alüvyon dolgu	-2m	gereklilik var	açıklık merkezindeki gerilmeleri karşılayan kuyu	görsel olarak mevcut işletilmemekte	tuzlanma	kubbe çatlıkları	-
5 BH1- (717) San Paolo Kilisesi (Arap Camii)	±				±				+
	deniz kıyısı	-30m anakaya alüvyon dolgu	-3.5m	gereklilik var	yapının düşey yüksek kitlesini destekleyen kuyular	son cemaat alanındaki kuyu aktif	-	-	
6 BH1- (1059) Aya Thekla Kilisesi (Atik Mustafa P. C.)	±				±				-
	deniz kıyısı	-40m anakaya alüvyon dolgu	-2m	gereklilik var	yapıyı denize en yakın doğrultusunda destekleyen kuyular	alt zemin kotunda işletilmemekte	bitkilenme tuzlanma	düşey sapma k. çatlıkları	
7 BH2- (1292) Pammakaristos Manastırı (Fethiye C.+M.)	±		-10m		±				-
	yamaç eteği	-45m anakaya gravak killi şist		gereklilik var	yamaç suyunu en düşük kot seviyesinde toplayan sarnıç ve kuyular	beton dökülerek kapatılmış	tuzlanma	kubbe çatlıkları	

ÖRNEK4 [BH1- (578-582) Kurşunlu Mahzen (Yeraltı Camii)]:

Sorgulama: Yapı, su tablasının deniz suyundan beslendiği kıyı hattında konumlandırılmıştır. Sağlam zeminin -35m derinlikte bulunması, zeminin alüvyon dolgu tabakadan meydana gelmesi, su tablası derinliğinin -2m.de oluşu [300] çevresel koşulların ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabileceği olasılığına işaret etmektedir.

Çıkarılma: Yapının, kubbe açıklık izdüşümüne denk getirilmiş kuyu çözümü bulunmaktadır.

Sınama: Kuyu bilekliği görsel olarak halen mevcuttur ancak kuyu aktif olarak işletilmemektedir.

Değerlendirme: Söz konusu kuyunun tesir alanı içerisinde kapiler su hareketine bağlı, tuzlanma ve olası zemin oturmalarına işaret eden yatay kubbe çatlakları bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin işletilmemesinin yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK5 [BH1- (717) San Paolo Kilisesi (Arap Camii)]:

Sorgulama: Yapı tüm çevresel koşullar açısından düşük mukavemetli girdi değerlerine sahiptir. -30m derinlikte ana kaya üzerinde alüvyon dolgu tabakadan oluşan zemin profiline ve -3.5m derinlikte bulunan su tablası [301] çevresel koşulların ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabileceği olasılığına işaret etmektedir.

Çıkarılma: Yapıyı iç ve dış mekânda deniz doğrultusunda destekleyen iki adet kuyu bulunmaktadır.

Sınama: Kuyulardan biri onarımlarda kapatılmıştır [182] ancak diğeri aktif işleyişini sürdürmektedir.

Değerlendirme: Yapı genelinde gözleme açık herhangi bir hasar göstergesi bulunmamaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Donanım bileşenlerinden birinin aktif işletiliyor oluşunun yapı dinamik davranışını (+) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK6 [BH1 (1059) Aya Thekla Kilisesi (Atik Mustafa Paşa Camii)]:

Sorgulama: Yapı tüm çevresel koşullar açısından düşük mukavemetli girdi değerlerine sahiptir. Gevşek Haliç çökelleri üzerinde, suyun aşındırıcı etkisine karşı açık alandır. Alüvyon dolgu zeminde sağlam zemin -40m derinlikte, su tablası ise -2m.de [302] görünmektedir. Tüm bu koşullar ayrıcalıklı su denetimi gerektirmiş olabilir.

Çıkarılma: Deniz doğrultusunda güney ve doğu avlu sahında, girişleri belli en az iki kuyu bulunmaktadır.

Sınama: Söz konusu kuyular günümüzde zemin seviyesi altında bir kotta kaldığı için işletilememektedir.

Değerlendirme: Haçvari plan düzenindeki yapının ana kubbesinde başlayan kesme çatlakları dört doğrultuda da tonoz ve duvarlar üzerinde ilerlemiştir. Tuzlanma izi, kuyuların civarında baskın bir şekilde artmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin işletilmemesinin yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK7 [BH2- (1292) Pammakaristos Manastırı (Fethiye Camii+Müzesi)]:

Sorgulama: Yapı; V. Tepe'nin Haliç'e akan yamaç eteğinde konumlanmakta, sağlam zemin-45m.de [298] oldukça derinde kalmaktadır. Tüm bu koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir.

Çıkarılma: Yamaç alt kotunu tutan sarnıç ile bütünsellik işleyişte 3 adet keson kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Mevcut kuyular beton dökülerek kapatılmıştır.

Değerlendirme: Kuyunun tesir alanı içerisinde yosunlanma gibi fiziksel ve olası zemin oturmalarına işaret eden yatay kubbe çatlakları gibi mekanik hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin kapatılmasının yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

Çizelge 4. 3 Bulanık çıkarım matrisi II

YAPI TANIMI	HİYERARŞİK ALGORİTMA - I				HİYERARŞİK ALGORİTMA - II				
	Kuyu, gerektirmiş hidrostatik basınç kaynağının belirlenmesi				Kuyu işleyişle yapı performansı arasındaki bağının yorumlanması				
	BULANIK GİRDİ KONUM	BULANIK GİRDİ ZEMİN PROFİLİ	BULANIK GİRDİ SU SEVİYESİ	KURAL TABANI	BULANIK GİRDİ	KURAL TABANI	BULANIK ÇIKTI FİZ/KİM.H.G.	BULANIK ÇIKTI MEK.H.G.	F
8 OT1- (1566) Rüstem Paşa Kervansarayı (Kurşunlu Han)	deniz kıyısı	-35m anakaya alüvyon dolgu	-2m	gereklilik var	İç avluda deniz suyunun tesirine karşı drenajlı zemin oluşturan kuyu	aktif kullanılmakta	-	-	+
9 OF1- (1573) Piyale Paşa Camii	akarsu kıyısı	-24.5m anakaya alüvyon dolgu	-1m	gereklilik var	sağlam zeminin daha derinde kaldığı doğrultuda güçlendirme sağlayan kuyu	aktif kullanılmakta	-	-	+
10 OT1- (1580) Şemsi Paşa Külliyesi	deniz kıyısı	-29.5m anakaya suni dolgu	-1.2m	gereklilik var	İç avluda deniz suyunun tesirine karşı drenajlı zemin oluşturan kuyu	aktif kullanılmakta	-	-	+
11 OT2- (1583) Atik Valide Sultan Külliyesi	yamaç eteği	-50m anakaya g. aydos f.	-7m	gereklilik var	yamaç suyunu en düşük kot seviyesinde toplayan kuyu	devredışı bırakılmış	kapiler su hareketi	aşınma	-

ÖRNEK8 [OT1- (1566) Kurşunlu Han]:

Sorgulama: Yapının deniz suyunun aşındırıcı etkisine açık kıyı hattında yer alması, sağlam zeminin -35m derinlikte bulunması, zeminin alüvyon dolgu tabakadan oluşması, su tablasının -2m.de bulunması [300] tüm girdi değerlerinin ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabileceğini göstermektedir.

Çıkarılma: İç avluda yapının deniz doğrultusuna bakan kenarına yaslı biçimde bir adet kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Söz konusu kuyu aktif işleyişini sürdürmektedir.

Değerlendirme: Yapı genelinde gözleme açık herhangi bir hasar göstergesi bulunmamaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Donanım bileşeninin aktif işletiliyor oluşunun yapı dinamik davranışını (+) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK9 [OT1- (1573) Piyale Paşa Camii]:

Sorgulama: Yapı arazisi sınırındaki dere yatağını sel sularının taşıdığı alüvyonlar doldurmaktadır [281]. Ayrıca sağlam zeminin -24.5m derinlikte oluşu, zeminin alüvyon dolgu tabakadan oluşması, -1m.de su tablasının bulunması [300] tüm girdi değerlerinin ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabileceğini göstermektedir.

Çıkarılma: Dere yatağı ile yapı arası bostan olarak ayrılmıştır. Bostanın merkezinde dolab kuyusu çözümlenmiş, tahliye edilen su, yıkama havuzu ve sulama kanallarıyla birlikte çalıştırılmıştır.

Sınama: Söz konusu dolab kuyusu aktif işleyişini sürdürmektedir.

Değerlendirme: Yapı genelinde gözleme açık herhangi bir hasar göstergesi bulunmamaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Donanım bileşeninin aktif işletiliyor oluşunun yapı dinamik davranışını (+) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK10 [OT1- (1580) Şemsi Paşa Külliyesi]:

Sorgulama: Yapının deniz suyunun aşındırıcı etkisine açık kıyı hattında yer alması, sağlam zeminin -29.5m derinlikte oluşu, suni dolgu altında killi şist tabaka bulunması, -1.2m su tablası bulunması [298] tüm girdi değerlerinin ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabileceğini göstermektedir.

Çıkarılma: İç avluda L blok merkezini tutacak şekilde bir adet kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Kuyunun sürekli mevcudiyeti ve işleyişi 1945 ve sonrasındaki kayıtlardan takip edilebilmektedir.

Değerlendirme: Yapı genelinde gözleme açık herhangi bir hasar göstergesi bulunmamaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Donanım bileşeninin aktif işletiliyor oluşunun yapı dinamik davranışını (+) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK11 [OF2- (1583) Atik Valide Sultan Külliyesi]:

Sorgulama: Yapı oturma alanının iki ucundaki 11.50m kot farkı sebebiyle yamaç suyunun debi kazanması, zemin profilini geçirimli Aydos formasyonu oluşu, sağlam zeminin -50m derinlikte ve su tablasının -5m derinlikte bulunması [303] tüm girdi değerlerinin ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabileceğini göstermektedir.

Çıkarılma: Cami ve medrese bloğunda yamaçın en alt kot seviyesinde kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Söz konusu kuyu günümüzde külliye bağimsız işletilen vakıf tekelinde olup, devre dışı bırakılmıştır.

Değerlendirme: Her iki blokta da kapiler su hareketi etkisinde oluşan hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin işletilememesinin yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

Çizelge 4. 4 Bulanık çıkarım matrisi II (devamı)⁴

HİYERARŞİK ALGORİTMA - I					HİYERARŞİK ALGORİTMA - II				
Kuyu gerektirmiş hidrostatik basınç kaynağının belirlenmesi					Kuyu işleyişiyle yapı performansı arasındaki bağıntının yorumlanması				
YAPI TANIMI	BULANIK GİRDİ KONUM	ZEMİN PROFİLİ	SU SEVİYESİ	KURAL TABANI	BULANIK GİRDİ	KURAL TABANI	BULANIK ÇIKTI Fiz./KİM.H.G.	MEK.H.G.	F
12 OT2- (1595) Gazanfer Ağa Medresesi	± ↑ ↓ yamaç eteği	-20m anakaya gravak	-10m		yamaç suyunu set duvarına bitişik olarak toplayan kuyu	± ↑ ↓ aktif kullanılmakta	-	-	+
13 OT2- (1742) Atıf Efendi Kütüphanesi	± ↑ ↓ yamaç eteği	-40m anakaya gravak	-5m	gereklilik var	bodrum katta toprağın oluşturacağı boşluk suyu basıncını karşılayan kuyu	± ↑ ↓ kaptajı yapılmamış kuyu	bitkilenme tuzlanma	kesme çatlakları	=
14 OF3- (1742) Nur-u Osmaniye Camii	± ↑ ↓ tepe üstü	-45m anakaya suni dolgu altı kil	-18m	gereklilik var	bodrum katta toprağın oluşturacağı boşluk suyu basıncını karşılayan kuyu	± ↑ ↓ kılavuz kuyusu işletilmemiş	tuzlanma kararma ayrışma	aşınma yüzey kaybı	=

ÖRNEK12 [OT2- (1595) Gazanfer Ağa Medresesi]:

Sorgulama: Yapı; Haliç'e akan bir yamaç üzerinde oturtulmuş, Bozdoğan Kemer'i ile oturma alanı arasında oluşan kot farkı set duvarı ile aşılmıştır. Bu kesişim, kemer yükseltisinin gölgesi sebebi ile rutubet ve nem sorunlarını beraberinde getirmiştir. Bu sebepten ötürü, çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir. Yamaçta düz alan elde edilmesi zorlayıcı olsa da zemin profilinin grovak, sağlam zemin derinliğinin -20m, su tablası derinliğinin ise -10m olması [302] bakımından koşulların zemin mukavemetine olumlu katkı bulunmaktadır.

Çıkarılma: Bozdoğan Kemer'i'ne paralel oluşturulmuş galeri hattını deşarj edecek biçimde kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Söz konusu kuyu aktif işleyişini sürdürmektedir.

Değerlendirme: Yapı genelinde gözleme açık herhangi bir hasar göstergesi bulunmamaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Donanım bileşeninin aktif işletiliyor oluşunun yapı dinamik davranışını (+) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK13 [OT2- (1742) Atıf Efendi Kütüphanesi]:

Sorgulama: Yapı; Süleymaniye Külliyesinden Zeyrek'e akan yamaçta tahtani bir bodrum kat üzerinde yükseltilmiştir. Girdi verileri açısından bakıldığında eğimli arazi morfolojisi, sağlam zeminin -40m derinlikte, su tablasının -5m derinlikte oluşu [302] zemin mukavemetini olumsuz yönde etkileyecek değerlerdir. Tüm bu çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir.

Çıkarılma: Bodrum katı oluşturan sarnıcın ağırlık merkezinde kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Tahtani "su katı" kapatılarak kitap deposuna dönüştürülmüş, kuyu ise devredışı bırakılmıştır.

Değerlendirme: Kuyunun tesir alanı içinde bitkilenme, tuzlanma gibi fiziksel/kimyasal hasar göstergeleri ve kesme çatlakları gibi mekanik hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşenindeki işlev değişikliği ve işletilmeme sorunun yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

ÖRNEK14 [OF3- (1748) Nur-u Osmaniye Külliyesi]:

Sorgulama: Yapı; ikinci tepede tahtani bir bodrum kat üzerinde yükseltilmiştir. Girdi verileri açısından bakıldığında sağlam zeminin -45m.de bulunuşu, katmanlarda kil-marn üzerinde 7.6m suni dolgu tabakanın yer alması [34] zemin mukavemetini olumsuz yönde etkileyecek değerlerdir. Tüm bu çevresel koşullar ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş olabilir.

Çıkarılma: Bodrum katı oluşturan sarnıcın ağırlık merkezinde kuyu çözümlenmiştir.

Sınama: Söz konusu kuyu kılavuz kuyusu olarak nitelendirilerek işletilmemiştir.

Değerlendirme: Kuyunun tesir alanı içinde kararma, yosunlanma, tuzlanma, ayrışma gibi fiziksel hasar göstergeleri ve yüzey kaybı gibi mekanik hasar göstergeleri bulunmaktadır.

Geri Besleme: Su denetim etkinliğiyle güncel yapı performans verileri uyumludur. Hidrolik donanım bileşeninin işletilememesinin yapı dinamik davranışını (-) doğrultuda etkilemiş olması mümkündür.

⁴ Fonksiyon değerleri, sadece ÖRNEK 5,8,9,10,12'de özgün su denetim etkinliğinin korunduğunu göstermektedir.

Bulanık değerler kullanılarak, yapı varyasyonlarının su denetimi açısından etkinlik düzeyini ifade eden matrise göre bütün sonuçlar kural tabanına uyum sağlamakta, çıktı verileri açısından birbiriyle örtüşmektedir. Basite indirgenmiş grafik düzeninde matrisin tutarlı bir işleyiş sergilediği görülür. Her yapı, kural tabanı ile bağlantılı olarak, yapısal performans değerlerini (-) veya (+) kutuplara yönlendiren üyelik derecesine sahiptir.

Algoritma I'den elde edilen veriler su denetim altyapısının sadece su kaynağını değil tüm vresel koşulları yönetmek için kurulduğunu doğrular. Tüm yapı örneklerinde en az bir etken su denetim gerekliliği oluşturmuştur. Yapıların düşey morfolojik gelişimi takip edildiğinde bazılarının tampon su katı ile desteklenmesine dayalı bir ayırım ortaya çıkmaktadır. Ancak, her koşulda ayrıcalıklı su denetim gerektirmiş alanlarda bulunan yapı örneklerinin her birinde en az bir adet kuyu zmlenmiştir.

Algoritma II'de ise donanımın işleyişıyle yapı performansları arasında doğrudan bağıntı olduğu görülür. Araç kutularında görüldüğü üzere, mevcut keson kuyularından en az bir tanesi aktif kullanımda olan yapılar yapı performansı kararlılığı açısından olumlu işleyiş sergilemektedir. rnek 1, 2, 14'de (Ayasofya Kilisesi, Aya Eirene Kilisesi, Nur-u Osmaniye Camii) (+) vresel koşulların birçoğunun olumlu nitelikte olmasına karşın donanımın etkinliğini kaybetmesiyle birlikte üyelik sınıfı (-) doğrultuda çıkmıştır.

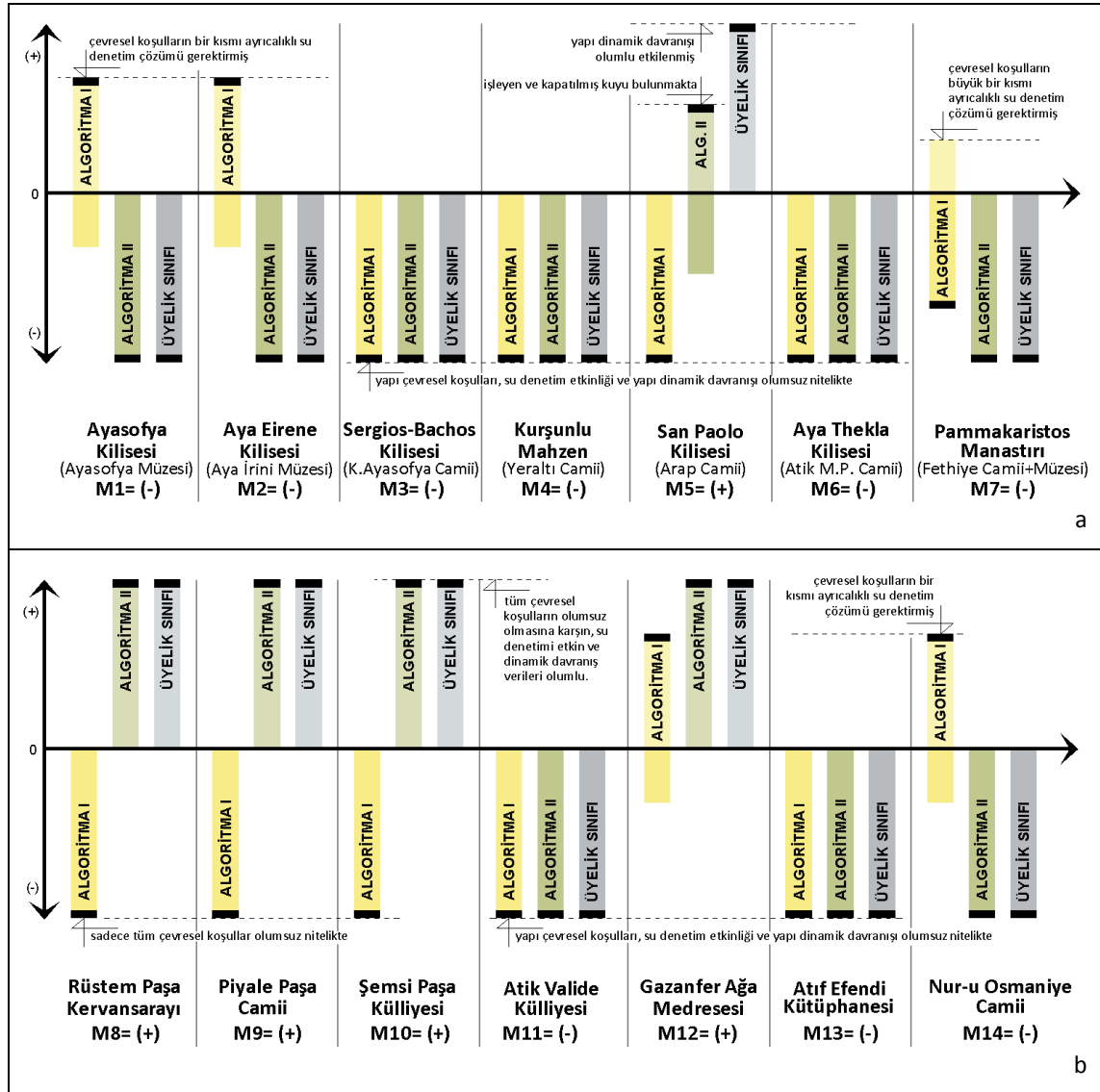
rnek 3, 4, 6, 11, 13'de (Sergios-Bachos Kilisesi, Kurşunlu Mahzen, Aya Thekla Kilisesi, Atik Valide Sultan Kllyesi, Atif Efendi Kütüphanesi) tüm değerler ve dolayısıyla üyelik sınıfı matrise (-) yönde etkimıştır.

rnek 8, 9, 10'da (Rüstem Paşa Kervansarayı, Piyale Paşa Camii, şemsi Paşa Kllyesi) tüm vresel koşullar olumsuz nitelikteyken etkin su denetim altyapısı bulunduğu, yapı dinamik davranışına yansıyan bir sorun bulunmadığı görülür.

rnek 5'de (San Paolo Kilisesi) yine ayrıcalıklı su denetim zm gerektiren koşullar altında, su denetim altyapısının bir kısmı kaybolurken diğer kısmı aktif bir şekilde işletilmiş, yapı performansı sabit kalmıştır.

Bu skala bir bütün olarak yorumlandığında, suyun zemindeki hareketini kolaylaştıracak girdi değerlerine sahip yapıların farklı mukavemet değerleri verebileceği görülmektedir. Her iki algoritma arasında yüksek oranda korelasyon olması kaçınılmaz olarak değişkenler hiyerarşisini sorgulatmaktadır (izelge 4.5).

Çizelge 4. 5 Bulanık çıkarım algoritmaları ve üyelik sınıfları arasındaki korelasyon şeması
a-Modelde kullanılan Bizans Dönemi yapıları,
b-Modelde kullanılan Osmanlı Dönemi yapıları



4.3 Saptamalar

Bir önceki alt başlıkta bulanık matristeki değer farklılıklarının kökeni irdelenmiş, bazı tasarım unsurları açısından biçim birliğine ulaşılmıştır. Ayrıcalıklı su denetim çözümü gerektirmiş alanlarda, su denetim altyapısı işleyişi ve koşulların yönetilmesine katkısı eşdeğer etkinliğe sahiptir. Donanımın aktif işletildiği sinamalarda denetleyicilerin daha iyi yapısal performans sergilediği görülür. Aksi durumlarda toplanan veriler sorunsallara işaret eder. Bu işleyiş, su yönetimine dair fayda değerler dizisini ve yapısal sorunların kökenine ilişkin varsayımları biçimsel bütünlük içinde sıralamaya olanak tanımaktadır.

4.3.1 Donanımsal Karşılaştırma

Su denetim eyleminin icrası ve organizasyonel yapısı, mimari kültür varlıklarına ait tasarım değerlerini dönemsel, konumsal, işlevsel açıdan parametrik karşılaştırmalarda ortak paydalarda birleştirmeyi sağlamaktadır. Değerlendirme kapsamında bulunan yapılar; farklı kültür katmanlarının yapım tekniği ve özgünlüğü her defasında koşullara göre yeniden tanımlanan mimari üründür. Bu açıdan norm ve kurallar dâhilinde tipolojik sınıflandırma söz konusu olamaz. Diğer taraftan, belli doğruların gereksinimler kalıbında niteliklere göre ayniyet taşıması veya tasarım kararlarının benzer yaklaşımla tekrarları kentsel ölçekte bütünlük göstermektedir. Algoritma l'den elde edilen, çevresel tasarım koşullarını yansıtan veriler bu bakımdan karşılaştırmalara açıktır.

Tanımlı süreçte su yönetim kültürü, antik dönemdeki uygulamaların yeni bir yorumuna, tekniğin ilksel yapılanmasına veyahut hem-asır medeniyetler ile etkileşimine dayalıdır. Genel kanı; yapı teknolojisinde malzeme, araç ve bilgi birikimine dayalı gelişmelerin sıçramalar yaratmış olabileceği üzerinedir. Bu bağlamda, yapı teknolojisinin ne şekilde evrildiğini görmek kentin tarihsel katmanlarını kronolojik ve dönem vurgulu olarak karşılaştırmayı gerektirir⁵. Sıklıkla tekrarlanan ortak öğeler tipolojiden ziyade farklılıklar/ayrılıklar bakımından dikkat çekmektedir. Bu durumu Ousterhout [49] yalın biçimde yorumlar: tasarımda yerleşik kuralları takip edip, konsepti değiştirmek yerine biçimsel detayları değiştirmek daha kolaydır.

Modele konu olan Bizans Dönemi yapı örnekleri arasında ayniyet taşıyan nitelik, iç mekânda kuyu çözümü bulunmasına dayalıdır. Yapıyı kutsallık atfedilen ayazmanın üzerine oturtmak, suyu güvenliliği daima denetlenebilen bir kaynaktan elde etmeye olanak sağlamış, bu durum aynı zamanda ayrıcalıklı drenaj çözümleri gerektirmiştir. Bu düzende, özgün farklılıklara odaklanmak gelişimin ana hattını vurgulayacaktır. Historisist yaklaşımda, Ayasofya'ya dönemin onarımlarında eklenen kuyu takviyeli payandalar kent kayıtlarında görünen ilk zemin müdahale uygulamasıdır. Bu tarih, en geç 4.yy. ve sonrası dönemlerde kuyunun işlevinin bilincinde olunan bir süreçte işaret eder.

⁵ Ebersolt'a göre [130], Konstantinopolis, büyük Helen sitelerinin mirasçısı gibi görünüyordu. Şehre su sevk etmek için Roma sistemini kabul ettiği halde; suyun toplanmasında Suriye ve Filistin'den açık sarnıç sistemini, İskenderiye'den de yeraltı sarnıç düzenini almıştı. Bizans Mimarisi ana çizgileri, suyu kullanmak ile kontrol etmek arasındaki denge konumunda sistematik bir işleyiş yansıtır.

Yapı arazilerinin seçimine bağlı çözüm çeşitliliğinde ise, günümüzdeki karşılığında olduğu gibi, yüklenici/vakfiye/bani her türlü inşa faaliyetinde limitlerin belirleyicisi olmuştur. Tepelerin, yüksek rakımlardaki kıymetli düzlüklerinin her dönemde güç dengeleri ile uyumlu olarak dağıtıldığı görülür. Kıyı arazileri çoğunlukla, deniz suyunun aşındırıcı etkisine maruz kalırken, yamaç eteğindeki araziler eğimin suya kazandırdığı debiden olumsuz etkilenmektedir. Tepeye hâkim olan araziler, hem zemin profili açısından hem de siluette bırakacakları baskın etki bakımından ayrıcalıklı sayılmıştır. Bu anlamda tepe üstünde konumlanan mimari kültür varlıkları; Bizans Dönemi'nde imparatorluk tekelinde inşa edilmiş, Osmanlı Dönemi'nde ise benzer şekilde saltanat mensuplarının ürünü selatin yapıları içerir. Bu anlamda I. Tepe'de bulunan Ayasofya ve Aya Eirene Kiliseleri (Müzeleri) yaklaşımın öncü yapıları sayılabilir. İmparator bani ile yer seçimi arasındaki ilişki zemin stabilitesi sağlama arayışı açısından tutarlıdır.

Kentin ve dolayısıyla yapılaşmanın sınırlarını öncelikli olarak sağlam zemine oturtulmuş surlar belirlemişken, sur dışındaki dolgu kıyılarda gerçekleştirilen ardıl uygulamaların nitelikli drenaj gerektirmiş olması mutlak gerçektir. Merkez kentin dışında, ayrıcalıklı su denetimi gerektirmiş alanlarda yapılmış kamusal yapıların saray kilisesi olma niteliği taşımadığı görülür. Sergios-Bachos Kilisesi (K.Ayasofya Camii); Theodora himayesindeki Monofizite rahipler topluluğu tarafından [271], San Paolo Kilisesi (Arap Camii); Dominiken Rahipler tarafından [182], Aya Thekla Kilisesi (Atik Mustafa Paşa Camii); Şehit Thekla'ya adanan [75] bir grup tarafından yaptırılması bakımından yapı arazisi seçimleriyle yüklenici arasındaki tutarlı ilişkiyi görünür kılmaktadır.

Konum bağlamında irdelendiğinde, kentin kıyı hattında suya doymuş zemine oturtulan yapılardaki su denetim çözümleri dil birliği sergiler. Sergios-Bachos Kilisesi'nde (K.Ayasofya Camii) ve Kurşunlu Mahzen'de (Yeraltı Camii) merkezi odaklı bir örnek kuyu kullanımı görülür. 8.yy.a ait kıyı yapısı San Paolo Kilisesi'nde (Arap Camii), nispeten yüksek sayılabilecek çan kulesinin altına denk gelecek şekilde kuyu uygulaması bulunur. 11.yy. yapısı Aya Thekla Kilisesi'nin (Atik Mustafa Paşa Camii) deniz doğrultusuna bakan güney ve doğu yönlerinde bulunan kuyu uygulamaları bu duruma bir başka örnek oluşturur. Tüm bu yapıların düşey morfolojik gelişiminde esas giriş kotu hemzemin işleyiştir.

Konum üzerinden irdelemeye devam edip, yamaç suyunun tesirine açık alanlardaki yapılara bakıldığında yine biçim birliği yakalanabilmektedir. Pammakaristos Manastırı (Fethiye Camii ve Müzesi) V. Tepe'nin Haliç Etekleri'nde Michael Palaiologos'un yeğeni Maria tarafından yaptırılmıştır [278]. Ayrı yükselteleri setleme yolu ile kot farkı eritilmiş böylece eğim rahatlıkla aşılmıştır. Düşey morfolojik gelişim yine sarnıç üzerine kuruludur.

Osmanlı Dönemi Mimarisi'nde de benzer bir işleyiş düzeni yakalanabilmektedir. Bu dönemde gerek planlama gerekse yapım tekniği açısından yadsınamayacak bir milat oluşturan sınır "Sinan" Çağıdır. Öncül yapılara onarımları ile katkıda bulunan, ardıllarına ise bıraktığı model ile takip edilecek bir yol sunan bu yapı üslubunun kökleri 16.yy.da atılır. Alınan tasarım kararlarının, zemin ve yapı arasında kurulan uyumlu işleyişte kütle/parsel/topografyanın yönetiliş biçiminin kent fizyonomisine yansıdığı görülür⁶.

Rüstem Paşa Kervansarayı, Şemsi Paşa Külliyesi ve Atik Valide Sultan Külliyesi Mimar Sinan tasarımıdır. Her birinde avlu içerisinde, gerekli noktada kuyu çözümlenmiştir. Rüstem Paşa Kervansarayı ve Şemsi Paşa Külliyeleri farklı kıyılarda, parselasyonun sınırının yapı konturu ile belirlendiği, tahtani işleyişle karşımıza çıkar. Her ikisinde de avlunun bir ucunun kuyu ile tutulduğu görülür.

Osmanlı Şehirciliği'nde, selatin camiler tepe üstü düzlüklere yerleştirilirken⁷, çok bileşenli mekânsal programlı birçok yapının sınırlı ve topografya koşullarından ötürü olabildiğince zorlu arazilere oturtulması, yapısal bağlamda kritik noktalara dikkat çekmektedir. Debisi artan yamaç suyu ve şev stabilitesi yönetiminin mutlak gereklilik olarak tasarım kararlarına yansıdığı görülür⁸.

⁶ Kadirga Sokollu Mehmet Paşa, Zal Mahmud Paşa, Edirnekapı Mihrimah Sultan Camileri ve daha birçok yapısında kentsel kademelenme ile yapı arazine oturma sağlanırken, yine kuyunun benzer kullanım uygulamalarına rastlanılmaktadır.

⁷ Sultan Ahmed, Nur-u Osmaniye, Yavuz Sultan Selim, Süleymaniye, Bayezid ve Fatih Külliyeleri kentin tepe üstü düz alanlarında inşa edilmiştir.

⁸ Bu anlamda yer ile bütünleşmenin öncüsü Süleymaniye Külliyesi'dir. Oturma alanını genişletebilmek için büyük payanda duvarlarıyla teraslar oluşturulmuştur. Caminin dış avlusu için gerekli düzlük yapıyarak yaratılmıştır. Dış avlunun doğu terası yüksek istinat duvarları üstüne yapılmış, camiye çevreleyen bütün ek yapılar farklı kotlar üstüne inşa edilmiştir [224].

Üsküdar'ın yüksek tepelerinden olan Toptaşı Mevkii'nde Nurbanu Sultan tarafından yaptırılan Atik Valide Külliyesi'nde [193], 11.50m yükseltinin bir kısmı sarnıçlara dayalı kademelerle aşacak şekilde kurulduğu görülür. Bir külliye de bulunabilecek her türlü mekân organizasyonu üç ayrı kot, aks ve blok aracılığıyla çözümlenmiştir. Her doğrultuda yamacın alt kotu sarnıç veya kuyu çözümleriyle desteklenmiştir.

Benzerlik ve ayniyetin tek sebebi konum değildir. İşlevin yapıya yüklediği nitelik gereği, nem etkisi türlü yapısal kompozisyonlar ile karşılanmıştır. Bu bağlamda, Kurşunlu Mahzen'de (Yeraltı Camii) işlevin depolama oluşu [279] ayrıcalık drenaj gereksiniminin bir açıdan açıklaması olabilir. Modele konu olan diğer yapılarda ise nitelikli nem tasfiyesi gerektiren durum eğitim işlevine, yani yazma eserlerin korunmasına dayalıdır. Şemsi Paşa Külliyesi'nin bir parçası olan L planlı medrese avlu içinde ağırlık merkezinde kuyu ile desteklenmiştir.

Gazanfer Ağa Medresesi'nde ise; Bozdoğan Kemeru ile yapı arasında bırakılan galeri, bağlantılı kuyu ile deşarj edilmiştir. Bir diğer örnekte, Atıf Efendi Kütüphanesi'nde Bizans Dönemi'nden kalma sarnıç altyapı [286] ile denge yakalanmaktadır. Tahtani altyapıda oluşacak boşluk suyu basıncı kuyu ile bertaraf edilmiştir.

Bu dönemin takibindeki süreçte, Nur-u Osmaniye Camii Osmanlı klasik çağı için bir kırılma noktasını temsil eder. Su yönetimi açısından ulaşılan teknoloji kusursuzdur: ahşap kazıklar ile güçlendirilmiş zemini, tampon katı ve boşluk suyu basıncına karşı çözümlenmiş keson kuyusuyla konvansiyonel teknikte yapıyı suya karşı olabilecek en yüksek düzeyde güçlü kılma girişimlerini içerir. Deniz seviyesinden 40m yükseklikte, II.Tepe'de bulunan yapı, Kuban'ın tabiriyle [101]; I. Mahmud'un kültürel gösteresidir. Tepe üstünde olmasına karşın, burada da su yönetim gereksiniminin kaynağı sağlam zemin derinliği ve dolgunun katmanlılığından gelen zemin profili olmuştur. Bu bakımdan, yapının düşey morfolojik kuruluşunda fevkani işleyişte olup, tampon su katının bulunması dikkat çekicidir. Bodrum kattaki boşluk suyu basıncından kurtulmanın aracı ise kuyu olmuştur. Bu anlamda yapı sanayi devrimi öncesinde, kimyasal ve mekanik zemin ıslah yöntemleri bulunana dek, su yönetim teknolojisinin gerektiği gibi kullanıldığı son dönemin temsilcisidir.

4.3.2 Bileşenlerin Fayda Değerlerinin Belirlenmesi

Değerlendirme matrislerini ortak paydada birleştiren yön, jeoteknik açıdan zayıf olarak nitelendirilebilecek alanlarda keson kuyu uygulaması yapılmış olmasına dayalıdır. Suyun zemin davranışındaki etkisi sadece suyun kaynağıyla bağlantılı değil, ayrıca, jeolojik ve morfolojik yapının suyu ne şekilde yönlendirebileceği ile de ilişkilidir. Bu durum, farklı konumlarda, farklı koşullarda, yere has niteliğiyle karşımıza çıkar: kıyı dolgularını aşındıran deniz suyu veya heterojen, geçirimli zeminlerde farklı oranlarda dağılan yeraltı suyu gibi. Mimari ile doğa arasındaki bu mücadelede risk yönetimi, zemin-su etkileşiminde dengeyi yakalamak ile mümkün olmuştur. Algoritma II'den elde edilen veriler, donanım bileşenlerinin etkin olduğu sorunlu alanları belirleme açısından yoruma açıktır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6 Değerlendirilen yapılarda sorunların olası kökenlerinin analizi

MODEL DENETLEYİCİLERİ HİDROSTATİK BASINÇ KAYNAĞI														
	M1 Ayasofya Kilisesi	M2 Aya Eirene Kilisesi	M3 Sergios-Bachos Kilisesi	M4 Kurşunlu Mahzen	M5 San Paolo Kilisesi	M6 Aya Thekla Kilisesi	M7 Pammakaristos Manastırı	M8 Rüstem P. Kervansarayı	M9 Piyale Paşa Camii	M10 Şemsi Paşa Külliyesi	M11 Atık Valide S. Külliyesi	M12 Gazanfer Ağa Medresesi	M13 Atıf Efendi Kütüphanesi	M14 Nur-u Osmaniye Camii
Deniz suyu & Akarsu & Dolgu zemin profili			x	x	x	x		x	x	x				
Yamaç suyu & Kohezyonsuz zemin profili							x				x	x	x	
Yeraltı Suyu & Heterojen zemin profili	x	x												
Yeraltı Suyu & Geçirimli zemin profili														x

Bu açıdan ulaşılan olasılıklar aşağıda tanımlanmaktadır:

- M1 Ayasofya Kilisesi'nde heterojen zemin profili sebebiyle, sorun oluşturan batı ayağında oturmaya müdahale amacıyla destek payandaları eklenmiş, payandaların yapacağı eğilme hareketini önlemek maksadıyla da ilk ve son payanda içinde kuyu çözümlenmiş olabilir.
- M2 Aya Eirene Kilisesi'nin güney batı ayağındaki sarnıçların, isale hattından beslenmediği göz önüne alındığında, buradaki kuyunun esas su kaynağını yönetmek amacıyla kullanılmış olabileceği olasılıklar arasına girer.

- M3 Sergios-Bachos Kilisesi, kıyı hattında iki ayrı dolgu tabakasının bulunduğu zeminde konumlanmaktadır. Kuyunun burada denge amaçlı kullanılmış olması olasıdır.
- M4 Kurşunlu Mahzen yine kıyı hattında konumlanır. Planlama bakımından Galata Surunun sınırlarını belirleyen yüksek burcunu içerir. Yapının sadece bu biriminde kuyu bulunması kütlenin davranışını yönetme arayışına işaret etmektedir.
- M5 San Paolo Kilisesi, kıyı hattında bulunur. Yapının yüksek bloğu; çan kulesinin ağırlık merkezinde kuyu bulunması eğilme olasılığına karşı alınmış bir önlem olabilir.
- M6 Aya Thekla Kilisesi kıyı hattında, surların sınırlarını çizdiği alanın dışında konumlanır. Burada bahçe sınırları içinde beden duvarının denize bakan doğu ve güney doğrultularındaki kuyular deniz suyunun işleyişine karşı oluşturulmuş sınırlayıcılar niteliğinde kabul edilebilir.
- M7 Pammakaristos Manastırı, tepe sırtında konumlanır. Aşılan yükseklik düşünüldüğünde yapının en alt kotta hem sarnıç hem de kuyu ile yamaç suyunun tesirine karşı güçlendirilmiş olması mümkündür.
- M8 Rüstem Paşa Kervansarayı, kıyı hattı üzerinde konumlanır. Dikdörtgen sürekli kütlenin tanımladığı avlu içinde, denize en yakın kenar üzerinde kuyu çözümlenmiştir. Kuyunun yapıyı deniz suyunun aşındırıcı etkisine karşı koruma işlevine sahip olması olasılık dâhilindedir.
- M9 Piyale Paşa Camii, Kasım Paşa Deresinin taşıdığı alüvyon dolgu yığını üzerinde bulunur. Oturum alanında, akarsu doğrultusunda dolap ve kuyu düzeneğinin bulunması, bu doğrultuda yapının 2.50m yüksekliğinde bir su deposu üzerinde yükseltilmiş olması, sadece bu yöne bakan cephesinde destek payanlarının bulunması nitelikli su yönetim kurgusuna işaret etmektedir.
- M10 Şemsi Paşa Külliyesi kıyı hattında, su tablasının yüzeye oldukça yakın olduğu bir konumda bulunmaktadır. Avlu içinde, iki blok arasında çözümlenmiş kuyunun yeraltı suyu seviyesinin yükselmesini engelliyor olması kuvvetle muhtemeldir.
- M11 Atik Valide Sultan Külliyesi tepe sırtında, azımsanmayacak bir yükseklik aşacak şekilde, kademelenmeler ile çözümlenmiştir. Parçalanmayı sağlayan her bir bloğun, yamaç alt kotu ile kesiştiği noktada sarnıç veya kuyudan oluşan elemanlar bulunur. Bu elemanların yamaç suyunu toplamak ve tahliye etmek amacıyla tasarlanmış olması olasılık dâhilindedir.

- M12 Gazanfer Ağa Medresesi, Bozdoğan Kemerî'nin eteğinde konumlanır. Kemerle kesiştiği yol seviyesinden aşağıya oturtulmuş olması bu hat boyunca hem kot farkının sebep olacağı su etkisinin kesilmesini hem de kemerden ötürü yapıya düşen gölgenin sebep olacağı rutubet etkisinin kırılmasını gerektirmiştir. Çare olarak kemer ile yapı arasında galeri boşluğu bırakıldığı ve galerinin bir ucuna kuyu eklenmiş olabileceği görülür.
- M13 Atıf Efendi Kütüphanesi, yine bir yamaç üzerinde konumlanır. Kot farkını tesviye etmek için bir tampon kat oluşturulmuş ve burada toprakla temasın getirisi, boşluk suyu basıncını kırdığı düşünülen bir kuyu çözümlenmiştir.
- M14 Nur-u Osmaniye Camii kentin kıymetli fakat diğer taraftan dolgu niteliğe sahip bir tepesine oturtulmuştur. Tahtani kütlenin bir kısmı toprak altında kalırken diğer kısmı eğim sayesinde ortaya çıkar. Bu yarı-bodrum niteliğindeki tampon katın boşluk suyu basıncından kuyu aracılığıyla uzaklaştırılmış olması mümkündür.

4.3.3 Yapısal Sorunların Kökenine İlişkin Varsayımlar

Hidrolik donanımın tek bileşeni kuyu değildir, önceki başlıklarda değinildiği üzere kanallar suyu toplamaya ve dağıtmaya, sarnıçlar depolamaya, galeriler ise havalandırma sağlamaya yaramaktadır. Dolayısıyla bu komplike düzende, herhangi bir bileşendeki aksaklık algoritmada ortaya çıkan sonuçlara eşdeğer hasar göstergelerinin oluşmasına sebep olabilir. Örneğin kanalların belli bir noktada tıkanması veya sarnıcın depolama işlevinin döşemenin kaplanması ile iptal edilmesi gibi. Deformasyon kaynağı sadece su yönetim elemanlarıyla sınırlı kalmaz, detaya yansıyacak en ufak değişim benzer sonuçlar verebilir. Örneğin ahşap kazıkların çürümesi yük dengelerinin değişmesinde etkilidir. Veya peyzaj kurgusunda bir ağacın eksilmesi bile zeminin suya doygunluğunda, dolayısıyla taşıma kapasitesinde belirleyici olabilir.

Ancak, burada göz ardı edilemeyecek bir gerçek doğrudan su tablası ile etkileşimli olan, düşüm seviyesini üst yapıdan müdahale ile yönetmeyi sağlayan bileşenin kuyu olduğudur. Diğer bütün drenaj bileşenleri kuyunun su toplama kapasitesinin artırılmasına katkıda bulunabilir. Kuyu aracılığıyla düşüm seviyesine ulaşmak aynı zamanda tabandaki kazığın da mukavemetinin yönetilmesi demektir.

Kuyuların işletilmediği her türlü yapı örneğinde, birçoğunda uzun vadede tekrarlı hasar göstergeleri bulunur. Algoritma II'den elde edilen veriler, hasar göstergesi içeren yapılarda donanım bileşenlerinin işleyişiyle bağlantılı yapı performansını belirleme açısından yoruma açıktır:

- M1 Ayasofya Kilisesi'nde payanda destek kuyuları beton dökülerek kapatıldıktan sonra yapının batı ayağında suyun kılcal hareketinin artan ivme göstermesi,
- M2 Aya Eirene Kilisesi'nde bodrum katı su ve nem etkisinden kurtarmak için beden duvarının etrafı kazılıp, galerilerin açığa çıkarılmasına rağmen sorunun işletilmeyen kuyu civarında etkisini sürdürmesi,
- M3 Sergios-Bachos Kilisesi'nde kuyunun beton dökülerek kapatıldığı onarımlardan sonra hasar göstergelerinin yinelenme eğiliminde olması,
- M7 Pammakaristos Kilisesi'nde kuyuların beton dökülerek kapatıldığı onarımlardan sonra hasar göstergelerinin yinelenmesi,
- M13 Atıf Efendi Kütüphanesi'nde, Bizans Dönemi'nden kalma sarnıcın kazı açması yapılmamışken sorunların ortaya çıkması ardından sarnıcın işlevi değiştirilip kitap deposu olarak kullanıldığı süreçte hasar göstergelerinin yinelenmesi,
- M14 Nuru Osmaniye Camii'nde onarım öncesinde kapalı olan tahtani katın havalandırılması açılan doğrama boşlukları ile sağlansa da, aynı mekân içinde halen aktif işletilmeyen kuyu ile kesişen duvarda kimyasal alterasyonların yinelenmesi kuyuların zemin ve yapı stabilitesindeki etkinliğine işaret eden göstergelerdir.

4.4 Bölüm Sonucu

Bulanık değerlendirme yaklaşımıyla yapılarda su denetim etkinliğinin yöntemi ve etkinlik düzeyi araştırılmıştır. Bu amaçla, kent coğrafyasında farklı katmanlarda, farklı devir ve değişik güç dengelerinin ürünü mimari eserler çevresel koşulları ve yapı performansını değerlendirmeye olanak tanıyan hiyerarşik algoritmaya sokulmuştur. Neticede, her koşulda yapı dinamik davranış verileri ve keson kuyu ile sağlanan su denetim etkinliği paralel işler nitelikte kesitler ortaya çıkarmıştır. Tüm bu değerler maddeleştirilip, anıtların su etkisinde stabilitesini koruyarak, tahribat ve bozulmaya uğramadan günümüze ulaşmasını sağlayan ve gelecek nesillere taşınmasını sağlayabilecek olan yapı pratiğinin önemi vurgulanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kentin fiziksel potansiyelleri gereği kazandığı ardıl kimlik değerlerini yok saymak bağıntılı sorunları beraberinde getirmektedir. Tabiatın dâhil olduğu her türlü döngüde bu tepki yakalanabilse de söz konusu “su” olduğunda, yeraltındaki tanımsız mecradan ötürü durumun kanıksandığı görülür. Bu bağlamda çalışma, su odaklı anıtsal yapım pratiklerinin takibinde yapıların güncel durumlarıyla yüzleşmenin bir ürünüdür.

Çizilen bu çerçeve altında, öncelikle yeraltı suyu odaklı yağma yapı pratiği ele alınmış, yapıları su etkisine karşı zayıf/güçlü kılan nitelikler belirlenmiştir. Ardından yeraltı suyu denetim etkinliğinin Kent Arkeolojisi’nde örneklenmesi yoluyla kent kimliğinin parçası sayılan su yönetim kararlarına ulaşılmıştır. Son olarak, tarihi yağma yapılarıdaki yeraltı suyu denetim etkinliğinin bulanık mantık yaklaşımı ile değerlendirilmesi kapsamında işleyişin yapıların modal parametrelerini ne şekilde etkilediği araştırılmış, su denetim kararlarının hangi çevresel koşulları yönetmek amacıyla kurulmuş olabileceğine ve sistemin işlerliğinin yapısal performansa etkisine dair genel bir kanı elde edilmiştir.

Çalışma kuruluş bakımından;

- Özgün su denetim teknolojisini tespit etme,
- Su etkisiyle oluşan risk potansiyellerini tanımlama,
- Yapısal durum ve çevresel koşul verilerini toplama,
- Yapı dinamik davranış verilerini ifadelendirme,
- Bağıntısal verileri yorumlamak için yöntem belirleme,
- Su denetim etkinliğini değerlendirme aşamalarından oluşmuştur.

Kent Arkeolojisi'ndeki düşey morfolojik analize göre su denetim etkinliği; tampon su katı/sarnıç kuruluşuyla veya kuyu takviyesiyle sağlanan çözüm çeşitliliğine sahiptir. Kanal/galeri/sarnıç/kuyulardan oluşan donanım işleyişi üzerinden spekülâtif çıkarımlar ve öneriler ile desteklenebilecek sonuçlar elde edilebilmektedir;

- Anıtların, altyapı bileşenleri ile beraber korunması hidrojeolojik döngünün sürekliliği ve zeminin bu devingen harekete uyumu için gereklidir. Sorun sadece su tablasının yükselmesinden ibaret değildir. Yeraltı su seviyesinin düşmesi, toprak altındaki ahşap bileşenlerin bozulması için gerekli biyolojik ortam koşullarını oluşturur. Bu anlamda, bir çözüm niteliğindeki sarnıçlar, ahşap bileşenlerin üst seviyesinde her daim su katmanı bulunmasını sağlamıştır. Sarnıçların, yeniden işlevlendirilebilir -boş- mekânlar olarak görülmesi bu bakımdan sakıncalıdır.

- Kapiler suyunun yeraltı suyundan beslenmesini engelleyen, drenaj ağı bileşenleri; kanallar, galeriler birçok açıdan değişime açıktır. Yapıların etrafına sonradan eklenen kaldırımlar yüzey sularının süzülme yoluyla çevreleyen kanallara/galerilere aktarımını engelleyebilmektedir. Bileşenlerin tıkanması, havalandırma düzeneğinin bozulması, deşarj sisteminden kopartılması zeminin suya doygunluğunu etkilemekte, bu durum türlü yapısal sorunlara sebep olabilmektedir.

- Su tablası ile doğrudan etkileşimli tek donanım bileşeni kuyudur. Darcy Yasası'nın doğruladığı olgu [208]; arazilerdeki aşırı su potansiyelinin kuyuyla tahliye edilebildiği gibi tam zıttı arayışla, yeraltı su seviyesinin çok derinde olması halinde suya ulaşmak için kuyu açılabilirdiğini göstermektedir. Bu bilinçle, tarihi çevrelerde kuyular aracılığıyla su tablasındaki alçalma/yükselme gibi her türlü değişimin yönetilmiş olması mümkündür. Kent genelinde suyun aşındırıcı etkisine açık alanda çözümlenip, tampon su katı/sarnıçlar üzerinde yükseltilmemiş yapılarda keson kuyu uygulamasıyla karşılaşılmaktadır. Bu bağlamda, kuyuların devre dışı bırakılması/kapatılması kaçınılmaz olarak çevresel ve yapısal risk potansiyelleri oluşturmaktadır. Ancak, standart yönetmelik ve tanımlamaların getirdiği sınırlar içinde yapılmamış olan, hiperstatik nitelikteki mimari kültür varlıklarının tamamı için su denetiminin tek bir değere indirgenmesi suyun hareketini belirleyen diğer tüm etkenleri yok saymak anlamına gelmektedir. Bileşenin üretim/kullanım/onarım süreçlerindeki çevresel ve yapısal parametrelerin bir bütün olarak yorumlanması gerekliliğini doğrulamaktadır.

Su denetimine katkıda bulunan tanımlı ve belirsiz niteliklerin tamamını kullanarak yapı performansı tespiti yapabilmek için, bulanık mantık yaklaşımına dayalı değerlendirme yöntemi denenmiştir. Bu amaçla, incelenen yapılara ait verilerin toplanması için “envanter formu” oluşturulmuştur (EK-2). Bu form aracılığıyla, genel bilgiler, fiziksel çevre bilgileri, su donanım bileşenlerine ait nitelikler ve mevcut hasar göstergeleri toplanıp, bir sonraki aşamada, bulanık matrisler içinde yapı çevresel koşulları, ayrıcalıklı su denetimi gerektiren durum ve denetim yöntemi yapı dinamik davranış verileriyle birlikte bir bütün olarak değerlendirilmiştir.

Bu aşamadan elde edilen çıkarımlara göre kuyulara dayalı su denetim etkinliği;

- Su tablasındaki değişimleri dengelemenin,
- Yapısal stabilitenin sürekliliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamanın,
- Zemin ve yapının periyodik su hareketinden zarar görmesini engellemenin aracı olmuştur.

Çalışmanın sonuçlarına dayanarak su denetim etkinliğinin kaybolması;

- Koruma politikalarının altyapıyı kapsamaması,
- Müdahalelerin parsel bazında olması,
- Yapı mülkiyet haklarının altyapı bileşenlerini içermemesi,
- Donanım bileşenlerinin gerektiği şekilde işletilmemesi,
- Tampon su katlarının/sarnıçların farklı mekânsal kullanımlar için yeniden işlevlendirilmesi sebepleriyle bağdaştırılabilir.

Tüm bu sebepler göz önüne alındığında koşulların yönetimi için farklı alanlarda etkili olacak öneriler geliştirmek mümkündür;

- Uygarlık tarihinin her döneminde afetler, imar ve bayındırlık eylemleri sonucu gelişen yeni yapılaşmanın topografyaya ve mevcut dokuya uyum sağlayabilmesi, ilave edilen mimari ürünlerin kentsel altyapıya eklemlenebilmesine bağlı olmuştur. Altyapı eksikliği yerleşmelerde tehlikeler oluşturma eğilimindedir. Bu durum, dere yataklarında ve vadilerde elverişsiz boşaltıma sebep olurken, sulak alanların hidrolik rejimi belirlemesine neden olur [189]. Süregelen kusursuz işleyiş arazi kullanım ve su yönetim kararlarının gelişigüzel bir şekilde gerçekleşmediği sonucuna götürür.

Modelde kullanılan örnekler üzerinden ele alındığında; Piyale Paşa Camii'nin bostanı ve su denetim altyapısıyla birlikte korunmasının yapısal performansa olumlu katkıları gözleme açıktır. Birçok yerleşmede hidrolik rejimin bozulması, su denetiminde parseller arası bağlantıların sürekliliğinin sağlanamamasına bağlıdır. Aya Eirene Kilisesi'nde (Aya İrini Müzesi) kuyunun müzeden bağımsız ticari birimin tekelinde kalması, Atik Valide Sultan Külliyesi'nde ise kuyunun anıttan bağımsız tutulan vakıf tekelinde kalması donanımın gerektiği şekilde işletilememesine bağlı sorunlar ile sonuçlanmıştır. Çözüm olarak, kentin toprak altında kalan taşınmaz kültür mirasının ve ona eklenilen mimari unsurların, mevcut tekil arkeolojik kazı açmalarının bir araya getirilmesi yoluyla, haritalandırma düzeninde belgelenmesi ve korunması altyapı bütünlüğün sürekliliğinin sağlanması adına önem taşımaktadır.

- Tarihi çevrelerde peyzaj kararları suyun kapiler hareketini yönlendirebilmektedir. Açık alanlarda çim eklenmesi, yeni ağaç dikilmesi veya mevcut ağaçların kesilmesi, iç mekânda serbest kaplama malzemelerinin değiştirilmesi nem aktarım dengelerini etkileyeceği için su denetim etkinliğinin bir parçası sayılmalıdır.
- Yapıların onarım geçmişinde, tekrarlama eğiliminde olan bozulmalarının, su denetim etkinliği üzerinden irdelenmesi sorunların olası hidrojeolojik kökenli kaynağına ulaşmak bakımından faydalı olabilir. Mevcut hasar göstergeleri benzer karakterde olabileceği için tarihi yapı onarımında su etkisini değerlendirmeden yapılacak müdahalelerde bozulmalar; Sergios-Bachos Kilisesi (K. Ayasofya Camii) ve Nur-u Osmaniye Camii örneklerinde görüldüğü üzere, uzun vadede yinelenmektedir.
- Su döngüsünün sürekliliğinin yapı stabilitesinde belirleyici olduğu düzende özgün su denetim donanımının düzenli işlerliğinin sağlanması son derece önemlidir. Mevcut bileşenler korunmalı, işletilmeli ve belli periyotlarla işlerliği kontrol edilmelidir. İncelenen tarihi yağma yapıların kütüphane, müze veya ibadet amaçlı kullanım işlevlerinde olması yapıların güncel kullanıcılarının kim olacağı, suyun ne amaçla kullanılacağı sorunsalını da beraberinde getirmektedir. Ayrıca su tablasının mevsimsel değişimlerini de göz önüne alarak periyodik bakım-işletim stratejileri oluşturulup, gerekli durumlarda donanımlı bir ekip tarafından kaptaj yapılmalıdır. Yapıların bakım işlerinden sorumlu kişilerin bilgilendirilmesi amacıyla yol gösterici kılavuzların hazırlanmasının değerlerin aktarımı konusunda faydalı olacağı düşünülmektedir.

- Çalışmanın arka planında gelişebilecek paralel okuma su yönetim düzeneğinin güncel üretim/koruma alanında kullanımı üzerine olabilir. Pisa Kulesi oturma hareketine yapılan müdahale örneğinde [10] ilave kanal ve kuyuların eklenmesi, yapıyı/zemini gerekli doğrultuda dengeleme arayışına donanım bileşenleri aracılığıyla basite indirgenmiş bir çözüm sunmuştur. Güncel hidrojeolojik altyapının zorunlu kıldığı şekilde stabiliteyi destekleyen uygulamaların geliştirilmesi, ilgili bilim dallarının katılımıyla, mühendislik hesapları doğrultusunda zemindeki suyun yönlendirilmesi öngörülebilir.
- Yeraltı suyunun gereksinimleri karşılayan işletme unsuru olarak görülmesi, kullanımının çeşitli prosedür ve bedellere tabi tutulması kullanıcıları alternatif kaynak arayışına yönlendirmiştir. Bu bağlamda, tarihi çevrelerde su yönetim işleyişinin etkinliğini yitirmesi; suyun isalesi için şehir şebeke suyunun yeterli sayılmasına, yeraltı suyuna ihtiyaç duyulmamasına, kaptajın yapısal getirilerinin bilinmemesine bağlıdır. 1960'larda değiştirilen Yeraltı Suları Kanunu hükümleri bu anlamda tekrar ele alınmalıdır.
- Kentin su ile bağıntılı sorunları karşısında, salt mimari disiplininin geliştireceği stratejiler sınırlı bir aralıkta gerekli sayısal/istatistiksel tanımlardan yoksun, dolayısıyla oldukça afaki kalacaktır. Birbirinden bağımsız görünen uzmanlık alanlarında tümel yargıya ulaşabilmek için ihtiyaç duyulan bir anlamda örgütlü bilgidir. Çalışmaların hassasiyeti haritalandırma düzeninde, jeoradar görüntüleme, periyodik piyezometre ölçümleri ile desteklenmelidir. Kentte hükümrانlık kurmuş her iki medeniyette de karşımıza çıkan mimariye ve ilgili mühendislik kavramlarına hâkim disiplinasırı meslek sınıflarının karşılığı günümüzde ancak farklı formasyonlara sahip uzmanların bir arada çalışması ile sağlanabilir. İlgili bilim dalları ile işbirliği içinde, disiplinlerarası araştırmalardan elde edilecek sonuçlar kuramın yüzeysel bir söylevden öteye taşınmasına olanak tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Cresswell, J.W., (2014). Research Design-Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches, Sage Publications, London.
- [2] Dinç, İ., (1991). "Su Kuyularının Abideleri Koruma Fonksiyonları", TAÇ Vakfı Yıllığı,1: 163-166, İstanbul.
- [3] Arun, G., (2009). "Ancient Building Foundation Systems in Seismic Areas", Nauka Conservation News, 26: 279-288.
- [4] Arun, G., (2011). "Yapı Ustalarından Depreme Karşı Tasarım", Mimarlık Dergisi, 26: 8-16.
- [5] Arun,G., (2013). "Master Builders' Design Skills Diagnosing the Failures", Structures and Architecture: Concept, Applications and Challenges, CRC Press, 564-571, London.
- [6] Bayraktar, A., (2006). Tarihi Yapıların Analitik İncelenmesi ve Sismik Güçlendirme Metodları, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- [7] Bayraktar, A., Keypour, H., Fahjan, Y., Arun, G.,(2007). "Historical Monuments and Their Foundations", Proceedings of the International Symposium on Studies on Historical Heritage SHH07, 17-21 September 2007, Antalya, 19-27.
- [8] Bayraktar, A., (2011). Yığma Yapı Mühendisliğinin Gelişim Tarihi, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- [9] Erincin, Ö., (1982). "Eski Binalarda Zeminden Gelen Rutubetin Önlenmesi", Rölöve ve Restorasyon Dergisi, 6: 167-181.
- [10] Leoni, M., Squeglia, N., Viggiani, C., (2018). "Tower of Pisa: Lessons Learned by Observation and Analysis", Geotechnics and Heritage: Historic Towers, CRC Press, 15-39, London.
- [11] Burland, J., Jamiolkowski, M., Squeglia, N., Viggiani, C., (2013). "The Leaning Tower of Pisa", Geotechnics and Heritage, CRC Press, 207-227, London.
- [12] Yeleğen, M.Ö., (2014).Köprü Ayaklarında Meydana Gelen Yerel Oyulmaların Veri Analiz Yöntemleri Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [13] Kömür, M., (2004).Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [14] Cervantes, L., Castillo, O., (2016). Hierarchical Type-2 Fuzzy Aggregation of Fuzzy Controllers, Springer Briefs in Applied Sciences and Technology, London.
- [15] Wikander, O., (2000). Handbook of Ancient Water Technology, Brill NV, Leiden.
- [16] Violet, L.P., (2007). Water Engineering in Ancient Civilizations 5,000 Years of History, CRC Press, Boca Raton.
- [17] Berberian, M., (2014), Earthquakes and Coseismic Surface Faulting on the Iranian Plateau, Elsevier Publishing, The Netherlands.
- [18] Fetter, C. W., (2004). Uygulamalı Hidrojeoloji, (çeviren: Afşin, M., Kayabalı, K.), Gazi Kitabevi, Ankara.
- [19] Franzoni, E., (2014). "Rising Damp Removal From Historical Masonries: A Still Open Challenge", Construction and Building Materials, 54: 123–136.
- [20] URL-1 <http://commons.wikimedia.org>, Nilometre, Kahire, Yeraltı Suyu Ölçüm Yöntemi, 04.04.2016.
- [21] Hall, C., Hoff, W., (2011). Water Transport in Brick, Stone and Concrete, CRC Press, Boca Raton.
- [22] Capper, L.P., Cassie, F., (1984). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği, (çeviren: Kumbasar, V., Kip, F.), Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- [23] Erguvanlı, K., Yüzer, E., (1973). Yeraltıları Jeolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, 967, İstanbul.
- [24] Lerner, K., Lerner, B., (2005). Encyclopedia of Water Science, Thomson Gale, Oakland.
- [25] Bozacı, K.M., Puyan, S., (2008). "Taşkınlar ve Yeraltı Suyunun II. Beyazıt Külliyesindeki Kapilarite Etkileri", IV. Uluslararası Mimar Sinan Sempozyumu Bildirileri, 10-11 Nisan 2008, Edirne, 25-30.
- [26] Wright, G.R.H., (2005). Ancient Building Technology II, Brill NV, Leiden.
- [27] Çamlıbel, N., (2000). Geleneksel Yapılarda Stabilitenin İyileştirilmesi Temellerin Takviyesi, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- [28] Binda, L., Anzani, A., Saisi, A., (2008). "Failures due to long-term behaviour of heavy structures", Learning from Failure, WIT Press, 1-29, Southampton.
- [29] Gelard, D., Fontaine, L., Maximilien, S., Olagnon, C., Laurent, J., Houben, H., Damme, H., (2005). "Water and The Cohesion Of Earthen Materials. Towards an Optimum Water Content for Earthquake Resistance." Proceedings for the First International Conference Living in Earthen Cities-Kerpik, 5-7 July 2005, İstanbul, 106-116.
- [30] Şen, Z., (2015). Practical and Applied Hydrogeology, Elsevier Publications, Amsterdam.
- [31] Freeze, R.A., Cherry, J.A., (2003). Yeraltı Suyu, (çeviren: Kayabalı, K.), Gazi Kitabevi, Ankara.
- [32] Çokcan, B., Brell, S., (2003). Deprem ile Yaşamak, Dünya Yayıncılık, İstanbul.

- [33] Toğrol, E., Güler, E., Özüdoğru, E., Ersoy, T., Aksoy, H.İ., (1986). Haliç'in Geoteknik Sorunları ve Çözüm Yolları, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- [34] Sayar, M., Sayar, C., (1962). İstanbul'un Surlar İçindeki Kısımının Jeolojisi, İTÜ Maden Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [35] Croci, G., (2007). The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage, WIT Press, Billerica.
- [36] Ahunbay, Z., (2009), Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, Yem Yayınları, 28, İstanbul.
- [37] Arun, G., (2006). "Behaviour of Masonry Vaults and Domes: Geometrical Considerations" Structural Analysis of Historical Constructions, 299-306, New Delhi.
- [38] Kaptan, M., (2010). Anıtsal Yığma Binalarda Risk Düzeyinin Tespitine İlişkin Bir Öndeğerlendirme Yöntemi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] Siegesmund, S., Snethlage, R., (2014). Stone in Architecture Properties, Durability, Springer Science+Business Media, London.
- [40] Forsyth, M., (2007). Structures & Construction in Historic Building Conservation, Blackwell Publishing, Oxford.
- [41] Prikryl, R., Smith, B., (2007). Building Stone Decay: From Diagnosis to Conservation, Geological Society Special Publication, 271, London.
- [42] Clair, L., Seaward, M., (2004). Biodeterioration of Stone Surfaces- Lichens and Biofilms as Weathering Agents of Rocks and Cultural Heritage, Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- [43] Caneva, G., Sabbioni, C., (1998), Cultural Heritage and Aerobiology, SEPS Kluwer Publisher, Bologna.
- [44] Eriç, M., (2002).Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- [45] Yüzer, E., Angı, S., (2008). "Doğal Taşlar ve İstanbul Tarihi Su Yapılarında Doğal Taş Kullanımı", II. Ulusal Mimarlık & Taş Sempozyumu Bildirileri, Antalya, 8-26.
- [46] Arıoğlu, N., Arıoğlu, E., (1999). "Mimar Sinan'ın Seçtiği Taş: Küfeki ve Çekme Dayanımı", XIV. TIMT Kongresi Bildirileri, İzmir, 1021-1034.
- [47] Erguvanlı, K., Ahunbay, Z., (1989). " Mimar Sinan'ın İstanbul'daki Eserlerinde Kullandığı Taşların Mühendislik Jeolojisi ve Mimari Özellikleri", Mühendislik Jeolojisi Bülteni, 11: 109-114.
- [48] Tuncer, O.C., (2009). "Taşın Öyküsü ve Taş Temeller", X. Ortaçağ-Türk Dönemi Kazı Sonuçları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, 03-06 Mayıs 2006, Ankara, s.715-737.
- [49] Ousterhout, R., (2016). Bizans'ın Yapı Ustaları, Koç Üniversitesi Yayınları, 77, İstanbul.
- [50] Ahunbay, Z., (1995). "Osmanlı Mimarlığında Od Taşı", IX. Milletlerarası Türk Sanatları Kongresi Bildirileri, 23-27 Eylül 1991, Ankara, 1: 27-33.

- [51] Gökçay, M., (2013), “Küçükayasofya Kazısı”, İSTYAM 2013 Sempozyumu Bildirileri, İstanbul, 423-440.
- [52] Başgelen, N., (1993). Çağlar Boyunca Anadolu'da Duvar, Türk Ytong Sanayi, İstanbul.
- [53] Mazlum, D., (2011). 1766 İstanbul Depremi-Belgeler Işığında Yapı Onarımları, İstanbul Araştırmaları Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- [54] Sönmez, N., (1996). “Osmanlı Mimarlığında Yapı ve Malzeme Terminolojisi Üstüne Bir Deneme”, Aslanapa Armağanı, Bağlam Yayınları, 1: 183-239, İstanbul.
- [55] Kuruşçu, A.O., (2012). Yığma Duvar ve Temellerde Doğrusal Olmayan Modelleme, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [56] Mango, C., (2006). “Bizans Mimarisi”, (çeviren: Kadiroğlu, M.), Rekmay Ltd Şti., Ankara.
- [57] Kahya, Y., (1996). “İstanbul Bizans Mimarisinde Tuğla Boyutları Üzerine”, Doğan Kuban’a Armağan Dizisi, Eren Yayıncılık, 1: 171-182, İstanbul.
- [58] Aktuğ, İ., (1987). “16. Yüzyılda Kullanılan Bazı İnşaat Malzemeleri ve Kullanım Yerleri”, II. Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri, 28 Nisan- 2 Mayıs 1986, İstanbul, 1: 71-76.
- [59] Ahunbay, Z., (1987). “Sinan Camilerinde Yapım Tekniği ve Malzeme”, II. Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri, 28 Nisan- 2 Mayıs 1986, İstanbul, 3: 128-132.
- [60] Williams, C.C., (1922). The Design of Masonry Structures and Foundations, Mcgraw-Hill Book Company, New York.
- [61] Vitruvius, (1990). Mimarlık Üzerine On Kitap, (çeviren: Güven, S.), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [62] Aksoy, İ.H., (1982). İstanbul'da Tarihi Yapılarda Uygulanan Temel Sistemleri, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [63] Gökçay, M., (2010). “Yenikapı Liman Kazıları”, I. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, Vehbi Koç Vakfı Yayınları, 264-272.
- [64] Kolay-Aktuğ, İ., (2001). “A Survey On Timber As Building Material in The Ottoman Registers”, Proceedings of the 4th International Congress on Ottoman Archeology, 22-24 March 2000, Zaghuan, 23-33.
- [65] Kaya, Ş., (2008). “Osmanlı İmparatorluğu’nun Geç Döneminde İzmit’te İnşaa Edilecek Üç Yapı İçin Hazırlanan Keşif Defterlerinin Yapı Malzemesi Açısından Değerlendirilmesi”, Sanat Tarihi Yıllığı, İÜ Edebiyat Fakültesi Sanat Tarihi Enstitüsü, 21: 59-88, İstanbul.
- [66] Aksoy, İ., H., (1986). “Büyükçekmece Köprüsü Temel İnşaatı”, II. Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri, 28 Nisan- 2 Mayıs 1986, İstanbul, II: 145-153.

- [67] BOA. (1289), HH.D- 24407-1289-L-18, numaralı belge: Çırağan Sarayı tariki üzerindeki yıldırım sütunlarına mahsus olarak açılan kuyu ve inşa olunan rıhtımın masraflarını havi icmal defteri.
- [68] Kolay, İ., (1995). "Ayazma Camisi İnşaat Defteri", IX. Milletlerarası Türk Sanatları Kongresi Bildirileri, 23-27 Eylül 1991, İstanbul, 79-90.
- [69] Peynircioğlu, H., Toğrol, E., Aksoy İ.H., (1981). "İstanbulda Osmanlı Döneminde İnşa Edilen Camilerin Temelleri", I. Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri, 14 -18 Eylül 1981, İstanbul, III: 37-46.
- [70] Neftçi, A., (2010). "Üsküdar Yeni Valide Camisi'nin Yapım Hikâyesi", Sanat Tarihi Defterleri-Filiz Özer'e Armağan, Ege Yayınları, 13: 139-165, İstanbul.
- [71] Biricik, A., S., (2007). "Dolgu Zeminlerde Yapılaşma ve Dolmabahçe Sarayı", 150. Yılında Dolmabahçe Uluslararası Sempozyumu Bildirileri, 23-26 Kasım 2006, TBMM Milli Saraylar, İstanbul, II: 69-85.
- [72] Orhonlu, C., (1984). Osmanlı İmparatorluğunda Şehircilik ve Ulaşım Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- [73] Yavuz, A., (2001). "Geleneksel Kâgir Yapılarda Depreme Karşı Geliştirilen Önlemler", TAÇ Vakfı'nın 25. Yılı Anı Kitabı: Türkiye'deki Risk Altındaki Doğal ve Kültürel Miras, TAÇ Vakfı Yayınları, 363-377, İstanbul.
- [74] Gurlitt, C., (1999). İstanbul'un Mimari Sanatı, (çeviren:Kızıltan,R.), Enformasyon ve Dokümantasyon Hizmetleri Vakfı Yayınları, Ankara.
- [75] Prokopios (1994), İstanbul'da Iustinianus Döneminde Yapılar, (çeviren: Özbayoğlu, E.), Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- [76] Bildirici, M., (2002). "Klasik Çağ'da Su İletiminde Basıncılı ve Basıncsız Borular", Türkiye Mühendislik Haberleri, 420: 105-109.
- [77] Pasinli, A., (2001). "Pittakia ve Magnum Palatium-Büyük Saray Bölgesinde 1999 Yılı Kazı Çalışmaları (Sultanahmet Eski Cezaevi Bahçesi)", XI. Müze Kurtarma Kazıları Semineri Bildirileri, 24-26 Nisan 2000 Denizli, 41-65.
- [78] Çelik, S., (2009). "Süleymaniye Külliyesi Malzeme, Teknik ve Süreç", T.C. B.A.K.D.T.Y.K Atatürk Kültür Merkezi, 359/58, Ankara.
- [79] Çeçen, K., (2000). "Osmanlı Suyollarında Künkler, Debi Ölçme Tertibatı ve Su Terazileri", Osmanlı İmparatorluğu'nun Doruğu XVI. Yüzyıl Teknolojisi, ISKI Yayınları, 55-69, İstanbul.
- [80] Como, M., (2013). Statics of Historic Masonry Constructions, Springer Series in Solid and Structural Mechanics, London.
- [81] Ersen, A., Güleç, A., (1991). "Geleneksel Harçlar Konusunda Bir Araştırma: Tahtakale Hamamı", TAÇ Vakfı Yıllığı, 1: 56-75, İstanbul.
- [82] Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B., (2004). "Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri", Yapı Dergisi, 269: 90-95.
- [83] Snyder, R.J., (2012). Construction Requirements of the Water Supply of Constantinople and Anastasian Wall, PhD Thesis, The University of Edinburgh.

- [84] Finch, J.K., (1959). Yüzyıllar Boyunca İnşaat Mühendisliği, DSİ Yayınları, Ankara.
- [85] Kretzschmer, F., (2010). Resimlerle Antik Roma'da Mimarlık ve Mühendislik, (çeviren: İlkelen, Z.), Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- [86] Moropoulou, A., Christaras, B., Lavas, G., Penelis, G., Zias, N., Biscontin, G., Kollias, E., (1993). "Weathering Phenomena on the Hagia Sophia Basilica Konstantinople", Transactions on the Built Environment, 4: 47-66.
- [87] Sezer, S., Özyalçın, A., (2010). Öyküleriyle İstanbul Anıtları-I, II, Evrensel Basım Yayın, İstanbul.
- [88] Recchi-Franceschini, E. B., (2002). Il Gran Palazzo degli Imperatori di Bisanzio = Bizans İmparatorlarının Büyük Sarayı, Palatina İstanbul Derneği, İstanbul.
- [89] Başgelen, N., (1998). "İstanbul'da Antik Su Mimarisi: Sarnıçlar", İlgı Dergisi, 92: 13-24.
- [90] Yücel, E., (1967). "İstanbul'da Bizans Sarnıçları", Arkitekt Dergisi, 326: 62-66.
- [91] Barkan, Ö.L., (1972). Süleymaniye Cami ve İmaretinin İnşaatı (1556-1557) I, TTK Yayınları, Ankara.
- [92] Peynircioğlu, H., (1978). Eminönü-Süleymaniye-Unkapanı Bölgesinin Geoteknik Etüdü ve Yeni Cami Temellerinin İncelenmesi, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- [93] Batur, A., (1970). Osmanlı Camilerinde Almaşık Duvar Üzerine, Anadolu Sanatı Araştırmaları, İstanbul.
- [94] Kolay-Aktuğ, İ., (2001). "A Survey on Mortars and Plasters as Building Materials in the Ottoman Registers", Proceedings of the V. Scientific Conference-Historic Structures, Kolozsvár, 69-76.
- [95] Çeçen, K., (1993). "Su Terazileri", İA, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 7: 82-83.
- [96] Dabanlı, Ö., Çılı, F., (2013). "Nur-u Osmaniye Camii'nin Temel İnşaatı", IV. Tarihi Yapıların Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu Bildirileri, 27-29 Kasım 2013, İstanbul, 1-10.
- [97] Tayla, H., (2007). Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları I, Türkiye Anıt ve Çevre Turizm Değerlerini Koruma Vakfı, İstanbul.
- [98] Aksoy İ.H., (1981). "Osmanlı Döneminde Kullanılan Eski Su Boşaltma ve İnşaat Araçları", I. Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi Bildirileri, 14 -18 Eylül 1981, İstanbul, III: 47-58.
- [99] Karagöz, Ş., (2010). "Marmaray-Üsküdar Kazılarında Ortaya Çıkarılan On İkinci Ve On Üçüncü Yüzyıl Yapısı" , I. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, Vehbi Koç Vakfı Yayınları, 413-423.
- [100] Çelebi, M., (2002). Yapılar Kitabı: Tezkiretü'l Bünyan ve Tezkiretü'l Ebniye", (çeviren: Develi, H.), Koç Kültür Sanat Yayınları, İstanbul.
- [101] Kuban, D., (2007). Osmanlı Mimarlığı, Yem Yayınları, İstanbul.
- [102] Toğrol, E., (2001). "Haliç Bölgesindeki Temel Mühendisliği Uygulamaları", Haliç Sempozyumu, 3-4 Mayıs 2001, İstanbul, 268-281.

- [103] Evren, E., Çakır, Z., Mintaş, H., Ceylan, H., Sav, M., (2012). "Sultan Ahmet Camii'nde Arkeojeofizik Çalışmalar", Vakıf Restorasyon Yıllığı, 4: 99-112.
- [104] Kolay-Aktuğ, İ., (2006). "Osmanlı Belgelerinde Yer Alan Bazı Ahşap Yapı Malzemesi Üzerine Düşünceler", Sanat Tarihi Defterleri, Ege Yayınları, 10: 23-47, İstanbul.
- [105] Öngül, A., (1994). "Tarih-i Câmî-i Nuruosmânî", Vakıflar Dergisi, 24: 127-147.
- [106] Öztuncay, B., (2007). Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı: Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları, Vehbi Koç Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [107] Arslanoğlu, A., (2014). "Anıtsal Yapıların Strüktürel Dinamikleri ve Deprem Odaklı Güvenilirliklerinin İrdelenmesi-1", Mimar ve Mühendis Dergisi, 79: 26-31.
- [108] Gökçay, M., (2009). "Bizans İstanbul'unun Büyük Limanı Eleutherios/Theodosios", İlgı Dergisi, 116: 14-23.
- [109] Ahunbay, Z., (1988), "Mimar Sinan'ın Eğitim Yapıları: Medreseler, Darülmurralar, Mektepler", Mimarbaşı Koca Sinan: Yaşadığı Çağ ve Eserleri, Vakıflar Genel Müdürlüğü, 1:239-309, Ankara.
- [110] Ülgen, A.S., (1942). "Yenicami", Vakıflar Dergisi, 2: 387-399.
- [111] Strzygowski, J., Forchheimer, P., (1893). Die Byzantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel, Druck und Verlag der Mechitharisten-congregation, Wien.
- [112] Tuncer, C., (1992). "Geleneksel Bazı Vakıf Yapılarımızda Duvar Kalınlıkları, Yükseklikleri ve Açıklıkları Arasındaki Matematiksel Bağ ve Temeller Üzerine Bir İnceleme", IX. Vakıf Haftası Bildirileri, Ankara, 285-296.
- [113] Harmanşah, Ö., (2003). "Eski Yakın Doğu'da Ortostatlı Yapıların Tektonik Estetiği ve Kültürel Bağlamı: Bölgeler-Arası Paylaşılan Mimari Bir Pratiğin Oluşumu" Eski Çağın Mekânları, Zamanları, İnsanları, ODTÜ Mimarlık Tarihi Doktora Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, 2-3 Haziran 2003, Ankara, 110-133.
- [114] Altuğ, K., (2013). İstanbul'da Bizans Dönemi Sarnıçlarının Mimari Özellikleri ve Kentin Tarihsel Topografyasındaki Dağılımı, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [115] Wulzinger, K., (1925). Byzantinische Baudenkmäler zu Konstantinopel, Hannover.
- [116] Kunter, B., Ülgen, A.S., (1939). Fatih Camii ve Bizans Sarnıcı, Cumhuriyet Matbaası, İstanbul.
- [117] Yıldız, N., (1985). Eskiçağ Kütüphaneleri, MÜ, Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [118] Stročka, M., (1979). "Efes Celsus Kitaplığı Onarım Çalışmaları", TTKY Belleten Dergisi, 172: 809-825.
- [119] Batur, S. (1994). "Beylerbeyi Camii", İstanbul Ansiklopedisi, cilt II, 203-205.
- [120] Tanyeli, G., (2010). "Osmanlı Yapım Teknolojilerini Araştırmak", Taşınmaz Kültür Varlıklarını Tespit ve Belgeleme Sempozyumu, 1-3 Ekim, Mersin, 99-104.

- [121] Yücel, U., Bekiroğlu, H., Özel, O., (2014), “Küçük Mecidiye Camii Kubbe Künk Sistemi ve Uygulama Süreci”, Vakıf Restorasyon Yıllığı, 8: 7-14.
- [122] URL-2 <http://images.doaks.org>, RA300b, Lips Manastırı, Nicholas V. Artamonoff, 26.04.2016.
- [123] Yüksel, F.A., (2010). “Geçmişten Günümüze Suriçinin Depremselliği”, İstanbul’un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 4-5 Ekim 2010, İstanbul, 57-77.
- [124] Yavuz, M.F., (2014). Byzantion: Byzas’tan Constantinus’a Antik İstanbul, Antik Edebi Kaynaklar, İstanbul Araştırmaları Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- [125] Tuncer, F., (1996). İstanbul Tarihi Yarımada’sında Yapılanma Biçimleri ve Koruma Önerileri, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [126] Gyllius, P., (1997).İstanbul’un Tarihi Eserleri, (çeviren: Özbayoğlu, E.), Eren Yayıncılık, İstanbul.
- [127] Brown, J., (1868). Ancient and Modern Constantinople, Stevens Brothers, Covent Garden.
- [128] Bassett, S., (2004). The Urban Image of Late Antique Constantinople, Cambridge University Press, UK.
- [129] Dirimtekin, F., (1956).Fetihten Önce Haliç Surları, İstanbul Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- [130] Ebersolt, J., (1996). Bizans İstanbulu ve Doğu Seyyahları, Pera Turizm ve Ticaret A.Ş. , İstanbul.
- [131] Ülgen, A.S., (1939). Fatih Devrinde İstanbul, Vakıflar Umum Müdürlüğü Neşriyatı, Ankara.
- [132] Sayar, C. (1977). “Haliç ve Civarının Jeolojisi”, Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, 11-13 Şubat 1976, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 355-374.
- [133] İnce, G.Ç., (2007). “Tarihi Yarımada (İstanbul)’nın Sivilleşme ve Şev Stabilitesi Potansiyeli”, VI. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı Bildirileri, 16-20 Ekin 2007, İstanbul, 155-162.
- [134] Magdalino, P., (2007). Studies on the History and Topography of Byzantine Constantinople, Variorum Collected Studies, Ashgate.
- [135] Erkal, N., (2011). “Dolgunun Arkeolojisi: İstanbul Kıyısının Katmanlılığı Üzerine”, Arrademento Mimarlık, 2249: 80-86.
- [136] Dalgıç, S., Turgut, M., Kuşku, İ.,Coşkun, Ç.,Coşgun, T., (2009). “İstanbul’un Avrupa Yakasındaki Zemin ve Kaya Koşullarının Bina Temellerine Etkisi”, Uygulamalı Yerbilimleri, 2: 47-70.
- [137] Janin, R. (1950). Constantinople Byzantine: Développement Urbain et Répertoire Topographique, Institut Francais d'Etudes Byzantines, Paris.
- [138] Dethier, P.A., (1993).Boğaziçi ve İstanbul, (çeviren: Öztürk, Ü.), Eren Yayıncılık, İstanbul.

- [139] Çeçen, K., (1997a). II. Bayezid Su Yolu Haritaları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, İstanbul.
- [140] İnce, G.,Ç., Yıldırım, M., Özaydın, K., Özener, P., (2008). "Seismic Microzonation of the Historic Peninsula of Istanbul", Bull Eng Geol Environment, 67: 41–51.
- [141] Yılmaz, Y., Sakınç, M., (1990). "İstanbul Boğazı'nın Jeolojik Gelişimi Üzerine Düşünceler", İstanbul Boğazı Güneyi ve Haliç'in Dip Tortulları, İTÜ Vakfı, 99-105, İstanbul.
- [142] Byzantios, D., (2008). Boğaziçi'nde Bir Gezinti, (çeviren: Yavuz, M.F.), Yapı Kredi Yayınları, 3107, İstanbul.
- [143] Crow, J., Bardill, J., Bayliss, R., (2008). The Water Supply of Byzantine Constantinople, The Society for the Promotion of Roman Studies, Great Britain.
- [144] Çeçen, K., (2000).İstanbul'un Osmanlı Dönemi Su Yolları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, İstanbul.
- [145] Kimiyo, Y., (2004). "The Water Supplies And Public Fountains Of Ottoman Istanbul", Islamic Area Studies with Geographical Information Systems, Taylor&Francis Group, 162-183, London.
- [146] Ar, B., (2010). "Osmanlı Dönemi Suyolları Haritalarında Roma ve Bizans Yapıları", Sanat Tarihi Defterleri-Filiz Özer'e Armağan, Ege Yayınları, 13: 15-38, İstanbul.
- [147] Bono, P., Crow, J., and Bayliss, R., (2001). "The Water Supply of Constantinople: Archaeology and Hydrogeology of an Early Medieval City", Environmental Geology, 40: 1325-1333.
- [148] Eldem, S.H., (1954). Türk Evi Plan Tipleri, İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [149] Önge, Y., (1997).Türk Mimarisinde Selçuklu ve Osmanlı Dönemlerinde Su Yapıları, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- [150] Roger, A., (2013). Water and Roman Urbanizm, Brill Publishing, Leiden.
- [151] Aysel, N., (2004). Mimari Tasarımın Biçimlenmesinde Bir Çevre Faktörü Olarak 'Su' ve Boğaziçi Örneği, Doktora Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [152] Mumford, L., (2007). Tarih Boyunca Kent-Kökenleri, Geçirdiği Dönüşümler ve Geleceği, Ayrıntı Yayınları, İstanbul.
- [153] Marzo, M., (2012). "Fortified Places in the Venetian Lagoon", Festival dell'Architettura di Parma, Parma.
- [154] Kuban, D., (1998).Kent ve Mimarlık Üzerine İstanbul Yazıları, YEM Yayınları, İstanbul.
- [155] Payzın, Z., (1976). "Türkiye Büyük Millet Meclisi Milli Saraylar Restorasyonu Mastr Plan-Hazırlık Raporu", Millet Meclisi Basımevi, Ankara.
- [156] 27.12.1937, Teknik Rapor, Dolmabahçe Sarayı Veliaht Dairesi Restorasyonu, T.B.M.M. Milli Daire Başkanlığı, Ankara.

- [157] Toğrol, E., Yorulmaz, M., (1976). "Küçüksu Kasrında Meydana Gelen Çatlak ve Deformasyonlar", Rapor no:24, ITU İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [158] Eldem, S.H., (1997). Sadabad, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [159] IBB, 2014, Hâlihazır Harita: Tarihi Yarımada Planı, İstanbul.
- [160] URL-3 <http://tudav.org>, batimetri ve akıntı haritası, Boğaziçi, 11.11.2016.
- [161] Turnbull, S., Dennis, P., (2004). The Walls of Constantinople AD 324-1453, Osprey Publishing Ltd., Oxford.
- [162] Schneider, A., Nomidis, M., (1944). Galata Topographisch-Archaologischer Plan, Selbstverl, İstanbul.
- [163] İnciyan, P.G., (1956). XVIII. Asırda İstanbul, İstanbul Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- [164] Procopius (2004). Iustinianus Dönemi'nde İstanbul'da Yapılar, Birinci Kitabının Analizi, (çeviren: Düzgüner, F.), Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- [165] Magdalino, P., (2012). Ortaçağda İstanbul- Altıncı ve On Üçüncü Yüzyıllar Arasında Konstantinopolis'in Kentsel Gelişimi, (çeviren: Cezar, B.), Koç Üniversitesi Yayınları, 14, İstanbul.
- [166] Millingen, A., Traquair, R., George, W., Henderson, A., (1912). Byzantine Churches in Constantinople, Macmillan And Co., Limited, London.
- [167] Demangel, R., Mamboury, E., (1939). Le Quartier des Manges et la première région de Constantinople, Recherches Françaises en Turquie, Paris.
- [168] Necipoğlu, G., (2013).Sinan Çağı: Osmanlı İmparatorluğu'nda Mimari Kültür, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- [169] Eldem, S., H., Akozan, F., (1982).Topkapı Sarayı, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [170] Freely, J., (2004). Türkiye Uygarlıklar Rehberi I- İstanbul, YKY, İstanbul.
- [171] Müller, W., (2003).Bizans'tan Osmanlı'ya İstanbul Limanı, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.
- [172] Toğrol, E., Aksoy, İ., H., Tan, O., (1990). "İstanbul Galata Köprüsü Civarındaki Yapıların Oturmalarına Ait Örnekler", Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği III. Ulusal Kongresi Bildirileri, İstanbul, 147-170.
- [173] BOA. (1312), BEO-436-32690 numaralı belge: Hidayet Camiinde melhuz olan tehlikenin bertaraf edilmesi talebi, 16.02.2015.
- [174] Dündar, A., (2000). Arşivlerdeki Plan ve Çizimler Işığı Altında Osmanlı İmar Sistemi, TC. Kültür Bakanlığı Yayınları, Osmanlı Eserleri Dizisi, 21, Ankara.
- [175] URL-4 Erseyrek, İ., (1999). "Depremde suya gömülen, büyük yangında yanan, Evliya Çelebi'nin rüyasına giren Ahi Çelebi Camii", Taha Toros Arşivi, Dosya No: 102-Camiler,<http://earsiv.sehir.edu.tr:8080/xmlui/handle/11498/2692>, 04.05.2016.
- [176] BOA. (1314), BEO-857-64270 numaralı belge: Ahi Çelebi Camii'nin fevkani olarak yeniden ve emaneten inşası kararı, 16.02.2015.

- [177] Ousterhout, R., (2008). Master Builders of Byzantium, Publishing of University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia.
- [178] Özakın, R., Erdem, A., (2010). "The Protection Problems and Reparations of Ahi Çelebi Mosque in Istanbul", Advanced Materials Research, 133-134: 1027-1032.
- [179] Aslanapa, O., (2004). Osmanlı Mimarisi, İnkilap Kitabevi, İstanbul.
- [180] Özdeş, G., (1998). Türk Çarşıları, Boyut Yayıncılık, İstanbul.
- [181] Gyllius, P., (2000). İstanbul Boğazı, (çeviren: Özbayoğlu, E.), Eren Yayınları, 89, İstanbul.
- [182] Palazzo, B., (2014). Arap Camii veya Galata Saint Paul Kilisesi, (çeviren: Yentürk, B.), Bilge Karınca Yayınları, İstanbul.
- [183] Müller, W., (2002). İstanbul'un Tarihsel Topoğrafyası, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- [184] Kuban, D., (1996). İstanbul: Bir Kent Tarihi, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.
- [185] Göncüoğlu, S.F., (1997). "Mihrişah Valide Sultan Camii (Humbarahane Camii)", İlgı Dergisi, 90: 3-7.
- [186] Han, A. & Shopov, A. (2015). "Klâsik Dönem Osmanlı Mimarisinin Bir Örneği Olarak Piyale Paşa Camii ve Bostanı", Arkeologlar Derneği İstanbul Şubesi 2015. 22 tarih ve sayılı yazısı Ek 1: Tarih Araştırması Raporu.
- [187] Irmak, H., (2007). Osmanlı belgelerinde Kağıthane, Kağıthane Belediye Başkanlığı, İstanbul.
- [188] Erinç, S., (2001). Jeomorfoloji II, Der Yayınları, İstanbul.
- [189] Gencer, E., (2013). The Interplay Between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management-A Case Study of the Istanbul Metropolitan Area, Springer, New York.
- [190] Mamboury, E., (1951). İstanbul Touristique, Çituri Biraderler Yayınevi, İstanbul.
- [191] Eyice, S., (1976). Bizans Devrinde Boğaziçi, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 2236, İstanbul.
- [192] Ülgen, A., (2012). "İstanbul'da Üç Kaptanıderya Külliyesi", VII. Türk Kültürü Kongresi, Ankara, 5-10 Ekim 2009, Bildirileri, 1: 353-370.
- [193] Konyalı, İ.H., (1976). Abideleri ve Kitabeleriyle Üsküdar Tarihi II, Yeşilay Cemiyeti, İstanbul.
- [194] Kos, K., (1995). İstanbul Şehir Tarihi ve Mimarisi, (çeviren: Güngörmüş, N.), TC Kültür Bakanlığı Yayınları, 108/7, Ankara.
- [195] Mordtmann, A., (1892). Esquisse Topographique de Constantinople, Lille.
- [196] Çetinkaya, H., (2004). "İstanbul'da Orta Bizans Dönemi Dini Mimarisi (843-1204)", Sanat tarihinde Gençler Semineri Bildirileri, İstanbul, Bilim Eşiği-II, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 29-50.
- [197] Schneider, A., (1936). Byzanz, Berlin.

- [198] Tanyeli, G., (2000). "18. Yüzyıl Osmanlı Mimarlığında Yapım Süreci: Laleli Külliyesi Örneği", Celal Esad Arseven Anısına Sanat Tarihi Semineri Bildirileri, 7-10 Mart 1994, İstanbul, MSÜ Yayınları, 317-326.
- [199] Yılmaz, Ö., (2015). Engineering Seismology with Applications to Geotechnical Engineering, SEG,17, Oklahoma.
- [200] Kütükoğlu, M., (2000). XX. Arsa Erişen İstanbul Medreseleri, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- [201] Crow, J., (2007). "The Infrastructure of a Great City: Earth, Walls And Water in Late Antique Constantinople", Late Antique Archaeology, 4: 249-285.
- [202] Bolognesi, E., (1993). "The Great Palace Survey: The First Season", XI Araştırma Sonuçları Toplantısı Bildirileri, 24-28 Mayıs 1993, TC Kültür Bakanlığı, Ankara, 19-33.
- [203] Ayverdi, E.H., Yüksel, A., (1976). İlk 250 Senenin Osmanlı Mimarisi, Baha Matbaası, İstanbul.
- [204] Recchi / Franceschini, E., (2000). "The Seventh Survey of the Great Palace Area and The Third Study Mission For The Boukoleon Restoration Project (1998)", 17. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 24-28 Mayıs 1999, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1: 137-146.
- [205] Peynircioğlu, H., (1977). "Haliç Sahillerinde Temel ve Stabilité Sorunları", Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, 11-13 Şubat 1976, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1: 391-401.
- [206] Arıoğlu, E., Anadol, K. (1973), "On the Earthquake Resistance of the Süleymaniye Mosque in the Historical Perspective (1557-1973)" Proceedings of 5th World Conference on Earthquake Engineering, Rome.
- [207] Bilge, A., (1972). "Fatih Zamanında Topkapı Sarayı Suyu", Türk Sanat Tarihi Araştırma ve İncelemeleri, IDGSA Yayınları, 2: 214-222, İstanbul.
- [208] Ulugür, M.E., 1972. Su Mühendisliği, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- [209] Güney, D., (2011). "Tarihi Yapılarda Zemin Kaynaklı Sorunlar ve Çözüm Önerileri", Tarihi Yapıları Koruma ve Onarım Sempozyumu Bildirileri, 26-29 Ekim 2011, İstanbul, 218-225.
- [210] Crouch, D.P., (1993). Water Management in Ancient Greek Cities, Oxford University Press, Madison Avenue.
- [211] Meinzer, O.E., (1927). Plants as Indicators of Ground Water. U.S. Geological Survey Water Supply Paper, Washington.
- [212] Kaplan, S.A., (2009). "Depremi Yıkamadığı Yapılar" , Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 453: 58-64.
- [213] Shelley, E., Santoyo, E., Oliveira, M., (2013). "Intervention Techniques", Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites, CRC Press, 75-91, London.
- [214] Usman, M., (1955). Antik Devir Küçük Asya Evleri, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Doçentlik Çalışması, İstanbul.

- [215] Ortloff, C.R., (2009). *Water Engineering in the Ancient World*, Oxford University Press, Oxford.
- [216] URL-5 <http://tayproject.org>, haber, Süleymaniye Camii, Vahit Okumuş, 27.03.2017.
- [217] Yücel, E., (1972). "Byzantine Cisterns of Istanbul", *TTOK Belleteni*, 34: 30-36.
- [218] Alper, M., (2006). "Design Characteristics and Constructional Techniques of a Byzantine Cistern in Istanbul", *Proceedings of the 5th International Conference, Structural Analysis of Historical Constructions-Possibilities of Numerical and Experimental Techniques*, Delhi, 1: 191-199.
- [219] Altuğ, K., (2012). "Planlama İlkeleri ve Yapım Teknikleri Açısından Tarihi Yarımada'daki Bizans Dönemi Sarnıçları", *Restorasyon-Konservasyon Dergisi*, 15: 3-22.
- [220] Mango, C., (1995). "The Water Supply of Constantinople", C. Mango, G. Dagron (Ed.), *Constantinople and its Hinterland: Papers from the Twenty-Seventh Spring Symposium of Byzantine Studies*, Oxford 1993, Aldershot.
- [221] Tezcan, H., (1989). *Topkapı Sarayı ve Çevresinin Bizans Dönemi Arkeolojisi*, Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu, İstanbul.
- [222] Çeçen, K., Kolay, C., (1997b). *Topkapı Sarayına Su Sağlayan İsale Hatları*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, İstanbul.
- [223] Bayraktar, N. (1992). "İstanbul'un Bizans Sarnıçları Hakkında Bir Osmanlı Arşiv Belgesi", *Semavi Eyice Armağanı İstanbul Yazıları*, TTOK Yayınları, İstanbul.
- [224] BOA. (1321), PLK.p.427-1321S06 numaralı belge: Ortaköy Dereiçi'ne ait plan, 16.02.2015.
- [225] Malacrino, C., (2010). *Constructing the Ancient World: Architectural Techniques of the Greeks and Romans*, Getty Publications, California.
- [226] Mays, L.W., (2010). *Ancient Water Technologies*, Springer, New York.
- [227] Öztürk, S., (2006). *Osmanlı Arşiv Belgelerinde İstanbul'un Tarihi Su Yolları Muhafaza ve Bakım*, ISKI yayınları, İstanbul.
- [228] Harrison, M., (1989). *A Temple for Byzantium*, Harvey Miller Publisher, London.
- [229] Streck, O., (1964). *Pratik Problemlerle Temel ve Su İnşaatı*, (çeviren: Acun, N.) İTÜ İnşaat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [230] Feo, G., Antoniou, G., Mays, L., Dragoni, W., (2014). *Historical Development of Wastewater Management, Engineering Hydrology*, CRC Press, Boca Raton.
- [231] Karakaya, E., (1993). "Hebdomon Hipojesi", İA, *Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları*, İstanbul, 4: 40-41.
- [232] Yücel, E., (1994). "Aya İrini Kilisesi", İA, *Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları*, İstanbul, 1: 433-435.
- [233] Eyice, S., (1993). "Atıf Efendi Kütüphanesi", İA, *Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları*, İstanbul, 4: 399-400.

- [234] BOA. (1237), CAS-765-32302-1237-Z-29 numaralı belge: Atik Valide İmaretinde rutubeti ref için menfez kuburları yapılması kararı, 16.02.2015.
- [235] Anhegger- Eyüboğlu, M., (1986). Topkapı Sarayı'nda Padişah Evi (Harem), Sosyal Kültür Yayınları, 9, İstanbul.
- [236] Peschlow, U., (1977). Die Irenenkirche in Istanbul Untersuchungen zur Architektur, Tübingen, Wasmuth.
- [237] URL-6 <http://arachne.uni-koeln.de>, Byzantine, Atik Mustafa Paşa Camii, Müller Wiener, 26.03.2018.
- [238] İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, (2014), Hebdemon Hipojesi, Sergi Materyalleri, 17.01.2014.
- [239] Bir, A., Kaçar, M., (2007). "Güneş Saati ve Su", Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 281-293, Ankara.
- [240] URL-7 <http://archives.saltresearch.org>, TASUPA0399007, Tophane-i Amire Binası Rölöve Projesi, Ali Saim Ülgen, 28.03.2017.
- [241] Cabrera, E., Arregui, F.,(2010), Water Engineering and Management Through Time – Learning from History, CRC Press, The Netherlands.
- [242] Gamallo, G.M., (2003). "The Evolution of Traditional Types of Building Foundation Prior to the First Industrial Revolution" Proceedings of the First International Congress on Construction History, 22-24 January 2003, Madrid, 943-956.
- [243] Bolt, B., (2008).Depremler, TUBITAK Bilim Kitapları, Ankara.
- [244] Karaman, S.A., Dağlı, Y., (2003). Günümüz Türkçesiyle Evliya Çelebi Seyahatnamesi: İstanbul, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- [245] Aygün, Ç.Ö., (2010). "Ayasofya ve Topkapı Sarnıç ve Suyolları", National Geographic, 3: 56-72.
- [246] Barka, A., Er, A., (2006). Depremini Bekleyen Şehir İstanbul, Epsilon Yayıncılık, İstanbul.
- [247] Nace,R.I., (1972). "Man and Water: a Lesson in History", Bulletin of the Atomic Scientists, 3: 4-38.
- [248] Tezcan, H. (1992). "Topkapı Sarayındaki Büyük Su Haznesi Dolab Ocağı", Semavi Eyice Armağanı İstanbul Yazıları, 179-187, TTOK Yayınları, İstanbul.
- [249] Yücel, E., (1989). "Ayasofya Çalışmaları ve Yapılan Onarımlar", Sanat Tarihi Araştırmaları Dergisi, 6: 26-30.
- [250] Schneider, A., (1941). Die Grabung im Westhof der Sophienkirche zu Istanbul, Istanbulur Forschungen, 12, Berlin.
- [251] Aygün, Ö.Ç., (2011). "New Findings on Hagia Sophia Subterranean and Its Surroundings", Bizantinistica, 12: 57-108.
- [252] Alkan, A., (2013). Tarihi Çevre Koruma Müdürlüğü Projeleri 2004-2013, İBB Kültür Yayınları, İstanbul.
- [253] Bingöl, O., (2004). Arkeolojik Mimari'de Taş, Homer Yayıncılık, İstanbul.

- [254] Martal, A., (1989). "XVI Yüzyılda Osmanlı İmparatorluğunda Su-Yolculuk", Belleten, 205: 1585-1655.
- [255] Robert, J., (2003). Suyun Ekonomik Politikası, Ütopya Yayınları, Ankara.
- [256] Çelik, G., (2000). İstanbul Su Külliyyatı XIV Vakıf Su tahlilleri Su hukuku ve Teşkilatı, ISKI Yayınları, İstanbul.
- [257] Ergin, O.N., (1995). Mecelle-i Umur-ı Belediye III, IBBKIDB Yayınları, 21, İstanbul.
- [258] BOA. (1314), BEO-3568-267599-4 numaralı belge: Rutubetten ötürü Ayasofya Camii su terazisinden vazgeçme talebi, 16.02.2015.
- [259] Tosun, M., (2001). "Ülkemizdeki Yer Altı ve Yer Üstü Suların Hukuki Durumu", I. Türkiye Su Kongresi Bildirileri, İstanbul, 569-571.
- [260] Ögel, B., (1991). Türk Kültür Tarihine Giriş-III, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [261] Aygün, Ö.Ç., (2007). "İstanbul Ayasofyası'nın Döşeme Altı Dehliz, Kuyu ve Su Sistemleri Araştırması", 28.Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu Bildirileri, 24. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 29 Mayıs-2 Haziran 2006, Çanakkale, I:467-480.
- [262] Arseven, C.E., (1989). Eski İstanbul, Çelik Gülersoy Vakfı İstanbul Kütüphanesi Yayınları, İstanbul.
- [263] Akgündüz, A., Öztürk, S., Baş, Y., (2005). Üç Devride Bir Mabet Ayasofya, Osmanlı Araştırmaları Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [264] Erdik, Çakmak, (1999). "Ayasofya'nın Deprem Davranışı", Uğur Ersoy Sempozyumu Bildirileri, 1-2 July 1999, Ankara, 106-120.
- [265] Cakmak, A.S., Natsis, M.N., Mullen, C.L., (1995). "Foundation Effect on the Dynamics of Hagia Sophia" Built Environment Press, 15: 3-10.
- [266] Nice, V., (1965). Saint Sophia in Istanbul: An Architectural Survey, The dumbarton Oaks Center for Byzantine Studies, Trustees for Harvard University, Washington.
- [267] Ar, B., (2013).Osmanlı Döneminde Aya İrini ve Yakın Çevresi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [268] Ramazanoğlu, M., (1952). "Yeni Araştırmalara Göre Sent İren ve Ayasofya'lar manzumesinin Değişen Mimari Tarihi", IV. Türk Tarih Kongresi Bildirileri, 10-14 Kasım 1948, Ankara, TTK Yayınları, 103-111.
- [269] Yücel, E., (1996). "Ayasofya ve Aya İrini'nin 1994 Yılı Onarımları ve Çevre Düzenlemeleri", VI. Müze Kurtarma Kazıları Semineri Bildirileri, 24-26 Nisan 1995, Didim, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, 183-191.
- [270] Özşen, G., Aköz, F., Yüzer, N., Özkaraman, M., Bayram, E., (1995), "Küçük Ayasofya Camii-Sergius ve Bachus Kilisesi-Kubbesindeki Çatlak Nedenlerinin Araştırılması", İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi Bildirileri, 20.12.1995, İstanbul, 67-80.

- [271] Mango, C., (1975). "The Church of Sts Sergius and Bacchus once Again", *Byzantinische Zeitschrift*, 68: 385-392.
- [272] Alkis, A., Arun, G., Demirel, H., Dogan, U., Düppe, R.D., Gerstenecker, C., Krockner, R., Snitil, B., (2001). "Deformation Observations at the Church of Sergios and Bakchos by Photogrammetric Tools", *Proceedings of the 2nd International Congress Studies in Ancient Structures*, 10-13 July 2001, Istanbul, 223-237.
- [273] Massanas, M., Roca, P., Cervera, M., Arun, G., (2005). "Structural Analysis of Küçük Ayasofya Mosque in İstanbul", *Structural Analysis of Historical Constructions*, CRC Press, 679-686, London.
- [274] Arseven, C., (1989)., "Eski Galata ve Binaları", Çelik Gülersoy Vakfı İstanbul Kütüphanesi Yayınları Şehir Monografisi 1, İstanbul.
- [275] Mathews, T., Hawkins, E., (1985). "Notes on the Atik Mustafa Paşa Camii in Istanbul and Its Frescoes", *Dumbarton Oaks Papers*, 39: 125-134.
- [276] Eyice, S., (1993). "Atik Mustafa Paşa Camii", İA, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 1: 406-407.
- [277] Ogan, A., (1949). "Aya Maria Pammakaristos-Fethiye Camii", *Belleten*, cilt: XIII, sayı.50, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara.
- [278] Eyice, S., (1963). Son Devir Bizans Mimarisi: İstanbul'da Palaiologos'lar Devri Anıtları, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 9, İstanbul.
- [279] Kömürciyan, E.Ç., (1988). İstanbul Tarihi- XVII. Asırda İstanbul, Eren Yayıncılık, İstanbul.
- [280] Çınarıılmaz, N., (2018), "Karaköy Kurşunlu Han", *Toplumsal Tarih Dergisi*, 1:18-22.
- [281] Tanman, B., Bostan, İ., (2011). Piyale Paşa Camii: 2005 – 2007 Restorasyonu, Gürsoy Grup Kültür Yayınları, İstanbul.
- [282] Soyer, E., (2008). "Osmanlı Dönemi Kasımpaşa Deresi Islah Çalışmaları", *Toplumsal Tarih Dergisi*, 169:66-80.
- [283] Yılmaz, H., Yılmaz, Y., (2010), "Üsküdar Şemsi Ahmet Paşa Camii Restorasyonu", Yılmaz Yapı Yayınları, İstanbul.
- [284] Aksu, D., Alaca, Ç., (2013), "Üsküdar Atik Valide Külliyesi Restorasyon Uygulamalarından Örnekler", *Kagir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri V*, IBB Kudeb Yayınları, İstanbul.
- [285] Özkaya, G., (2007). "18. Yüzyıl İstanbul'unda Kütüphanelere İlişkin Bir Değerlendirme Atıf Efendi Kütüphanesi", *Mimarlık İç Mimarlık ve Görsel Sanatlar Dergisi*, 8: 85-90.
- [286] Erez, S., (1981). "Atıf Efendi Kütüphanesi", *Taha Toros Arşivi*, Dosya no:111.
- [287] Köseoğlu, E., (2009). "Bir 18. Yüzyıl Osmanlı Yapısı: Vefa'da Atıf Efendi Kütüphanesi", *Arredamento Dergisi*, 228: 118-123.

- [288] Dabanlı, Ö., (2016). Nur-u Osmaniye Camiinin Deprem Performansının Belirlenmesi ve Koruma Önerileri, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [289] Yedigün Neşriyatı, (1940). İstanbul Abideleri, Yedigün Neşriyatı, İstanbul.
- [290] Durak, S., (2012). Restorasyon Sorunları Çerçevesinde Nur-u Osmaniye Camii", Vakıf Restorasyon Yıllığı, 5: 103-107.
- [291] Shepard, R., (2005) "Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic", Springer Series on Environmental Management, USA.
- [292] Renzik, R., (1997). "Fuzzy Controllers", Newnes Publication, Oxford.
- [293] Palabıyık, S., (2011). Mimari Tasarım Sürecinde Karar Verme: Bulanık Ahs Yöntemi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [294] Zadeh, L., (1965), "Fuzzy sets", Information and Control, 8 (3) 338–353.
- [295] Lorenzoni, F., Casarin, F., Caldon, M., Islami, K., Modena, C., (2016), "Uncertainty quantification in structural health monitoring: applications on cultural heritage buildings", Mech. Syst. Signal Proc. 66–67: 268–281.
- [296] Ortiz, R., Ortiz, P., (2016) "Vulnerability index: a new approach for preventive conservation of monuments", Int. J. Archit. Herit. 10 (8) 1078–1100.
- [297] Prieto, A., Silva, A., Brito, J., Macías-Bernal, J., Alexandre, F., (2017). "Multiple linear regression and fuzzy logic models applied to the functional service life prediction of cultural heritage", Journal of Cultural Heritage, 1:1-16.
- [298] D'Ayala, D., Ansal, A., (2013). "Local Site Conditions and Seismic Risk Assessment of Historic Buildings", Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites, CRC Press, 45-56, London.
- [299] Güler, K., Sağlamer, A., Celep, Z., Pakdamar, F., (2004). "Structural and Earthquake Response of the Little Hagia Sophia Mosque", Proceedings of XIII. World Conference on Earthquake Engineering, 1-6 August 2004, Vancouver, 2652: 1-15.
- [300] Beyoğlu Belediyesi, (2017). İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Raporu, İstanbul.
- [301] Beyoğlu Belediyesi, (2012). Arap Camii Gözleme Dayalı Zemin ve Temel Etüdü Raporu, İstanbul.
- [302] İstanbul Büyük Şehir Belediyesi, (2007). Mikrobölgeleme Raporu-Avrupa Yakası, İstanbul.
- [303] İstanbul Büyük Şehir Belediyesi, (2009). Mikrobölgeleme Raporu-Anadolu Yakası, İstanbul.
- [304] URL-8 www.korumakurullari.gov.tr, eklenti, Envaner çalışmaları, 01.03.2018.

BİBLİYOGRAFYA

Araştırma savını destekleyebilmek amacıyla 304 adet kaynaktan faydalanılmış, tüm bu yayınlar IEEE indeks düzeninde, yönetmeliklerin gerektirdiği şekilde, çalışma içindeki kullanım sırasına göre numaralandırılarak “kaynaklar” başlığı altında sunulmuştur. Bu süreçte erişilen ancak tez içinde kullanılmayan literatür altyapısı ise, “EK-A: bibliyografya” içinde toplanmıştır. Farklı alanlarda, tezin anahtar kelime içeriğini besleyecek olan diğer kaynaklar, erişim kolaylığı sağlamak adına, bu başlık altında APA indeks düzeninde yazar soy isimlerine göre sıralanmıştır.

- **Agaiby, S., Ghamrawy, M., Ahmed, S.,** (2013). “Learning from the Past: The Ancient Egyptians and Geotechnical Engineering”, Fourth International Seminar on Forensic Geotechnical Engineering, Bengaluru.
- **Ahunbay, Z.,** (2011). “İstanbul’da Kentsel Mimari”, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- **Akşit, İ.,** (1989), “İstanbul, Türkiye’nin Tarihi Hazineleeri”, Sandoz Yayınları, no:3, İstanbul.
- **Aktuğ, İ., Ersen, A.,** (1991). “Bir 15. Yüzyıl Yapısı Olan Tahtakale Hamamı’nda Uygulanan Bazı Yapım Teknikleri”, TAÇ Vakfı Yıllığı, İstanbul, 25-55.
- **Al-Homoud A.S., Tal A.B.,** (1997). “Soil Properties, Foundation Stability, Groundwater Conditions, Characteristics Of Building Stones and Mortar Used in Construction and Proposed Measures for Restoration at the Site of Ancient Ayla in Aqaba, Jordan” Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 55, Paris.
- **Altındağ, Ü.,** (1982), “Üçüncü Avlu: Enderun”, TC Kültür Bakanlığı Yayınları, Sanat , Topkapı Sarayı Müzesi, Ankara.
- **Angelakis, A. N., Koutsoyiannis, D.,**(2003), “Urban Water Engineering and Management in Ancient Greece”, Encyclopedia of Water Science, Marcel Dekker Inc., New York.
- **Anhegger- Eyüboğlu, M.,** (1978). “Fatih Devrinde Yeni Sarayda da Harem Dairesi (Padişahın Evi) Var mıydı?”, Sanat Tarihi Yıllığı VIII, 1: 23-37, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sanat Tarihi Enstitüsü, İstanbul.

- **Arslan, E.,** (2013). “İstanbul Boğazı Dolgu Zemininde İnşa Edilen Anıtsal Yapılarda Yapı-Zemin İlişkisi ve Koruma Yöntemleri”, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- **Arun, G.,** (2005), “Yığma Kagir Yapı Davranışı”, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- **Arun, G., Düppe, R., Gerstenecker, C., Hovenbitzer, M., Klein, B.,** (2007), “Laser Scanning of Küçük Aya Sofya, İstanbul, Turkey”, Proceedings International Symposium Studies on Historical Heritage, 17-21 September 2007, Antalya, 1:123-130, YtÜ, İstanbul
- **Asgari, N.,** (1984). “İstanbul Temel Kazılarında Haberler 1983”, II. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 1:43-63, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- **Aslanapa, O.,** (1992). “Mimar Sinan”, Kültür Bakanlığı 1349, Ankara.
- **Ayala, D., Fodde, E.,** (2008). “Structural Analysis of Historical Construction”, Proceedings Of The Sixth International Conference On Structural Analysis Of Historic Construction, 2–4 July, Bath, United Kingdom.
- **Aygen, T.,** (1988). “Türkiye’nin Az Bilinen Doğal ve Arkeolojik Değerleri” Tayf Basım Yayın, İstanbul, Türkiye.
- **Aygün, Ö., Ç.,** (2006a). “Ayasofya’nın Kuyuları”, Atlas Dergisi, 5:49-52.
- **Ayvansarayi, H.,** (1987), “Hadikatü’l Cevami - Camilerimiz Ansiklopedisi”, çeviri: İhsan Erzi, Tercüman Tesisleri, İstanbul.
- **Ayvansarayi, H.,** (2003) “Hadikatü’l Cevami”, İşaret Yayınları, İstanbul.
- **Ayverdi, E.H.,** (1958). “19. Asırda İstanbul Haritası”, İstanbul Fethi Derneği, İstanbul Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- **Balasubramaniam, A.,S.,** (1990). “Geotechnical Aspects of Restoration Works”. Taylor&Francis,Batkema, Rotterdam.
- **Barberot, E.,** (1920). “Traite De Constructions Civiles”, Librairie Polytechnique Ch. Beranger, Paris.
- **Bardill, J.,** (2010). “Konstantinopolis Hippodromu’nun Mimarisi ve Arkeolojisi”, Hipodrom Tarih Sahnesi, Pera Müzesi, yayın 39: 91-148
- **Baykan, O.** (2008). “Helenistik, Roma ve Bizans Dönemi Su Yapıları” 5.Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, 1:51-62,İzmir, Türkiye.
- **Bayrak, O.,** (1966), “İstanbul’un Tarihi Yerleri Kılavuzu”, İstanbul.
- **Bayraktar, N.,** (1992). “İstanbul’un Bizans Sarnıçları Hakkında Bir Osmanlı Arşiv Belgesi”, Ayasofya Müzesi Yıllığı 12: 87-105, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Bayram, S., Tüzen, A.,** (1991). “İstanbul Üsküdar Ayazma Camii ve Ayazma Camii İnşaat Defteri”, Vakıflar Dergisi, 22: 127-147.
- **Binark, İ.,** (2001). “Arşiv Belgeleri Işığında Osmanlı’da Çevrecilik Anlayışı”, Türk Kültürü Araştırmaları, TKA Enstitüsü, 1:235-281.
- **Birkan, Ç.,** (1990). “Soğukkuyu Caferağa Medresesi”, Yayın Danışmanı: Doğan Kuban, Vakıf İnşaat Restorasyon Yayınları, Restorasyon Belgeleri Dizisi 2, İstanbul.
- **Botici, A., Dogariu, A., Let, T., Dubina, D.,** (2014). “Rehabilitation Solution of Ground Soil And Foundations Of Huniade Castle From Timisoara”, 2nd International Conference on Protection of Historical Constructions, PROHITECH 2014.

- **Brindesi, J.**, (1845). "Souvenirs de Constantinople", Paris.
- **Broilo, F., A.**, (2009). "Cleanses the Sins with the Water of the Pure-flowing Font: Fountains for Ablutions in the Byzantine Constantinopolitan Context", *Études Sud-Est Europé*, XLVII, 1-4, 1:5-24, Bucarest.
- **Burton, W., K.**, (1894). "The Water Supply of Towns and The Construction of Waterworks", Crosby Lockwood and Son, London.
- **Calabresi G.**, (2013). "The role of Geotechnical Engineers in saving monuments and historic sites", *Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Paris, September 2-6, 1:71-83.
- **Cantay, G.**, (2012). "İstanbul Tarihi Topografyasında Osmanlı Mimarisinin Önemi" . IIX. Türk Kültürü Kongresi, Bildirileri, 5-10 Ekim 2009, Ankara, Atatürk Kültür Merkezi Yayını, 1: 67-99.
- **Canuti, K.** (2009). "Landslides Disaster Risk Reduction", Springer, Berlin.
- **Cerasi, M.**, (1999). "Osmanlı Kenti: Osmanlı İmparatorluğu'nda 18. ve 19. Yüzyıllarda Kent Uygarlığı ve Mimarisi", *Toplumsal Tarih Araştırmaları* :2, YKY, İstanbul.
- **Cezar, M.**, (2002). *Osmanlı Başkenti İstanbul*, Erol Kerim Aksoy Vakfı Yayınları, İstanbul.
- **Charbonnier, J.**, (2014). "Groundwater management in Southeast Arabia from the Bronze Age to the Iron Age: a critical reassessment", *Water Hist*, DOI 10.1007/s12685-014-0110-x.
- **Christaras, B.**, (2003). "Cultural Heritage and Engineering Geological Factors of Damage" *Engineering Geology and Protection of Ancient Monuments and Archaeological Sites*, IAEG C16 - UNESCO World Heritage , Greece.
- **Clarke, S., Engelbach, R.**, (2009). "Ancient Egyptian Masonry : The Building Craft" Dover Publication, New York.
- **Crouch, D.**, (2003). "Geology And Settlement Greco-Roman Patterns", Oxford University Press, Madison Avenue, New York.
- **Crow, J.** (2012). "Ruling the waters-managing the water supply of Constantinople, ad 330-1204" *Water History*, Volume 4, 1:35-55.
- **Crow, J.**, (2013). "Water and The Great Palace in Constantinople" , II. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, Vehbi Koç Vakfı Yayınları, 1: 413-423.
- **Cuduto, D., P.**, (2005). "Temel Tasarımı İlkeler ve Uygulamalar", Gazi Kitabevi, Ankara.
- **Çeçen, K.**, (1988). "İstanbul'da Sinan Tarafından Yapılan Su Tesisleri", *Uluslararası Mimar Sinan Sempozyumu Bildirileri*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- **Çetinkaya, H.** (2011). "Ayasofya Meydanında Bilinmeyen Bir Çukurçeşme", *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, İstanbul, 4: 34-39.
- **Çinicioğlu, F., Bozbey, İ., Öztoprak, S., Keleşoğlu, K.** (2011), " Geoteknik bakış açısı ile özgün bir deprem hasar görebilirlik yönteminin geliştirilmesi", *İtü Dergisi*, Cilt: 10, 4:23-34, Ağustos 2011.

- **Dağdelen, İ.**, (2006). “Alman Mavileri- 1913 - 1914 I. Dünya Savaşı Öncesi İstanbul Haritaları”, T.C. İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, İstanbul.
- **Dal, M., Kılıç, İ., Gültekin, A.**, (2008), “Geleneksel ve Çağdaş Yapılarda Su ve Nemin Malzemeye Etkileri”, 4. Uluslararası Mimar Sinan Sempozyumu, 1: 37-42, Edirne.
- **Dalgıç, Ö., Mathews, T.** (2010). “A new Interpretation of the Church of Peribleptos and Its Place in Middle Byzantine Architecture” , I. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu, Vehbi Koç Vakfı Yayınları, 1:424-431.
- **Darga,M.**, (1985). “Hitit Mimarlığı/1 Yapı Sanatı” Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- **Deleon, J**, (2004). “İstanbul Anıtları”, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- **Demangel, R.**, (1945), “Contribution à la topographie de l'Hebdomon”, Recherches françaises en Turquie, Paris.
- **Demirağ,D., Erten, A., Şen, M.**, (2008), “Suyla Gelen Kültür”, İSKİ Kanalizasyon Dairesi Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Demirtaş, B.**, (1996). “Eskiçağ’da Anadolu’nun Yerleşim Dokusu İçinde Çeşmelerin Yeri” Çağlar Boyunca Anadolu’da Yerleşim ve Konut Uluslararası Sempozyumu, 1:111-119, 5-7 Haziran, Ege Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Derleth C.**, (1921) “Notes On Foundations and Masonry Structures”, California University Press, Berkeley, California.
- **Diez, E., Glück, H.**, (1920). “Alt-Konstantinopel”, Roland-Verlag, Muenchen, Germany.
- **Dirimtekin, F.**, (1961). “Ayasofya’nın Nartex’inin Altındaki Mekân ve Buradan Ayrılan Su Yolları”, Ayasofya Müzesi Yıllığı 3: 15-18, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Doyduk, H.S.**, (2010). Nesne Merkezli Koruma Yaklaşımına Tamamlayıcı Bir Olgu Olarak Kentsel Arkeolojik Yığılma, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- **Dunham, S.**, (1980). “A Study of Ancient Mesopotamian Foundations” Doctorial Thesis, Columbia University.
- **Durgunoğlu, H.T., Karadayılar, T., Olgun, C., G.**, (1997). “Foundation Problems of Konya Alaeddin Mosque and Implacation of Remedial Measure” Proceedings of the International Conference on Studies in Ancient Structures, (14-18 July), İstanbul.
- **Edgüer, E., Göksel, S.,A., Öner, Ö., Soyberk, Ö., Tömek, F.**, (1965). “Topkapı Sarayı Harem Dairesi Su Yollarının Sodyum 24 Kullanarak İzlenmesi”, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Atom Enerjisi Komisyonu, İstanbul.
- **Emecen, F.**, (2010). “İmparatorluk Başkentinden Kültür Başkentine”, Kitabevi ve İÜ Ortak Yayını
- **Emler, S.**, (1963). “Topkapı Sarayı Restorasyon Çalışmaları”, Türk Sanatı Tarihi Araştırma ve İncelemeleri I, 1:211-312.
- **Erder, A.**, (1960). “St. İren’in Güneydoğusundaki Bizans Sarnıcı”, Ayasofya Müzesi Yıllığı 2: 22-24, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Ertunç, A.**, (2003). “Mühendislik Jeolojisi” Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta, Türkiye.

- **Ewbank, T.**, (1851). "Descriptive and Historical Account of Hydraulic And Other Machines For Raising Water-Ancient and Modern with Observation on Various Subjects", Greeley&McElrath Tribune Buildings, Newyork.
- **Eyice, S.**, (1964). "Arslanhane ve Çevresinin Arkeolojisi", İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı, 11-12:19-23.
- **Eyice, S.**, (1985). "Topkapı Sarayı", Epoch Yayınları, İstanbul.
- **Eyice, S.**, (1988). "İstanbul'da Bizans İmparatorlarının Sarayı: Büyük Saray", Sanat Tarihi Araştırmaları Dergisi, cilt 1, 3:3-36.
- **Eyice, S.**, (1989). "İstanbul'un Bizans Su Tesisleri", Sanat Tarihi Araştırmaları Dergisi, cilt 2, 5:3-14.
- **Eyice, S.**, (1993), "Bayezid Külliyesi", İA, 2:95
- **Eyice, S.**, (1994). "Sarnıçlar", Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi, 6:469-472, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul.
- **Eyice, S.**, (2006), "Tarih Boyunca İstanbul", Etkileşim Yayınları, İstanbul.
- **Eyice, S.**, (2011). "Dünya Mirası İstanbul", Creathane Media Solutions, İstanbul, Türkiye.
- **Ferrigni, F., Helly, B., Victor, L., Pierotti, P., Rideaud, A., Costa, P.**, (2005). "Ancient Buildings and Earthquakes The Local Seismic Culture Approach:Principles, Methods, Potentialities" , Centro Universitario Europeo per Beni Culturali, Bari, Italy.
- **Fıratlı, N., Ergil, T.**, (1969). "Divanyolu Milion Sondajı", İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı, 15-16: 199-213.
- **Franzmeier, H.**, (2007). "Wells and Cisterns in Pharaonic Egypt: The Development of a Technology as a Progress of Adaptation to Environmental Situations and Consumers' Demands", Swansea, Current Research in Egyptology Conference IX.
- **Freely, J.**, (2011). "A History of Ottoman Architecture", Wit Press, Southampton, UK.
- **Freely, J., Çakmak, A.,S.**, (2005). "İstanbul'un Bizans Anıtları", Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Gates, C.**, (2011). "Ancient Cities", Routledge, Taylor & Francis Group, Oxon, UK.
- **Gevgilili, A., Hasol, D., Özer,B.**, (1997). Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi. YEM Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Gilles, P.**, (1729). "The Antiquities of Constantinople", Getty Research Institute, USA.
- **Gorokhovich, Y.**, (2005), "Abandonment of Minoan Palaces on Crete in Relation to the Earthquake Induced Changes in Groundwater Supply", Journal of Archacological Science 32: 217-222.
- **Gökçay, M.**, (2006). "Hipodrom", İlgı Dergisi, 112: 28-35.
- **Green, P.E., Williamson, S.A.**, (2013). "Geoconservation Analysis At Ackendown, Jamaica Defining Geoarchitecture", XI International Forum Le Vie dei Mercanti Heritage, Architecture, LanDesign: Focus on Conservation, Regeneration, Innovation, La scuola di Pitagora editrice, Volume: 39, At Napoli, Italy.

- **Güleç, A.**, (1994) “Kariye Müzesinde İklim Araştırması”, 1:56-57, II. Müzecilik Semineri Bildirileri, İstanbul.
- **Gülersoy, Ç.**, (1990), “Mavi Cami”, Çelik Gülersoy Vakfı İstanbul Kütüphanesi Yayınları, İstanbul.
- **Humphrey, J.W.**,(2006). “Ancient Technology”, Greenwood Press, Westport, U.S.
- **Hunt, G., R.**, (2006). “Foundation Rituals and the Culture of Building in Ancient Greece” Doctor of Philosophy in the Department of Art, University of North Carolina, Chapel Hill.
- **Issina, A.**, (2013). “ Geotechnical Investigations of Historical Monuments Oof Central Asia” Proceedings of the 5th International Young Geotechnical Engineers Conference, Fairfax, USA.
- **Iwasaki, Y.**, (2011). “GeoEngineering for Conservation of Cultural Heritage and Historical Sites”, Proceedings of Special Session 14th ARC, HongKong.
- **İnce, G., Ç.**, (2011). “The relationship between the performance of soil conditions and damage following an earthquake: a case study in Istanbul, Turkey”, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11: 1745–1758.
- **İnce, G.Ç.**, (2007b). “Tarihi Yarımada’nın (İstanbul) Yerel Zemin Koşullarının Büyütme Özellikleri ile Jeolojik Geoteknik Yapısının Karşılaştırılması” ,Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye.
- **Kala, A., Aynural, S., Kala, S., Baran, A.**,(1999). “İstanbul Su Külliyesi VII: Vakıf su defterleri ilmuhaber 4 : 1856-1928”, ISKI Yayınları, İstanbul.
- **Kala, S., Mete, Z.**, (2003). “İstanbul Su Külliyesi XXXII: İstanbul Vakıf Su Defterleri Su Tahrirleri (1655–1807)”, ISKI Yayınları, İstanbul.
- **Kanıt, R.**, (2003). “Temel İnşaatı” , Gazi Kitabevi, Ankara, Türkiye.
- **Karadayılar, T., Durgunoğlu, T.**, (1990). “Konya Alaeddin Camii Temel Zemin Davranış Modellenmesi”, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Üçüncü Ulusal Kongresi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- **Kessener, P.**, (2001). “Vitruvius and the Conveyence of Water”. Bulletin Antieke beschaving 76 (2001), 139–158,
- **Kırımtayfı, S.**, (2001). “Converted Byzantine Churches in Istanbul” ,Ege Yayınları, İstanbul.
- **Kızıltan, Z., Saner, T.**, (2011). “İstanbul’da Arkeoloji-İstanbul Arkeoloji Müzeleri Arşiv Belgeleri 1970-2010” İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Kleinbauer, E., White, A., Matthews, H.**, (2004). “Ayasofya”, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- **Koçu, R., E.**, (1960). “Topkapu Sarayı”, İstanbul Ansiklopedisi Kütüphanesi, İstanbul.
- **Kolay-Aktuğ, İ.**, (2008). “Ottoman Limestone (Küfeki) Typology in the Mid Sixteenth Century”, 8th International Seminar on Structural Masonry, 05.11.2008-07.11.2008, 1:497-504, İstanbul.
- **Koyunlu, A.**, (1990). “Bir Buluntu Işığında I. II. III. Ayasofya’nın Döşemeleri ve Konumu”, Ayasofya Müzesi Yıllığı 11: 139-156, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Köse, F.**, (2013). “Arşiv Belgelerine Göre Fâtih Camiinin İnşâsı ve Onarımları”, Vakıf Restorasyon Yıllığı, 7:86-94.

- **Köse, F.**, (2014). "Arşiv Belgelerine Göre Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii Tamirleri ve Onarımları", Vakıf Restorasyon Yıllığı, 9:24-32.
- **Kubilay-Yetişkin, A.**, (1998), "XVIII. Ve XIX. Yüzyıl İstanbul Kütüphanelerinin Mimarisi", İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- **Kumar, A., Pushplata, A.**, (2014). "Vernacular Practices: As a Basis For Formulating Building Regulations For Hilly Areas", International Journal of Sustainable Built Environment (2013)2: 183–192.
- **Kumbasar, V., Ülker, R., Kip, F.**, (1977). "Haliç'te İnşa Olunmuş Bazı Yapıların Temel Sistemleri", Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu Tebliğleri, s.375-390, 11-13 Şubat 1976, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- **Kuniholm, P., Striker, C.**, (1985). "Dendrochronological Investigations at St. Sophia in Istanbul: A Preliminary Report", Ayasofya Müzesi Yıllığı 10: 41-45, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Kuran, A.** (1978), "Tophane'de Kılıç Ali Paşa Külliyesi", Boğaziçi Üniversitesi Dergisi: Beşeri Bilimler, 6: 175-198, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- **Kuran, A.** (1981), "Mimar Sinan'ın Onardığı Camiler", Boğaziçi Üniversitesi Dergisi: Beşeri Bilimler, vol:8-9: 195-215, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- **Kuran, A.**, (1968). "The Mosque in Early Ottoman Architecture", The University of Chicago Press, London.
- **Kuros, G., R., Khaneiki, M.,L.**,(2007). "Water and Irrigation Techniques in Ancient Iran", Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID), Iran.
- **Laho, M., Franzen, C., Holzer, R., Mirwald, P. W.** (2010), "Pore and hygric properties of porous limestones: a case study from Bratislava, Slovakia", Natural Stone Resources for Historical Monuments, The Geological Society Publishing, London.
- **Lethaby, W.,R.**, (1894). "The church of Sancta Sophia, Constantinople; a study of Byzantine building", New York, Macmillan & Co., London.
- **Littlewood, A., Maguire,H., Wolschke-Bulmahn, J.**, (2002). "Byzantine Garden Culture", Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- **Lollino, G., Giordan, D., Marunteanu, C., Christaras, B., Yoshinori, I., Margottini, C.**,(2015). "Engineering Geology for Society and Territory – Volume 8 Preservation of Cultural Heritage", Springer International Publishing, Switzerland.
- **Macdonald, C., Driessen, J.**, (1988). "The Drainage System of The Domestic Quarter in The Palace at Knossos", The Annual of the British School at Athens 83: 235-258.
- **Mainstone, R.J.**, (2006). "Hagia Sophia: Architecture, Structure, and Liturgy of Justinian's Great Church", Thames & Hudson Publishing, Mainstone, UK.
- **Mamboury, E., Wiegand, T.**, (1934). "Die Kaiserpaläste von Konstantinopel zwischen Hippodrom und Marmara-Meer", Walter De Gruyter&Co Publishing, Berlin.
- **Manning, J.**, (1987). "Applied Principles of Hydrology", Merrill Publishing, Columbus, Ohio.
- **Masia, M., Kleeman, P., Melchers, R.**, (2004). "Modeling Soil&Structure Interaction for Masonry Structures", Journal of Structural Engineering, 130:641-649.

- **Mays, L.,** (2002). “Urban Water Supply Handbook” , Mc Graw Hill Company, New York.
- **Mays, L., Antoniou, G., P., Angelakis, A., N.,** (2013). “History of Water Cisterns: Legacies and Lessons” Water 2013, 5, 1916-1940; doi:10.3390/w5041916.
- **Mete, Z.,** (2003). “İstanbul Su Külliyesi XXVIII: İstanbul Vakıf Su Defterleri Su Keşif Defteri 2 (1847-1872)”, İSKİ Yayınları, İstanbul.
- **Moropoulou, A., Cakmak, A.S., Biscontin, G., Bakolas, A., Zendri, E.,** (2002), “Advanced Byzantine cement based composites resisting earthquake stresses: the crushed bricklime mortars of Justinian’s Hagia Sophia”, Construction and Building Materials 16 (2002) 543–552.
- **Mülayim, S.,** (1989).Sinan ve Çağı, Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- **Namlı, M.** (2001). “Tarihi Yapıların Temel Sistemleri ve Temel Takviyesi Yöntemleri”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- **Naumann R.,**(1975). “Eski Anadolu Mimarlığı”, T.T.K.Basımevi, Ankara.
- **Naumann, F., Dolunay, N.,** (1964). “Divanyolu ve Adalet Sarayı Arasındaki Araştırmalar”, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı, 11-12: 19-23.
- **Naumann, R.,** (1970). “İstanbul’da At Meydanında Kazılar”, Atatürk Konferansları II, 1:103-111, TTK Yayınları, Ankara.
- **Necipoğlu, G.,** (2006). “ 15. ve 16. Yüzyılda Topkapı Sarayı- Mimari Tören ve İktidar”, YKY, İstanbul.
- **Necipoğlu, G.,** (2013).“Virtual Archaeology in Light of a New Document on The Topkapı Palace’s Waterworks And Earliest Buildings, Circa 1509” Muqarnas, Volume 30, Brill Publishing, Leiden.
- **Necipoğlu, N.,** (2001). “Byzantine Constantinople Monuments, Topography and Everyday Life”, Brill Press, Leiden, The Netherlands.
- **Neumann, J., W.,** (2014).” Vernacular Heritage Seismic Risk Management—Ongoing Educational Project”, Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development, page:201, CRC Press, Leiden, The Netherlands.
- **Nirven, S.,** (1946). “İstanbul Suları”, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları.
- **Ogan, A.,** (1940). “1937 Yılında Türk Tarih Kurumu Tarafından Yapılan Topkapı Sarayı Hafriyatı”, Belleten Dergisi 16: 15-18, Türk Tarih Kurumu Yayınları, İstanbul.
- **Oğuz, B.,** (1998). “ Bizans’tan Günümüze İstanbul Suları” Simurg Kitapçılık ve Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.
- **Ohlig, C.,** (2007), “Antike Zisternen”, DWhG, Deutschland
- **Olcer, Nazan,** (2010). “Bizantion’dan İstanbul’a Bir Başkentin 8000 Yılı”, Sakıp Sabancı Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Olson, R., G.,** (2010). “Technology and Science in Ancient Civilizations”, ABC-CLIO, LLC, Santa Barbara, California.
- **Orengo, H.A., Alaix, C., M.,** (2013). “Reconsidering the water system of Roman Barcino (Barcelona) from supply to discharge”. Water History, 5(3): 243-266.
- **Ö. Köklü, Ö., Akman, S., Çoban, F., Kuşç, Ş., Çukur, A.,** (1992), “Ayasofya Müzesi Döşeme Taşları ve Harçlarının XRD İle Analizleri”, VII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, 1: 77-80, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.

- **Ögel, S.,** (2008). “İstanbul Su Yolu Haritalarında III. Ahmed Çeşmelerinin Tasvirleri”, Sanat Tarihi Defterleri İstanbul: Ege Yayınları. 12: 53-61.
- **Önge, Y.,** (1973). “İstanbul’un Eski Kuyu Bilezikleri Hakkında”, Sanat Tarihi Yıllığı V: 261-281, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sanat Tarihi Enstitüsü, İstanbul.
- **Öz, İ.,** (1983). “İstanbul: Tokapı and Yıldız Palace”, Unesco Publishing, Ankara.
- **Öz, T.,** (1938). “Sultan Ahmed Camii”, Vakıflar Dergisi, 1:25-29.
- **Özcep, F., Aşçı, M., Alpaslan, N., Yas, T., Gündoğdu, D.,** (2005), “Statik ve Dinamik Etkiler Altında Zemin Davranışı”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye, 2005, 1: 1123-1129
- **Özel, M.,** (2009). “Geçmişten Günümüze İstanbul’da Suyun Yönetimi”, İSKİ Kanalizasyon Dairesi Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Özgüleş, M.,** (2014). “Belgeler Işığında Gülnuş Emetullah Sultan’ın Galata’da Yaptırdığı Çeşmeler ve Su Yolları”, Tasarım + Kuram Dergisi, 17: 27-38.
- **Özgümüş, F.,** (1998). “Peribleptos Manastırı (Sulu Manastır)”, Sanat Tarihi Araştırmaları Dergisi, 14: 21-32.
- **Özgümüş, F.,** (2000). “Sirkeci’de Bulunan Bir Bizans Kilisesi Alt Yapısı”, Sanat Tarihi Araştırmaları Dergisi, 15: 62-65.
- **Özgümüş, F.,** (2010). “İstanbul Ayasofya’sı Altındaki Tapınak”, Ayasofya Müzesi Yıllığı 13: 203-207, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Özgümüş, F.,** (2012). “Bukoleon Sarayı 2009 Sezonu Temizlik Çalışmaları”, Vakıf Restorasyon Yıllığı, 4: 63-71.
- **Özgünler, M., Özgünler-Acun, S.,** (2010). “The Experimental Methods Suggested in Characterization of Natural Stones Used in Historical Buildings”, World Applied Sciences Journal 11 (5): 569-572, 2010, ISSN 1818-4952
- **Öziş, Ü., Arısoy, Y.,** (1988). “Mimar Sinan’ın Su İletim Sistemleri”, Mimar Sinan Dönemi Türk Mimarlığı Sanatı, İş Bankası Yayınları, s.219-233, İstanbul.
- **Özkan-Aygün, Ç.,** (2013). “İstanbul’un Birinci Tepesindeki Sarnıç, Kuyu, Galeri ve Su Dağıtımına İlişkin Yeni Bulgular: Ayasofya, Topkapı Sarayı ve Hipodrom Araştırmaları”, İSTYAM 2013, Uluslararası İstanbul Tarihi Yarımada Sempozyumu, 1: 258-279, İstanbul.
- **Öztürk, S.,** (2000). “Afetlerin Gölgesinde İstanbul”, İstanbul Belediye Başkanlığı Yayınları, İstanbul.
- **Öztürk, S.,** (2006), “Suyu Arayan İstanbul-Vakıf Sular ve Kırkçeşme”, İSKİ Yayınları, İstanbul.
- **Parla, T.,** (1982), “Yurt Ansikopedisi”, cilt 6, Anadolu Yayıncılık, İstanbul.
- **Parry, D.,** (2013). “Engineering in the Ancient World”, The History Press, Gloucestershire.
- **Pasinli, A.,** (2002), “Pittakia” ve “Magnum Palatium-Büyük Saray” Bölgesinde 2000 Yılı Kazı Çalışmaları (Sultanahmet Eski Cezaevi Bahçesi)”, 12. Müze Kurtarma Kazıları Semineri, 25-27 Nisan 2001 Kuşadası, 1: 1-22, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- **Peck, B.,R., Hanson, W., E., Thornburn, T.,H.,** (1974). “Foundation Engineering”, John Wiley&Sons, Canada.Bozorgnia, Y., Bertero, V., (2004). “Earthquake Engineering”, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

- **Pervititch, J.** (2000). "Sigorta Haritalarında İstanbul", Tarih Vakfı, İstanbul.
- **Petrini, V., Save, M.** (1996). "Protection of the Architectural Heritage Against Earthquakes" Springer-Verlag Wien GmbH
- **Peynircioğlu, H.,** (1975). "Geotechnique of The Istanbul Area", Istanbul Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 3: 1-16, İstanbul.
- **Pilehvarian, N., Urfalıoğlu, N., Yazıcıoğlu, L.,** (2000). "Osmanlı'nın Başkenti İstanbul'da Çeşmeler", Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Psychar, P., Pantazopoulou, P., Papadrakakis, M.** (2015). "Seismic Assessment, Behavior and Retrofit of Heritage Buildings and Monuments" Springer International Publishing AG, Switzerland.
- **Ramsay, W., Bell, G.,** (2008). "The Thousand and One Churches", University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology Press, Philadelphia, PA.
- **Refik, A.,** (1931). Hicri XI. Asırda İstanbul Hayatı, Türk Tarih Encümeni Külliyyatı, İstanbul.
- **Ruggieri, V.,** (1991). "Byzantine Religious Architecture (582-867) : Its History and Structural Elements", Pont. Institutum Studiorum Orientalium, Roma.
- **Saim, A.,** (1933). "İstanbul ve Eski Eserleri", Milli Mecmua Matbaası, İstanbul.
- **Sakaoğlu, N.,** (2002). " Tarihi Mekânları, Kitabeleri ve Anıları ile Saray-ı Hümayun-Topkapı Sarayı", Denizbank Yayınları, no:9, İstanbul
- **Salzenberg, W.,** (1854). "Alt-christliche Baudenkmale von Constantinopel vom V. bis XII. Jahrhundert" Verlag von Ernst & Korn, Berlin.
- **Shepard, R.,** (2005) "Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic", Springer Series on Environmental Management, USA.
- **Sintubin, M., Stewart, I.S., Niemi, T., Altunel, E.,** (2010). "Ancient Earthquakes", The Geological Society of America, Inc., U.S.A.
- **Smith, B. J., Heras, M, Viles, H., Cassar, C.,** (2010). "Limestone in the Built Environment: Present-Day Challenges for the Preservation of the Past", The Geological Society, London.
- **Smith, J., R.,** (1922). "Springs And Wells in Greek and Roman Literature Their Legends and Locations" G. P. Putnam's Sons, The Knickerbocker, New York and London.
- **Smith, K., Rycroft, D.,** (1986). "Hydraulic Design in Water Resources Engineering Land Drainage" Proceedings of the 2nd International Conference, International Conference, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- **Sowden, A., M.,** (1990). "The Maintenance of Brick and Stone Masonry Structures", E&F.N. Spon, Cambridge.
- **Sönmez, N.,** (1998). "Eyüp / Defterdar Salih Sultan Çeşmesi Restitüsyonu ve Koruma Değerlendirme Önerisi", I. Eyüp Sultan Sempozyumu, 1:82-89, İstanbul.
- **Sözen, M.,** (1975). Türk Mimarisinin Gelişimi ve Mimar Sinan, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 179, İstanbul.
- **Steege, T., Grützner, C., Reicherter, K., Schaub, A.,** (2011). "The Aachen Cathedral (Germany) Built on Weak Ground?" Quaternary International 242 (2011): 138-148.
- **Stefanidou, M., Papayianni, I.,** (2007) "Resistance of Repair Mortars of Historic Structures to Wetting-Drying Salt Cycles", Proceedings International

Symposium Studies on Historical Heritage, 17-21 September 2007, Antalya, 1:123-130, Ytü, İstanbul.

- **Striker, C.**, (1967). "Bodrum Camiinde Yeni Bir Araştırma ve Myrelaion Problemi", İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı, 13-14:71-76.
- **Strom, S., Nathan, K., Woland, J.**, (2013). "Site Engineering for Landscape Architects", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- **Taie,E., Ansari, N., Knutsson, S.**, (2012). "Progress of Building Materials and Foundation Engineering in Ancient Iraq" Advanced Materials Research Vols. 446-449 (2012): 220-241.
- **Tanman, B.**, (1993), "Eyüb Sultan Külliyesi", İA, 3: 239.
- **Tansuğ, S.**, (1965). "18. Yüzyılda İstanbul Çeşmeleri ve Ayasofya Şadırvanı", Vakıflar Dergisi, 6: 93-102.
- **Tanyeli, G.**, (1988). "Topkapı Sarayı Haremi'nin Haliç Cephesindeki Yapılaşmasının Evrimi", Topkapı Sarayı Müzesi Yıllık, c. 3, İstanbul, 1: 148-180.
- **Tanyeli, G., Tanyeli, U.**, (2004). "Ayasofya'da Strüktürel Demir Kullanımı", Sanat Tarihi Defterleri-Metin Ahunbay'a Armağan. İstanbul: Ege Yayınları. 8: 23-59.
- **Tarih Vakfı Arşivi**, (2007). "İstanbul Müzesi Projesi ve Darphane". Bilirkişiyeye Sunulan Ek Belgeler, İstanbul.
- **Terzi, M.**, (2004). "Water culture in Anatolia", Participatory water saving management and water cultural heritage. Bari : CIHEAM. Option s Méditerran éen n es : Série B. Etu des et Rech erch es; 48: 7 9 -81.
- **Thomaz, E.**, (2014). "Defects in Masonry Walls- Guidance on Cracking: Identification, Prevention and Repair", cib.
- **Thys-Senocak,L.**, (1998). "The Yeni Valide Mosque Complex at Eminönü". In Muqarnas XV: An Annual on the Visual Culture of the Islamic World. Gülru Necipoglu (ed.) Leiden: E.J. Brill, 58-70.
- **Toğrol, E.**, (1993)., "Küçüksu Kasrı ve Zemin İyileştirme Çalışmaları", TBMM Basımevi Yayın no:9, Ankara.
- **Tomlinson, M.,J.**, (2001). "Foundation Design and Construction", Pearson Education Publishing, Essex, England.
- **Topkaç, S.**, (2000). "Ahi Çelebi Camisi'nin Özgün Tasarım ve Onarım Evreleri", Celal Esad Arseven Anısına Sanat Tarihi Semineri Bildirileri, 7-10 Mart 1994 MSÜ, 1:327-337, MSÜ Yayınları, İstanbul.
- **Towhata,I.** (2008) "Geotechnical Earthquake Engineering", Springer Press, Verlag.
- **Török, A.** (2007), "Characteristics and morphology of weathering crusts on porous limestone, the role of climate and air pollution", Preservation of Natural Stone and Rock Weathering, Taylor & Francis Group, London, UK.
- **UNESCO / ICCROM / ICOMOS / IUCN**, (2010). "Managing Disaster Risks for World Heritage", United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- **UNESCO, IHP, BGR, (2015)**. "The Global map of groundwater vulnerability to Floods" <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002324/232431e.pdf>, Erişim: 10.05.2015.
- **Usman, M.**, (2001). "İstanbul ve Anadolu'daki Roma İmparatorluk Dönemi Mimarlık Yapıtları", Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.

- **Ülgen, H.**, (1966). “İstanbul Camileri”, Kitapçılık Ticaret Ltd. Şirketi Yayınları, İstanbul.
- **Ünal, A.**, (1999). “The Hittites and Anatolian Civilizations” Etibank Yayınları, Ankara, Türkiye.
- **Vitruvius**, (1914). “The Ten Books On Architecture”, Harvard University Press, Cambridge, UK.
- **Wescoat, B., Ousterhout, R.**, (2012). “Architecture of The Sacred-Space, Ritual and Experience from Classical Greece to Byzantium”, Cambridge University Press, New York, USA.
- **White, I.**, (2010). “Water and the City, Risk, Resilience and Planning for a Sustainable Future”, Routledge, Taylor&Francis Group, London.
- **Wilson, A. I.**, (2012), “Water, Power, and Culture in the Roman and Byzantine Worlds: An Introduction”, Water History, 4: 1-9.
- **Wright, G.,R.,H.**, (2009). “Ancient Building Technology”, Volume 3- Construction, Brill, Netherlands.
- **Yardım, Y., Mustafaraj, E.**, (2013). “Effects of soil settlement and deformed geometry on a historical structure”. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., 1: 5911–5934.
- **Yazıcıoğlu, L.**, (1984), “Boğaziçi Kıyı Yapıları”, Yıldız Üniversitesi Yayınları, s.63, İstanbul.
- **Yerasimos, S.**, (2012). “Kostantiniye ve Ayasofya Efsaneleri”, İletişim Yayıncılık, İstanbul.
- **Yıldız, N.**, (2003), “Kalıntılar ve Edebi Kaynaklar Işığında Antikçağ Kütüphaneleri”, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- **Yıldız, S., Çodur, D., A.**, (2003). “İstanbul'da Suyun Serüveni”, İSKİ Kanalizasyon Dairesi Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- **Yu, H.**, (1992). “The Design Inquiry of Liquefaction Prevention of Foundation Using Macadam Wells of Pressure-Release and Water-Removal.” Earthquake Engineering Tenth World Conference, 9: 5373-5376, Balkema, Rotterdam.
- **Yücel, E.**, (1990). “Ayasofya Çalışmaları ve Yapılan Onarımlar”, Ayasofya Müzesi Yıllığı 11: 157-167, Ayasofya Müzesi Yayınları, İstanbul.
- **Yücel, E., Tibet, A.**, (1995). “Les restaurations de Sainte-Sophie”, Anatolia Antiqua, 3: 219-235.
- **Zachariadou, E.**, (2001). “Osmanlı İmparatorluğu’nda Doğal Afetler”, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.

ENVANTER FORMU

Mimari kültür varlıklarında su denetim etkinliğini araştırırken, örneklenen tüm yapıları incelemek için bir standart oluşturabilmek ve ortak altlık kurabilmek amacıyla envanter formu kullanılmıştır. KTVKK'nun kullandığı tescil fişleri [304] ve Kaptan'ın [40] yapı hasar tespit formu önerisi suyun izini arama amacıyla geliştirilerek koşullara uyarlanmıştır. Formun içeriği; genel bilgileri, çevresel koşulları, yapım tekniklerini, su denetim yöntemlerini ve dinamik davranış verilerini içerecek şekilde sınırlandırılmıştır. Envanter formu üzerinde, (...) tanımlı boşluklara bilgi girişi yapıp, (□) sunulan seçeneklerin yerleşme-yapı için geçerli olması halinde (■) dolgu aracılığıyla işaretlenmektedir. Boş bırakılan maddeler, konuyla ilgili veri olmaması veya maddenin yapı için geçerli olmaması durumunu temsil etmektedir.

Çizelge A.1 Veri toplamak için kullanılan envanter formu

1-GENEL BİLGİLER			
Künye	Yapı Adı:		
	Yapım Tarihi:	Mimari Çağı:	Yaptıran:
Konum Bilgisi	İli:	İlçesi:	Semti:
	(GPS) Enlem: (GPS) Boylam:		
	Pafta:	Ada:	Parsel:.....
Mülkiyet Bilgileri	Orijinal İşlevi:	Güncel İşlevi:	Mülk Sahibi:
Kullanım Durumu	☐ Sürekli ☐ Gündüz	☐ Ara Sıra ☐ Gece	☐ Kullanılmıyor ☐ Harabe
Deprem Bölgesi Bilgisi	☐ I. Bölge ☐ IV. Bölge	☐ II. Bölge ☐ V. Bölge	☐ III. Bölge ☐ Bilinmiyor
Yapılan Onarım ve Müdahale Durumu	☐ Var ☐ Eleman Eklenmiş	☐ Yok ☐ Kısmen yenilenmiş	☐ Bilinmiyor ☐ Tamamen yenilemiş

2-YERLEŞME MORFOLOJİSİ TESPİTİ

KIYI YERLEŞİM ALANLARI KURULUŞUNDA ETKİN OLMUŞ ÇEVRESEL TASARIM DEĞERLERİ

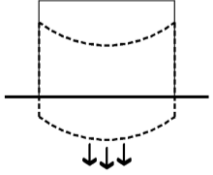
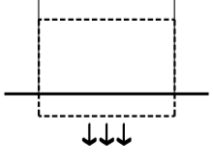
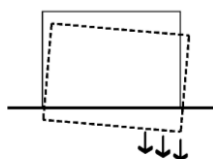
YERLEŞİM ALANI TÜRÜ	☐ Deniz Kıyısı		ZEMİN NİTELİĞİ	☐ Doğal Dolgu Zemin Profili	
	☐ Akarsu Kıyısı			☐ Yapay Dolgu Zemin Profili	
TOPOGRAFIK YÜZEY	☐ Doğal Şev		TOPRAK KOTU/SU SEVİYESİ	☐ Zemin Üst Kotta	
	☐ Düzlük/ Ova/ Plato			☐ Zemin/Su Aynı Kotta	
	☐ Yapılı Düzlük/ Rıhtım Duvarı			☐ Zemin Aşağı Kotta	

VADI/ YAMAÇ YERLEŞİM ALANLARI KURULUŞUNDA ETKİN OLMUŞ ÇEVRESEL TASARIM DEĞERLERİ

YERLEŞİM ALANI TÜRÜ+ TOPOGRAFIK YÜZEY	☐ Tepe Üstü Yerleşmeleri		OTURUM ALANI OLUŞUMU	☐ Kazı ile oluşturulan düzlük (yamaç)	
	☐ Düzlük (tepe üstü)			☐ Mevcut Doğal Düzlük (yamaç eteği)	
	☐ Vadi/Yamaç Yerleşmeleri			☐ Dolgu ile oluşturulan düzlük (yamaç)	
	☐ Düzlük (yamaç eteği)				
	☐ Vadi				

3-YERLEŞME MORFOLOJİSİ TANIMI			
KIYI YERLEŞMELERİ			
Yerleşme Türü	☐ Deniz kıyısı	☐ Göl Kıyısı	☐ Akarsu Kıyısı
Fiziki Oluşum	☐ Aşınım	☐ Suni Dolgu	☐ Tabii Dolgu
TEPE ÜSTÜ-YAMAÇ YERLEŞMELERİ			
Yerleşme Türü	☐ Tepe Üstü	☐ Eğim Üzerinde Doğal Düzlük	☐ Eğim Üzerinde Yapay Düzlük
Eğim Türü	☐ Az Eğimli ($\leq 30^\circ$)	☐ Çok Eğimli ($\geq 30^\circ$)	☐ Değişken Eğimli
4-YERLEŞME JEOLojİSİ TANIMI			
ZEMİN TÜRÜ			
Sert Zeminler	☐ Masif Kayaçlar	☐ Çakıl	☐ Sert Kil
Yarı Sert Zeminler	☐ Gevşek Kayaçlar	☐ Çakıl	☐ Sıkı Kum
Yarı Gevşek Zeminler	☐ Orta Sıkı Kum	☐ Çakıl	☐ Sıkı Kil
Yumuşak Zeminler	☐ Alüvyon Tabakası	☐ Gevşek Kum	☐ Yumuşak Kil
YERALTı SUYUNA BAĞLI OLUŞUMLAR			
Jeolojik Oluşumlar	☐ Akarsu Çökelleri ☐ Sedimenter Kayalar	☐ Yel Çökelleri ☐ Metamorfik Kayalar	☐ Buzul Çökelleri ☐ Permafrost
Jeomorfolojik Oluşumlar	☐ Karst ☐ Buzul Süreci	☐ Mağaralar ☐ Doğal Yamaç Oluşumu	☐ Akarsu Süreci
5-YERLEŞME HİDROLOJİSİ TANIMI			
Mevcut Kaynak Türü		☐ Akarsu ☐ Göl	☐ Deniz ☐ Yeraltı Suyu
Taşkın İhtimali	☐ Var	☐ Yok	☐ Bilinmiyor
Su tablası Derinliği (m):			
Yeraltı Suyu Varlığına İşaret Eden Görsel Veriler	☐ Taş Yüzeyinde Gizlenmiş Obruklar ☐ Yamaç Sirtında Toprak Kaymasına Bağlı Birikme ☐ Sazlıklarla Kaplanmış Sulak Alanlar	☐ Zemin Yüzeyinde Düzensizlik ☐ Yatık Ağaç ☐ Doğal Kaynak	☐ Mineral Atık Öbeği
6-ÇEVRESEL ÖLÇEKTE SU YÖNETİM BİÇİMİ			
TOPOGRAFYA KOŞULLARININ ŞEKİLLENDİRİLMESİ			
Çözüm Yöntemleri	☐ İstinat Duvarı İle Setleme	☐ Alt Yapıyla Teraslama	☐ Süreksizlik Oluşturma
PEYZAJ PLANLAMA			
Ağaçların Konumu	☐ Arazi sınırında kaptaj Elemanıyl a aynı alanda	☐ Arazi sınırında Kaptaj Elemanından farklı alanda	☐ Arazi sınırı dışında
Ağaçların Adedi ve Türü:			
7-FİZİKİ TANIM BİLGİLERİ			
Yapı Adası Biçimi	☐ Izgara	☐ Dağınık	☐ Karma
Yapılar Arası İlişki	☐ Bitişik Nizam	☐ Ayrık Nizam	☐ Karma
Yapı Kompleksindeki Bina Sayısı			

Kütlelerin Topoğrafik Oturumu	☐ Düz ☐ Kot Farkına Bağlı Kademe Oluşumu	☐ Eğimli ($\leq 30^\circ$) ☐ Çok Eğimli ($\geq 30^\circ$)	☐ Diğer
Plan Tipi	☐ Kare ☐ Dairesel ☐ U biçimli	☐ Dikdörtgen ☐ T biçimli ☐ Düzensiz	☐ Çokgen ☐ L biçimli ☐ Diğer
Kat Bilgisi	☐ II. Bodrum Kat ☐ I. Kat	☐ I. Bodrum Kat ☐ II. Kat	☐ Zemin Kat ☐ Diğer
8-YAPI ELEMANI ÇÖZÜMLERİ			
DUVAR			
Malzeme	☐ Taş ☐ Kireç Harcı	☐ Tuğla ☐ Puzolonik Harç	☐ Almaşık ☐ Çimento Harcı
TEMEL TABANI			
Malzeme	☐ Ahşap Izgara ☐ Ahşap Kazık	☐ Taş Serme ☐ Var	☐ Kum Serme ☐ Yok
Hafriyat Bekletme Süresi:			
TEMEL			
Kuruluş Şekli	☐ Tekil ☐ Hizasında	☐ Sürekli ☐ Altında	☐ Radye ☐ Üstünde
Su Tablasına Göre Konum	☐ Var ☐ Yok	☐ Yok	☐ Kısmi
Ortostat Mevcudiyeti			
YÜKSELTİLMİŞ ZEMİN DÖŞEMESİ			
Kuruluş Şekli	☐ Döşeme Altı Boşluklu		☐ Dolgulu
9-SU YÖNETİM ELEMANI ÇÖZÜMLERİ			
KANALLAR			
Parseller Arası Bağlantı	☐ Var ☐ Kentsel Drenaj	☐ Yok ☐ Sarnıç	☐ Kısmi ☐ Çeşme Deposu
Boşaltım Yeri			
GALERİLER			
Yapı Çevresi Dolaşımı	☐ Var ☐ Yok	☐ Yok	☐ Kısmi
KUYULAR			
Adedi ve Türü:	☐ Havalandırma - Deprem Kuyusu	☐ Bostan Kuyusu	☐ Yağmur Toplama Kuyusu
Su Tablasına Göre Konum	☐ Hizasında ☐ Yapı Ağırlık Merkezine Yakın	☐ Altında ☐ Yapı Beden Duvarlarına Yakın	☐ Üstünde ☐ Yapı Dışarısında
Yapı İçerisindeki Konumu			
SARNIÇLAR			
Adedi ve Türü:	☐ Depolama ☐ Hizasında	☐ Altyapı Yükseltme ☐ Altında	☐ Diğer ☐ Üstünde
Yapı Zemin Kotuna Göre Konumu			
Yapı İçerisindeki Konumu	☐ Yapı Ağırlık Merkezine Yakın ☐ Kaplamasız	☐ Yapı Beden Duvarlarına Yakın ☐ Hidrolik Sıva Kaplamalı	☐ Yapı Dışarısında
Su Geçirimsizlik Durumu			
SU YÖNETİMİNDE TARİHSEL SÜREKLİLİĞİN VE KESİNTİ NOKTALARININ TANIMLANMASI			
Su Yönetiminde Değişiklik	☐ Var ☐ Yok	☐ Yok	☐ Bilinmiyor
Açıklama:			

10-SU ETKENİNE BAĞLI HASAR BİÇİMLERİ			
FİZİKSEL/KİMYASAL HASAR GÖSTERGELERİ			
Hasar Göstergeleri	☐ Malzeme Bozulması	☐ Bitkilenme ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma	☐ Tuzlanma ☐ Kararma ☐ Boya Kabarması
	☐ Drenaj Sorunu	☐ Islanma	☐ Su Birikmesi
	☐ Şişme	☐ Yüzey Kabarması	☐ Doku Kabarması
Kapiler Su Yükselmesi Gözlemlenen Yapı Elemanında Mevsimlik Hasar Analizi	Mevsimin özelliklerini etkin gösteren günün değerleri	İlkbahar ☐ Var ☐ Yok Sonbahar ☐ Var ☐ Yok	Yaz ☐ Var ☐ Yok Kış ☐ Var ☐ Yok
MEKANİK HASAR GÖSTERGELERİ			
Hasar Göstergeleri	☐ Zemin Oturması	☐ Bel verme	
		☐ düzgün oturma	
		☐ Tek taraflı oturma	
	☐ Eğilme	 Doğrultusu Açısı	
	☐ Kesme Çatlakları Oluşumu	☐ Tek ☐ Yatay ☐ Düşey ☐ Diagonal ☐ Paralel ☐ Kesişen ☐ Dağınık	☐ Alt Bölge ☐ Üst Bölge ☐ Orta Bölge ☐ Boşluk Köşesi ☐ İki Boşluk Arası ☐ İki Eleman Kesişimi
	☐ Malzeme Ezilmesi	☐ Parça Kopması	☐ Kısmi Yıkılma
Yapı Dinamik Davranış Verilerinin İfadelenirilmesi			

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sevda Duygu KOLBAY
Doğum Tarihi ve Yeri : 13.06.1982, Samsun
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : duyukolbay@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Mimarlık	MSGSÜ	2010
Lisans	Mimarlık	MSGSÜ	2006
Lise	Ümraniye Anadolu Lisesi- ÜAL		2001

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2006-2008	N&N Mimarlık Ofisi	Mimar
2008-2010	MSGSÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı	Araştırma Görevlisi
2010-2014	Özkök Mimarlık Ofisi	Mimar
2014-2019	Serbest Mimar + Bağımsız Araştırmacı	

YAYINLARI

Makale

1. Kolbay, D., Arun, G., (2018). "Caisson Well Based Stability of Ancient Masonry", International Journal of Latest Research in Science and Technology (IJLRST), Volume 7, Issue 3, May-June 2018, pp.33-39, ISSN (Online):2278-5299, DOI:10.29111/ijlrst.

Bildiri

1. Kolbay, D., Arun, G., (2017). "Yeraltı Suyu Yönetim Bilinci- İstanbul Kent Arkeolojisindeki Yansımaları", UTG 2017 "Tarih Boyunca Su ve Mekân" Temalı Ulusal Mekân Tasarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, 30 Eylül - 1 Ekim 2017, Pamukkale – Türkiye, 1: 58-69, ISBN: 978-605-66506-3-5.
2. Kolbay, D., Arun, G., (2015). "Influence of Underground Water Controlling Systems on Durability of Ancient Masonry", 3rd International CICOP Conference on Importance of Place Proceedings Book, 21-23 October 2015, Sarajevo- Bosnia and Herzegovina, vol.3, 1: 311-324, ISSN: 2232-965X.
3. Kolbay, D., Arun, G., (2015). "Underground Water Controlling Systems Used in Masonry Buildings", 12th North American Masonry Conference Proceedings Book, 17-20 May 2015, Denver, Colorado- USA, 1: 84-94 (1557-1567), ISBN (Program and book of abstracts): 978-1-929-081-45-5, ISBN (Electronic proceedings): 978-1-5108-1394-6.
4. Kolbay, D., Görgülü C., (2009). "Kayseri Kırsal Konut Mimarisinde Yapı Kabuğunun Enerji Etkinliğinin İncelenmesi", Fiziksel Çevre Etkileri Açısından Yapı Fiziği ve Malzeme Sorunları 2.Bahar Semineri, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, 1: 13-20.

Proje

1. Çorapçıoğlu, K., Çakır S., Aysel, N., Görgülü, C., Kolbay, D., Seçkin, P., (2008). Kırsal Alanda Yöresel Mimari Özelliklerin Belirlenmesi, Rehber Kitap ve Tip Projelerin Oluşturulması Projesi, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı TAU Müdürlüğü, Ankara.