



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÇAĞDAŞ EKLERİN TARİHİ YAPININ
ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Büşra ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS

Mimarlık Anabilim Dalı

Haziran-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Büşra ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “Çağdaş Eklerin Tarihi Yapının Enerji Performansına Etkisinin İncelenmesi.” adlı tez çalışması 23/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Mustafa KORUMAZ
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Danışman

Doç. Dr. Selçuk SAYIN
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL
(Çankaya Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Büşra ÖZTÜRK

Tarih: 23/06/2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

ÇAĞDAŞ EKLERİN TARİHİ YAPININ ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Büşra ÖZTÜRK

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Selçuk SAYIN

2023, 110 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Selçuk SAYIN

Doç. Dr. Mustafa KORUMAZ

Doç. Dr. Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL

Küresel çapta artan sanayileşme faaliyetleri, teknolojik gelişmeler ve nüfus yoğunluğu gibi etmenler ile enerji talebi yoğun bir şekilde artmıştır. Bu talep tasarımcıları enerji verimli yapı tasarımına yönlendirmiştir. Özellikle kültürel kimliğimizi yansıtan ve geçmişin izlerini bugüne taşıyan tarihi yapıların enerji verimli korunması önemli bir konudur. Tarihsel süreçleri içerisinde yıpranan ve tahrip edilmiş bu yapıların yenilenmesi ve güçlendirilmesi sırasında alınan kararlar ve müdahaleler burada önem kazanmaktadır. Tarihi yapıların günümüze ulaşmayan mekanlarının yeniden tasarlanması veya yeni işlev sonrası mekân ihtiyacı gibi nedenler ile restorasyonda çağdaş ek uygulaması son zamanlarda artmıştır. Çalışmada tarihi yapıya dahil edilen bu çağdaş eklerin yapının enerji performansına etkisini örnek bir çalışma ile uygulamalı olarak göstermek amaçlanmıştır. Bu amaçla Kocaeli ilinde bulunan ve restorasyon sonrası çağdaş ek kazanan tarihi Süleyman Paşa Hamamı üzerinden simülasyon programı (Design Builder) aracılığı ile enerji analizleri yapılmıştır. Hamamın özgün malzemesi olan taş ve çağdaş ek sonrası uygulanan cam malzeme üzerinden simülasyonlar uygulanmıştır. Her iki malzeme için beş farklı iklim verisi girilerek çağdaş ekin iklim faktörü üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde çağdaş ek müdahalesi sonrasında bütün iklim bölgelerinde yıllık toplam enerji yükünün arttığı görülmüştür. Yapının özgün halinin hacim olarak daha fazla olmasına karşın enerji tüketiminin daha düşük olduğu ve çağdaş ek uygulamasının yapının enerji performansını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yapıya uygulanan çağdaş ek kendi dönemini yansıtmaması ve tarihi yapıya fonksiyon kazandırması açısından amacına uygun olmasına rağmen yapının enerji talebini arttırdığı görülmektedir. Çağdaş ek tasarım aşamasında enerji verimliliğinin de göz önünde bulundurulması ve çeşitli analizler sonucunda karar verilmesi gerekmektedir. Çağdaş ek tasarım yaklaşımlarına uygun şekilde en etkin malzeme ve yapım tekniği uygulanması yapının sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Çağdaş ek, Enerji verimliliği, Enerji performansı, Sürdürülebilirlik, Enerji simülasyonu, Tarihi yapı

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CONTEMPORARY ADDITIONS ON ENERGY PERFORMANCE OF HISTORICAL BUILDING

Büşra ÖZTÜRK

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture**

Advisor:

Assoc. Prof. Dr. Selçuk SAYIN

2023, 110 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Selçuk SAYIN

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KORUMAZ

Assoc. Prof. Dr. Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL

Energy demand has increased intensively due to factors such as increasing industrialization activities, technological developments and population density on a global scale. This demand has led designers to energy-efficient building design. Energy efficient preservation of historical buildings, which reflect our cultural identity and carry the traces of the past to the present, is an important issue. Decisions and interventions taken during the renewal and strengthening of these structures, which were worn out and destroyed in their historical processes, gain importance here. The application of contemporary additions in restoration has recently increased due to reasons such as the redesign of the spaces of historical buildings that have not reached the present day or the need for a new post-functional space. In this study, it is aimed to show the effect of these modern additions included in the historical building on the energy performance of the building with a sample study. For this purpose, energy analyzes were carried out through the simulation program (Design Builder) on the historical Süleyman Pasha Bath, which is located in Kocaeli and gained a contemporary addition after the restoration. Simulations were applied on the stone, which is the original material of the bath, and the glass material applied after the contemporary addition. By entering five different climate data for both materials, the effect of contemporary addition on the climate factor was also examined. When the results were examined, it was observed that the annual total energy load increased in all climate regions after the contemporary addition intervention. It has been concluded that although the original state of the building is larger in volume, the energy consumption is lower and the contemporary additional application negatively affects the energy performance of the building. Although the contemporary addition applied to the building is suitable for its purpose in terms of reflecting its own period and giving the historical structure a function, it is seen that the energy demand of the building increases. In the contemporary addition design phase, energy efficiency should also be considered and a decision should be made as a result of various analyzes. The application of the most effective materials and construction techniques in accordance with contemporary additional design approaches gains importance in terms of the sustainability of the building.

Keywords: Contemporary addition, Energy efficiency, Energy performance, Sustainability, Energy simulation, Historic building

ÖNSÖZ

“Çağdaş Eklerin Tarihi Yapının Enerji Performansına Etkisinin İncelenmesi.” başlıklı çalışmamın ortaya çıkmasında yardımlarını esirgemeyen, bilgilerini benimle paylaşan değerli tez danışmanım Konya Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Selçuk Sayın’ a çok teşekkür ederim. Tez çalışmamda kullandığım projeleri benimle paylaşan Mimar Gülhan Dilaver’e ve Güner Tasarım Mimarlık ofisine çok teşekkür ederim. Bütün öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her koşulda yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşra ÖZTÜRK
KONYA-2023



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
1.2. Çalışmanın Önemi.....	3
1.3. Çalışmanın Problemi ve Hipotezi	4
1.4. Çalışmanın Kapsamı	5
2. KAVRAMSAL ÇERCEVE.....	7
2.1. Tarihi Yapılardaki Çağdaş Ek- Yapı	7
2.1.1. Tarihi Yapıda Çağdaş Ek Tasarım Yaklaşımları	10
2.1.1.1. Tekrar (Taklit).....	11
2.1.1.2. Uyum (Yorum)	13
2.1.1.3. Zıt (Karşıt)	15
2.1.2. Tarihi Yapıda Çağdaş Ek ve Mekan Organizasyonu Türü	16
2.2. Türkiye’den ve Dünyadan Çağdaş Ek Örnekleri	22
2.2.1. Türkiye’den Çağdaş Ek Örnekleri	23
2.2.1.1. Kazıklı Kervansarayı	23
2.2.1.2. Agora Müze ve Sergi Evi.....	24
2.2.1.3. Esma Sultan Yalısı.....	26
2.2.1.4. Ankara Rahmi Koç Müzesi.....	28
2.2.1.5. Beyoğlu Belediye Binası	29
2.2.2. Dünyadan Çağdaş Ek Örnekleri	30
2.2.2.1. Hearst Genel Merkezi	30
2.2.2.2. Fundatie Müzesi.....	31
2.2.2.3. Royal Ontario Müzesi	32
2.2.2.4. Mariehoj Kültür Merkezi Fuaye	33
2.2.2.5. Clapham Manor İlköğretim Okulu	34
2.3. Tarihi Yapılarda Enerji Performansı.....	35
2.3.1. Enerji Verimliliği.....	35
2.3.2. Yapılarda Enerji Verimliliğini Artıran Etmenler.....	38
2.3.3. Tarihi Yapılar ve Enerji Performansı.....	42
2.3.3.1. Tarihi Yapılarda Pasif Sistemlerle İyileştirme Müdahaleleri	43
2.3.3.2. Tarihi Yapılarda Aktif Sistemlerle İyileştirme Müdahaleleri.....	50
2.4. Yapılan Çalışmalar	55
2.4.1. Enerji Simülasyonu Yöntemiyle Analiz Yapan Çalışmalar	55
2.4.2. Optimizasyon Yöntemi Kullanan Çalışmalar	59

2.5. Bölüm Değerlendirmesi	62
3. MATERYAL VE METOT.....	63
3.1. Materyal	63
3.1.1. Süleyman Paşa Hamamı'nın Tarihçesi	64
3.1.2. Süleyman Paşa Hamamı'nın Mimari Özellikleri.....	66
3.1.3. Süleyman Paşa Hamamı'nın Malzeme Özellikleri.....	70
3.2. Metot.....	73
3.2.1. Bina Enerji Simülasyonu (BES)	73
3.2.2. Bina Enerji Simülasyon Programları	75
4. BULGULAR.....	83
4.1. Binanın Modellenmesi.....	83
4.2. Mekân Kullanımları ve Isıl Zonlar	84
4.3. İklim Verisi Girilmesi.....	86
4.4. Hesaplamalarda Kullanılan Malzeme Özellikleri.....	88
4.5. Isıtma ve Soğutma Yükleri Hesabı	94
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR	104

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler:

°C	:	Derece
Cm	:	Santimetre
CO ₂	:	Karbondiyoksit
J/kg K	:	Joule/ Kilogram
kg/m ³	:	Kilogram/ metreküp
kWh	:	Kilowatt
m	:	Metre
m ²	:	Metrekare
R (1/U)	:	Isıl geçirgenlik direnci m ² K/W
U	:	Isıl geçirgenlik katsayısı W/m ² K
Λ	:	Isı iletkenlik değeri W/mK

Kısaltmalar:

AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
ASHRAE	:	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning
BEP	:	Bina Enerji Performansı
BEPAC	:	Building Environmental Performance Assessment Criteria
BEP-TR	:	Bina Enerji Performansı Yazılımı
BES	:	Bina Enerji Simülasyon
BIPV	:	Building-Integrated Photovoltaics (Binaya Entegre Edilmiş Panel)
BREEAM	:	Building Research Establishment Environmental Assessment
CAV	:	Constant Air Volume (Sabit Hava Debiti Havalandırma)
CIBSE	:	Chartered Institution of Building Services Engineers
DGNB	:	German Sustainable Building Council
EKB	:	Enerji Kimlik Belgesi
HQE	:	High-Quality Environmental
HVAC	:	Heating, Ventilation and Air Conditioning
IEA	:	International Energy Agency
IES-VE	:	Integrated Environmental Solution – Virtual Environment
IWEC	:	International Weather for Energy Calculation
LCC	:	Life Cycle Cost (Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi)
LEED	:	Leadership in Energy and Environmental Design
PV	:	Fotovoltaik Panel
VAV	:	Variable Air Volume (Isı Geri Kazanımlı Havalandırma)
WIPV	:	Window-Integrated Photovoltaics (Pencereye Entegre Fotovoltaik Panel)

1. GİRİŞ

Dünya çapında gittikçe artan enerji tüketimi, enerji kaynaklarının azalması ve bu gelişmelere paralel olarak artan olumsuz çevresel etkiler yıllardır önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu artışta önemli bir paya sahip olan yapı sektörü doğal kaynakların büyük bir bölümünü tüketmekte ve yapım, kullanım ve yıkım aşamasında da enerji kullanımına ek olarak çevreye de ciddi hasarlar vermektedir (Dikmen, 2011). Yapı sektörünün hem konut hem de ticari enerji tüketimindeki payının gelişmiş ülkelerde yaklaşık %40 oranlarına ulaştığı ve istikrarlı bir şekilde artmaya devam ettiği görülmektedir (Pérez-Lombard ve diğ., 2008). Binalar dünyadaki en büyük enerji tüketicilerinden biri olmakla birlikte tek başına birincil enerji tüketiminin yaklaşık üçte birinden sorumludur (Jain ve diğ., 2020).

Enerji kaynaklarının nüfus artışı ve kullanıcı konforuna bağlı olarak hızla tükenmeye başlamasıyla önlemler alınmaya başlanmıştır. Özellikle 1970’li yıllarda gelişen enerji krizi ve endüstri devrimi sonrası fosil enerji kaynaklarının yoğun kullanılması, enerjinin bilinçli ve etkin kullanılması gerektiğine olan talebi arttırmıştır (Mutlu, 2012). Bu amaçla da birçok ülke binaların enerji performansını iyileştirmek için çeşitli enerji politikaları geliştirmiştir. Avrupa Birliği (AB) enerji politikalarına uzun yıllardır teşvik vererek enerji tasarrufu ve karbondioksit (CO₂) emisyonunu azaltmayı içeren enerji stratejileri geliştirmiştir (Avrupa Parlamentosu, 2012). Fakat Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) çalışmalarına göre birçok ülkenin benimsediği enerji politikalarına rağmen kişi başına düşen ortalama enerji tüketiminde 1990 yılından beri hala ciddi bir iyileşme görülmemiştir (IEA, 2008).

Yeni ve modern yapılarda uygulanacak enerji politikaları kadar mevcut yapı stokunda olan ve kültürel değeri olan tarihi yapıların da enerji iyileştirmeleri çok önemlidir. Tarihi yapıların kültürel sürdürülebilirliğini sağlamak kadar enerji açısından da sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Bu amaçlar ile birçok kültür mirası yapıların restorasyon müdahaleleri ile hem işlev hem de kültürel değerleri korunmakta ve gelecek kuşaklara aktarılmaktadır. Fakat bazı durumlarda tarihi yapının özgün işlevine günümüzün gelişen ve değişen şartlarıyla artık ihtiyaç duyulmamakta ve fonksiyonunu kaybetmektedir. Bu durumlarda yapılarda fonksiyon değişikliğine gidilerek yeniden işlevlendirme yapılmaktadır. Yeniden işlevlendirilen yapı bazen mevcut mekân ve hacmi ile yeni işleve yetememekte veya bazı bölümleri tamamen yıkıldığı için tarihi yapıya yeni ekler ya da mekanlar tasarlanmaktadır. Bu ekler dahil olduğu dönemin

izlerini taşıyan çağdaş eklerdir. Çağdaş ekler çoğunlukla tarihi özgün malzemeden farklı modern teknik ve malzeme ile eklemlendiği için tarihi yapının mevcut enerji potansiyeline etkisi önemli olmaktadır.

Yapılan literatür çalışmasında günümüz yapılarında enerji güçlendirmelere olan ilgi kadar tarihi yapılarda enerji iyileştirmesi konusuna olan ilginin ve uygulamaların da son zamanlarda artmaya başladığı görülmektedir. Tarihi yapının enerji güçlendirmesi ve buna uygun alınan önlemler ve öneriler detaylı bir şekilde çalışılmıştır. Fakat yeniden işlevlendirilen ve çağdaş ek kazanan tarihi yapının enerji performansına etkilerinin literatürde yeterli çalışılmadığı fark edilmiştir. Yapılan literatür çalışmasında tarihi yapıların bulunduğu iklim ve arazi şartlarına göre en uygun malzeme ve teknik ile tasarlandığı görülmektedir. Bu amaçla da literatüre tarihi yapılara eklenen çağdaş eklerin yapıyı nasıl etkilediğine dair bir fikir oluşturmak ve bu eksikliğe katkı sağlanmak hedeflenmektedir.

Bu çalışmada istenilen analiz sonuçlarına ulaşmak için Kocaeli ilinde bulunan Süleyman Paşa Hamamı'nın günümüze ulaşmayan soğukluk mekânı için tasarlanan camekanlı kafe mekânı üzerinden incelemeler yapılmıştır. İncelemelerde yapının restorasyon öncesi işlev değişikliği sonucu müze fonksiyonu kazandığı dönem ile restorasyon sonrası müze ve kafe fonksiyonu kazandığı dönem üzerinden analizler yapılmıştır. Çeşitli iklim bölgelerine göre çağdaş ek malzemesi ve özgün malzeme ile yapılan simülasyonlar üzerinden ısıtma ve soğutma yükleri değerlendirilmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Günümüzde artarak devam eden küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminden büyük bir oranından sorumlu olan yapı sektörü, son zamanlarda bu sorunu azaltmak için yapıların enerji tüketimlerini azaltan ve enerji performanslarını arttıran uygulamalara odaklanmaktadır. Gelişen günümüz şartları ve teknolojisiyle bu soruna pek çok alternatif çözümler üretilebilmektedir. Geliştirilen bu çözümler ile yeni enerji etkin yapılar tasarlanabilmesi veya mevcut yapıların enerji performansının artırılması son zamanlarda çok sık ele alınmaktadır. Aynı şekilde mevcut yapı stokundan tarihi yapıların enerji performansını göz önünde bulunduracak şekilde ve yasal kısıtlamalara uygun fonksiyon verilerek canlandırılan uygulamalar literatürde daha sık ele alınmaya başlanmıştır.

Tarihi yapıların kültürel sürdürülebilirliğin sağlanması ve gelecek nesillere korunarak ulaştırılması son derece önemli bir konudur. Tarihi yapıların özgün değerlerinin korunarak restorasyonun yapılması ve fonksiyonuna devam edebilmesi eğer hizmet vermeye devam edemeyecekse başka bir fonksiyon verilmesi, kullanılır olması, terk edilmemesi, düzenli bakım ve onarımın yapılması gerekmektedir. Bu nedenle pek çok tarihi yapı restorasyon sürecinden geçmektedir. Bu süreçte yapıya birçok müdahale yapılmakta ve kimi zamanda yönetmeliklere uygun şekilde yapıya çağdaş ek uygulanmaktadır. Son zamanlarda tarihi yapıların restorasyonunda günümüz çağdaş malzemesi kullanılarak eklenen mekân eklentisi ya da yapının sadece bir kısmının çağdaş malzemeyle değiştirilmesi uygulamaları daha sık görülmeye başlanmıştır.

Tarihi yapılara çağdaş ek uygulanırken çoğu zaman onarımı, yenilenmesi ve kültürel özelliklerinin korunmasına dikkat edilir. Fakat bu çağdaş eklerin yapı enerji performansı üzerinde olumlu ya da olumsuz etkileri vardır. Tarihi yapılar bulundukları bölgeden elde edilen malzemelerle inşa edilen ekolojik yapılardır (Biçer ve Fazıl Akdağ, 2020) ama yalıtım malzemesi eklenmemiş olmaları ve zamanla tahrip olmaları gibi nedenler ile enerji kayıpları fazladır. Böyle bir durumun üzerine yapıya eklenen günümüzün gelişen teknikleriyle uygulanan farklı malzeme ve ekin, yapının toplam enerji tüketimine ve enerji performansına etkisi önemlidir. Çünkü farklı dönemde ve farklı teknikle uygulanmış iki malzeme çevre şartlarına aynı direnci ve tepkiyi gösteremeyebilir. Bu durumda malzemeler farklı çalışarak iç mekânda ısının dengesiz dağılmasına, ısıtma soğutma kaynaklı farklılık oluşmasına ve yapının daha hızlı tahrip olmasına neden olabilir. Bu çalışmada da çağdaş ekin tarihi yapının enerji performansı üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca kullanılan çağdaş ek malzemesinin iklime göre etkisini belirlemek ve Anadolu’da diğer illerdeki benzer plan tipindeki Osmanlı Dönemi hamam yapıları için öneri oluşturmak hedeflenmiştir.

1.2. Çalışmanın Önemi

Her geçen gün artan nüfus, endüstrileşme ve yenilenemez kaynaklara olan bağımlılık gibi sebeplerden enerjiye olan talep daha da artmakta ve enerjinin daha etkin kullanılması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Gelişen teknolojilerle birlikte farklı enerji kaynaklarına ulaşmak da mümkün olmuştur. Daha temiz ve ekolojik yöntemlerle hem enerji talebini azaltmak hem de çevre dostu müdahalelerle çevreyi kirletmemek amaçlanmaya başlanmıştır. Bu amaçla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına

özen gösterilmiştir. Bu uygulamalar yapılara da entegre edilerek yapının kendi kendine yeten ve sürdürülebilir olması konusu daha sık gündeme gelmeye başlamıştır.

Günümüzde kullanımı artarak devam eden, yapılara entegre edilen aktif enerji sistemleri yapıların enerji talebinin nerdeyse çoğunu karşılamaktadır. Fakat bu uygulamalar tarihi yapılara entegre edilememekte görüntülerini bozmakta ve yapının tarihi değerine zarar vermektedir. Bu durum yapının iç mekân konforuna ve toplam tüketilen enerji miktarına doğrudan etki etmektedir.

Tarihi yapıları korumak, gelecek nesillere ulaştırmak ve hizmet vermeye devam etmesini sağlamak kültürel süreklilik için gereklidir. Bu sebeple yapılara uygulanan restorasyon çalışması da çok önemlidir. Bu süreçte eğer yeni bir eklenti uygulanacaksa yapının orijinal malzemesiyle uyumlu bir şekilde termal özellikler gösteren malzemeler seçilmelidir. Genellikle tarihi yapılar inşa edilmeden önce iklimin sunduğu ortama en uygun tepkiyi veren o bölgenin yerel malzemesi seçilerek inşa edilmeye çalışılır. Fakat yapıya yıllar sonra uygulanan farklı malzeme ve teknikler yapının bütünsel performansını olumsuz etkileyebilir.

Tarihi yapılara günümüzde artarak devam eden çağdaş ek uygulamalarının yapının enerji performansına etkisinin bilinmesi çok önemlidir. Enerji etkin yapı tasarımında neredeyse sıfır enerjili bina tasarımına ulaşan günümüz şartlarında tarihi yapıların enerji performansları da incelenmelidir. Bu konuda da yönetmelik ve mevzuatlara uygun şekilde neler yapılması gerektiği, yapılan müdahalelerin ne kadar doğru olduğu ve yapıya uygulanan çağdaş eklerin yapının tamamını ne yönde etkilediği tespit edilmesi ve araştırılması gereken önemli bir konudur.

1.3. Çalışmanın Problemi ve Hipotezi

Zaman içerisinde yok olma tehlikesinde olan yapıların restorasyonu ile birlikte onlara yeniden işlev kazandırıldığında, yapının bir bölümü tamamen yıkıldığında veya mevcut işlevini genişletme ihtiyacı olduğunda yapılara birtakım ekler ilave edilmektedir. Bu ekler günümüz teknik ve şartlarıyla eklenen çağdaş ekler olup tarihi yapıyı etkilemektedir. Çağdaş eklerin tarihi yapının enerji performansına etkisinin belirlenmesi bu tez çalışmasının problemini oluşturmaktadır. Bu problemin çözümü için çözülmesi gereken alt problemler de aşağıda listelenmiştir.

Alt Problem 1: Çağdaş eklerde kullanılan malzemenin cinsi ve termal özelliklerinin, tarihi yapının orijinal malzemesiyle karşılaştırarak yapının toplam enerji performansına katkısının belirlenmesi.

Alt Problem 2: Tarihi yapıya tasarlanan çağdaş ekin malzeme özelliklerinin çeşitli iklim bölgelerine göre yapının enerji performansına etkilerinin değerlendirilmesi.

Tez çalışmasının hipotezi, günümüz teknolojisini yansıtan ve bugünden izler barındıran bu çağdaş eklerin, tarihi yapılarda kullanılan yerel malzeme ile aynı termal özellikler veremediği ve yapının enerji performansına olumsuz etkilediği üzerine kurulmuştur. Hipotezi sınamak için enerji simülasyon analizleriyle kıyaslamalı bir şekilde test edilmiş ve sayısal sonuçlara dökülmüştür.

1.4. Çalışmanın Kapsamı

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Bölümlerin içeriklerinden aşağıda detaylıca bahsedilmiştir;

Tez çalışmasının ilk bölümünde konuya genel bir giriş yapılarak, çalışmanın amacı ve önemi belirtilmiştir. Ayrıca çalışmanın problemi ve alt problemleri tespit edilerek hipotezi tanımlanmıştır.

İkinci bölümde tarihi yapıları koruma ilkelerinden olan yeniden işlevlendirme ve bu süreçte yapılara eklenen çağdaş ekler hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Çağdaş ek uygulama kararının gerekliliği, uygulamada kullanılan yaklaşımlar ve bu yaklaşımların tarihi yapıyla ilişkisi sınıflandırılarak örnekler üzerinden incelenmiştir. Çağdaş ek kavramının açıklanmasının ardından tarihi yapıların enerji performansı ve enerji verimliliğini etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur. Yapılan literatür taramasıyla tarihi yapılarda enerji verimliliği çalışan kaynaklar incelenmiş ve bölüm değerlendirmesi ile çalışmanın probleminin literatürdeki boşlukla ilişkisi kurulmuştur.

Üçüncü bölümde tez çalışmasında çalışmanın materyali ve kullanılacak metod hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın ana materyalini oluşturan Kocaali Süleyman Paşa Hamamı'nın tarihçesi, mimari plan özellikleri ve malzeme özellikleri detaylıca ele alınmıştır. Çalışmada enerji performansı değerlendirmesinde kullanılan enerji programları açıklandıktan sonra bu çalışmada kullanılacak olan Design Builder programı tanıtılmıştır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde enerji programından elde edilen sayısal çıktılar açıklanmıştır. Çeşitli değişkenlere göre oluşturulan program bulguları analiz edilerek tartışılmıştır.

Son bölümde tarihi yapılara eklenen çağdaş eklerin çeşitli değişkenlere göre yapının enerji performansına etkilerinin sonuçları açıklanarak analiz edilmiş ve öneriler sunulmuştur.



2. KAVRAMSAL ÇERCEVE

2.1. Tarihi Yapılardaki Çağdaş Ek- Yapı

Kentlerin kültürel bileşenleri olan tarihi yapılar zaman içerisinde çeşitli etkilere bağlı olarak sosyokültürel yönde değişimlere uğrayarak günümüzün de değişen ihtiyaçlarına cevap vermeye devam edebilecek şekilde biçimlenirler (Sağlam ve Tavşan, 2019). Toplumların tarihsel süreçleri içerisinde yaşadıkları sosyal ve ekonomik değişimler, doğal afetler, göç, nüfus değişimleri ile değişen ve gelişen teknolojik şartlar toplumların yaşam standartlarını, ihtiyaçlarını ve alışkanlıklarını da değiştirmiştir. Değişen bu faktörler, içinde bulunulan fiziksel ve tarihi çevreyi de kendisiyle beraber şekillendirmektedir. Günümüzün yeni gereksinimlerine cevap verebilmesi amacıyla tarihi yapılara da çeşitli düzenlemeler ve müdahaleler uygulanmaktadır (Ateş Can ve Uyguralp, 2022).

Yapıların eskimesi, yıpranması ve asıl fonksiyonuna çözüm olamaması durumlarına yönelik tarihi yapıların sürdürülebilirliği için uygulanan bu müdahalelerin amacı tarihi yapıyı korumaya ek olarak fonksiyonuna devam edebilmesini sağlamak, eğer devam edemeyecekse de yeni bir işlev yükleyerek bu işlevi yerine getirebilmesini sağlamaktır. Tarihi yapılara uygulanan müdahalelerden en yaygın ve en çok önerilen müdahale, kendi işlevi ile ya da asıl işlevine uygun ve yakın bir fonksiyon ile kullanımına devam edebilmesi için yeniden işlevlendirilmesi yöntemidir (Çelik, 2021). Yeniden işlevlendirme, tarihi yapının zamanla işlevini yerine getirememesi ya da günümüz gelişen teknoloji şartlarıyla o işleve artık ihtiyaç duyulmaması ve bu sebeple de kullanıcıların yapıyı kullanmayı bırakması ya da işlevleri devam eden ama fiziksel olarak yıpranmış olduğu için devam edilememesi durumlarında uygulanır. Bu durumda tarihi yapıların işlevi devam ediyorsa yapının konfor koşullarına uygun şekilde yenilenmesi istenir. Ama eğer özgün işlevini kaybettiye belirli ilkelere bağlı kalınarak yapının tarihsel özelliğinin korunması şartı ile yeniden ve uygun bir fonksiyon tanımlaması yapılmalıdır (Kocabıyık, 2014).

Kültür mirası yapılar olan tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi, toplumların ihtiyaçları doğrultusunda şekillenerek yapının kullanımın yaygınlaşmasını ve bölgeyi canlandırmasını sağlayarak mekânsal kaliteyi arttırırlar. Bu amaçla uygulanan müdahalelerde yapının kazandığı yeni işlev ve yeni ekler günümüz özelliklerini

taşıyarak bugünün izlerini geleceğe taşımakta, yeni değer ve fonksiyon kazandırmaktadır (Balçık ve diğ., 2022).

Bu fonksiyona cevap verebilecek şekilde yapı yenilenirken en az müdahale istenilmektedir. Fakat günümüz koşullarına hizmet verilmesi istenen yapıya mekân ihtiyacını karşılamak için yeni ekler uygulanması yöntemine de başvurulmaktadır. Bu durumda yapılacak eklerin belirgin bir şekilde ayırt edilmesi ve kendi döneminin mimari teknik özelliklerini, taşıyıcı sistem ve malzeme özelliklerini koruyarak kendi kimliğini ortaya koymaları beklenir (Kıray ve Karaman, 2006).

Tarihi yapılardaki müdahalelerde uygulanan eklerin farklı teknik ve malzeme ile uygulanması bu eklentilerin çağdaş ek olarak ifade edilmesini gerektirir. Çağdaş kavramı kelime anlamı olarak içinde bulunduğu dönemin anlayış ve şartlarına uygun olan şekilde tanımlanmaktadır. Çağdaş ek ise yapının mevcut halinin sonrasında eklenen ve eklendiği dönemin üslup anlayışına uygun ve dönemin çağdaş yapı sistemleri ve yapı malzemelerinin kullanıldığı ve bunu belirgin şekilde ifade eden ekler olarak açıklanabilir (Çelik, 2021).

Zeren (2010), yapıya uygulanacak çağdaş eklerin nitelikleriyle ilgili belirli koşullar üzerinde durmuştur. Bu kriterler genel olarak; en az müdahale ile uygulanan, kendi döneminin izleriyle orijinal yapıdan sıyrılan, belirgin olan, tarihi yapıyı arka plana atmayan ve kapatıcı olmayan uygulamalar olarak nitelendirilebilir. Uygulanan çağdaş ekin tarihi yapıdan ölçü, oran, yükseklik ve kullanılan malzeme olarak egemen olmayan niteliklerde tasarlanması gerekmektedir. Çağdaş eklerin bir diğer önemli özelliği de yapının görsel bütünlüğüne zarar vermemesidir. Bu amaçla çoğu çağdaş ekte şeffaflık tasarım ilkesinden faydalanılarak çelik ve cam malzeme kullanımı yaygındır. Bu şekilde çağdaş ekin uygulandığı cepheden bakıldığında bile çağdaş ek baskın olmayan bir tavırda kalıp, tarihi yapının izleri görülebilmekte ve yapı arka fonda kendini hissettirmektedir. Çağdaş eklerin kolay sökülebilir olması da önemli bir özelliktir. Çünkü sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla yapıların yeniden işlevlendirilmesinin bir sonu yoktur. Bu durumda yapı uzun bir süre sonrasında işlev kaybı sebebiyle yeniden ve farklı bir fonksiyon kazanabilir. Yeniden işlevlendirme sürecinde eklerde kullanılması tasarlanan malzemenin hafif olması ve tarihi yapıya fazla yük oluşturmaması da dikkat edilmesi gereken diğer husustur (Zeren, 2010).

Venedik Tüzüğü'nün tarihi yapılara uygulanan çağdaş ekler ile ilgili 13. Maddesinde “*Eklemelere, ancak yapının ilgi çekici bölümlerine, geleneksel konumuna,*

kompozisyonuna, dengesine ve çevresiyle olan bağıntısına zarar gelmediği durumlarda izin verilebilir.” ifadesi yer almaktadır (Venedik Tüzüğü, 1964).

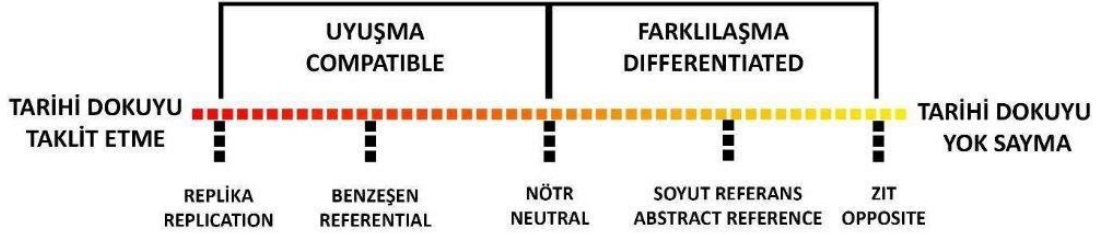
Tarihi dokuya çağdaş ek ciddi ve önemli bir karardır. Tarihi kültür mirası yapıya çağdaş ek uygulama kararı genellikle yapının yeni bir işlevle kullanılma gereksinimi oluştuğunda alınır. Tarihi yapıya bir diğer ek yapma sebebi de kendi özgün öğelerinde tahrip yada eksiklik oluştuğunda veya artık günümüz ihtiyaçlarına çözüm olamadığında uygulanmaktadır (Karakök ve Gökarslan, 2017). Balçık ve diğ. çalışmalarında çağdaş ek uygulanacak yapının günümüz şartlarına adapte edilerek uygulanmasının sebeplerini; yapının yeni bir kimlik oluşturulması, yapıda kullanılacak mekanları genişletme fikri, yeni bir fonksiyon edindirme ve yapının çevre etkilerini iyileştirmek amaçlı olduğunu açıklamıştır. Fakat bu amaçlara ulaşabilmek ve etkin bir müdahalede bulunabilmek için yapı hakkında detaylı bir şekilde bilgi edinilmelidir (Balçık ve diğ., 2022).

Günümüzde uygulanması gittikçe artan tarihi yapıya müdahale yöntemi olan çağdaş ekler, yeni ve bağımsız bir ek olarak tasarlanmayıp, tarihi yapıya eklenilen ilave ek ya da mekanlardır. Bu şekilde çağdaş ek ile bir bütünlük kuran tarihi yapı dönemin ihtiyaçlarına tekrardan çözüm olmakla birlikte yaşam sürecine dahil olarak gelecek kuşaklara hem geçmişin izlerini hem de bulunduğu dönemden sosyal ve kültürel izleri aktarabilmektedir (Sağlam ve Tavşan, 2019). Ek yapılarıdaki kütleli hareketler ve oranlar, tarihi yapının özgün çizgilerini ve algılarını arka plana atmamalıdır. Tasarlanan ek tarihi yapıdan farklı olmalı, kopya olmamalı fakat onun biçim özelliklerine uyum sağlayan stilizasyona sahip olmalıdır (Korumaz ve diğ., 2010).

Şahin (2011), ek kavramını çeşitli yorumlamalar ile ifade etmiştir. Ek, kelime anlamına göre bir şeyin anlamını ve etkisini değiştiren bir biçimbirim olarak tarif edilir. Ek, görüş ve üsluplara bir kaynak oluşturulması ve boşlukların tamamlanması işlemidir. Ek, ihtiyaçlara yanıt veremeyecek hale gelen yapıların eksikliğini tamamlama çabasıdır. Ek bu şekilde bir tanınma biçimine ve zamanla da farklı bir başka ifadeye yapılan müdahalelerdir. Tasarımın her sürecinde olan ek, mevcut yapının genişlemesi, daha iyi hizmet verebilmesi ve bu şekilde etkin bir kimlik oluşturmasını sağlayan uygulamadır. Fakat ek bazen mevcut yapıyı tamamen koruyacak şekilde küçük etkileşimler olarak eklenirse de bazen yapıda köklü bir değişim oluşturan bir müdahaleye dönüşebilir. Kimi ek fazladan söylenmiş bir söz gibi uygulanırken bazen de bir gereksinimin çözümüdür (Karakök ve Gökarslan, 2017; Şahin, 2011).

Öktem Erkartal ve Özür çalışmalarında; “tarihi dokuyu taklit etme” ve “tarihi dokuyu yok sayma” gibi iki zıt yaklaşım olduğuna değinmişlerdir. Bu zıt tutumdan yola

çıkarak; uyuşma ve farklılaşma temeline oturtulan bir tasarım skalası oluşturmuşlardır. Tarihi yapıya uygulanan müdahaleleri; yeni ve eski doku arasındaki ilişkiyi uyuşma ve farklılaşma grupları içerisine dahil edilen ve tarihi dokuyu taklit etme veya yok sayma yaklaşımlarından oluşan beş farklı kademe ile derecelendirmişlerdir (Şekil 2.1). Oluşturulan bu yaklaşımlar tarihi yapı ve uygulanan çağdaş ek arasındaki ilişkinin yönü ve etki dereceleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu yaklaşımlarda uygulanan ekin mevcut yapının dokusunu sürdürülebilir kılmasına veya sürdürülebilir kılmayıp farklı yönde tasarım içermesine göre ekin niteliği değerlendirilip oluşturulmuştur. Bu oluşturulan yaklaşımlar beş farklı kademedan oluşan skalaya dönüştürülmüştür (Öktem Erkartal ve Özür, 2016).



Şekil 2.1. Oluşturulan Tasarım Skalası (Öktem Erkartal ve Özür, 2016).

2.1.1. Tarihi Yapıda Çağdaş Ek Tasarım Yaklaşımları

Çeşitli sebeplerle yok olma tehlikesinde olan yıpranmış tarihi yapılara yeniden işlev verilirken ya da mevcut durumu iyileştirilirken yapıya nasıl bir müdahale uygulanacağı sorunu uzun yıllardır tartışılmalan bir konudur. Bu durumda uygulanacak müdahale, ekin mevcut tarihi yapıyla kurduğu etkileşimin çeşidi ve kullanılacak ölçek ile yakından ilgilidir. Yapılabilecek müdahalenin tarihi yapıyla kurduğu bütünlükte; dikkat çekici olmaması, tarihi dokuya benzeyen ve yorumlanarak aktarılması ya da tamamen farklı bir tasarım yaklaşımı kullanılması gibi alternatifler vardır. Tasarımcı hangi alternatifi seçse de eklenen yapının tarihi çevre ile devamlı etkileşim içinde olacağını ve zaman içerisinde şekilleneceğini unutmamalıdır. Bu yüzden hangi tasarım yaklaşımı kullanılırsa kullanılsın tarihi dokuda sebep olacağı dönüşümün etkisi de farklı olacaktır (Öktem Erkartal ve Özür, 2016). Yeni eki tasarlayacak mimarın kapsamlı bir araştırma yapması gerekmektedir. Bu araştırmada, yeni ekin tasarımının kent ve toplumla ilişkisini ve o toplumun kültürlerine uygun yapı geleneğini de inceleyerek ve yorumlayarak tasarımına karar vermelidir. Yeni ek uygulama sonrasında, yapı ile ek bir

bütünlük içerisinde kentin bir parçasını oluşturmalıdır. Bu şekilde tarihi doku içerisinde yeni ek benimsenerek tarihi yaşam sürecine katılabilecektir (Akbiyık, 2013).

Belirli dönem aralıklarında çeşitli toplumlar tarafından oluşturulan mimari izleri taşıyan tarihi çevrede yeni eklenen ek; tek yapı ölçeğinden kentsel ölçeğe kadar geniş kapsamda etkilemektedir. Bu yüzden uygulanan ek, geçmişe saygılı ve aynı zamanda geleceğe de bugünün izlerini aktarabilmelidir. Yeni yapı tasarımında tasarımcı mevcut dokuyu doğru analiz ederek yapıların özgün değerlerini incelerse tasarımında ciddi bir şekilde yol alabilir. Tasarımcı yaptığı analizlerinde yerin bağlamsal özelliklerini benimseyerek geçmişin izlerini çağdaş yorumlarla ya da tamamen farklı bir yaklaşımla da yeni yapı ekini tasarlayabilir. Tasarımda kullanılacak yaklaşım, tarihi doku için önemli bir alınması gereken karardır (Kılıç, 2015).

Yapılan literatür çalışmasında genel olarak tarihi dokuya eklenecek çağdaş ek tasarımında üç farklı yaklaşım olduğu görülmektedir. Tasarım yaklaşımlarında kullanılan yöntemlerden ilki mevcut dokudan esinlenilerek benzetilmesi, ikincisi mevcut tarihi değerlerin yorumlanarak uyarlanması ve üçüncü yöntem ise mevcut dokudan tamamen farklı ve günümüz malzeme ve tekniklerinin kullanılmasıdır. Bu üç farklı yaklaşım tekrar(taklit), uyum (yorum) ve zıt (karşıt) başlıkları altında toplanabilir.

2.1.1.1. Tekrar (Taklit)

Yeni ekin tasarımında kopya etme yöntemine dayanan bu anlayış kısaca kent dokusundaki hakim öğelerin ve elemanların aynı şekilde tekrarlanması işlemidir. Basit bir şekilde kopyalama işlemi olan bu anlayışta tarihi dokunun cephe ve boyut özellikleriyle aynı tasarım ortaya çıkarılır. Dikkat edilecek nokta ise yapım malzemesinin ve tekniğinin çağdaşlığını belirtmesidir. Eklentinin çağdaş bir ek olup olmadığının anlaşılır olması için yapıyla bütünlük kuracak şekilde ama ayırt edilebilir olması önemlidir (Velioğlu, 1992). Tarihi dokunun üslup özelliğinden faydalanılarak tarihi yapının biçim, renk, ölçek ve kurgu kapsamında birebir kopyasının alınması yöntemini Eldem (1992) dişlerin arasına uygulanan protez işlemine benzetmiştir. Eldem (1992), tarihi yapının korunmasının ancak çağdaş malzeme ve tekniklerin kullanımıyla sağlanabileceğini belirterek bir müdahale çeşidi olan tekrar yaklaşımının tercih edilmemesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Üslup taklidi olarak adlandırılan bu yöntemi Zeren (2010), çalışma alanında yapılan analiz ve incelemelerden sonra tarihi dokunun mekânsal kurgu, taşıyıcı sistem,

malzeme ve cephe karakterlerinin benzerinin yapılması olarak tanımlamıştır. Bu anlayışla tasarlanan yapıyı tarihi dokuya eklemelenen replikalar olarak ifade etmiştir. Bu şekilde ortaya çıkan yeni yapı insanların algısında özgün malzemenin onarılmış hali mi yoksa yeni eklenmiş bir yapı mı olduğuna dair bir karmaşaya sebep olabilecek bir uygulamadır.

Tekrar yöntemi, uygunluk söylemi adı altında tarihi dokunun mimari özelliklerinden yararlanmanın abartılarak birebir taklit edildiği bir yaklaşım modelidir (Velioğlu, 1992). Geçmişin mimarisinin birebir kopyalanarak uygulanması dinamizme zarar vermekle birlikte kent kültürünü monoton ve durağanlığa itmektedir. Eğer tarihi yapıya bir ek uygulanacaksa bu ek birebir aynısı olmamalıdır. Bu yaklaşımın kullanıldığı yapılarda tüm detaylara kadar tarihi dokunun tekrar edilmesiyle oluşturulduğundan günümüz mimari üslup ve tekniklerinden hiçbir iz görülmemektedir. Bu mantıkla mimarlıkta aynı öğelerin yıllar geçse bile tekrarlanmaya devam edilmesi mimarlığın ilerleyişine engel olmaktadır. Bu yüzden geçmiş deneyim ve izlerden esinlenilerek içerisinde bulunan çağın teknoloji ve malzemesiyle tarihi yapıya saygılı ve tarihi dokuyu daha da öne çıkarabilecek ekler kullanılması gereklidir (Kayan, 2020).

İlk izlenimde birebir aynı görünmesi ama mevcut tarihi dokunun malzeme ve tekniğinden kopya edilmesiyle oluşturulmuş ekler kullanıcıları aldatan ve karmaşıklığa sürükleyen ve kuramsal anlamda da tüzük ve bildirgelerde istenmeyen, kabul görmeyen işlemlerdir. Venedik Tüzüğü'nün 9. Maddesinde de belirtildiği gibi tarihi yapıya onarım önemli titiz bir çalışma gerektiren uzmanlık işidir. Yapılan müdahalenin tarihi dokunun tarihi ve estetik değerini koruması ve eklenmesi gereken yapının ayırt edilebilir ve günümüz izlerini taşıması gereklidir (Venedik Tüzüğü, 1964). Fakat günümüzde tarihi çevrede taklit yöntemi, uygun ve tamamlayıcı bulunması algısıyla maalesef sık kullanılan bir yöntemdir. Hem anıtsal yapılarda hem de sivil mimarlık yapılarında taklit yöntemi yaygın bir şekilde görülmektedir. Tarihi yapının her bir bileşeni yapıldığı dönemin izlerini taşıyarak tarihi nitelik kazanmış elemanlardır. Bu sebeple tarihi yapıya uygulanacak eklerin de ileriki zamanlarda tarihi nitelik kazanacağını varsayarsak bu eklerin uygulandığı dönemin yöntem ve malzemelerini yansıtan uygulamalar olması ve bu şekilde de günümüzün geleceğe aktarılması amaçlanmalıdır (Kılıç, 2015). Brüksel'de tarihi çevrede yer alan ve bulunduğu ortamdaki yapılarla uyumlu bir şekilde tekrar yöntemi ile tasarlanmış yapı toplulukları örnek verilebilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Brüksel’de tekrar yöntemiyle tasarlanmış beyaz dış kaplamalı yapı (URL-1).

2.1.1.2. Uyum (Yorum)

Velioğlu (1992) uyum yöntemini; mevcut tarihi dokudaki karakteristik özelliklerden üslubun, malzemenin, yapım tekniğinin, biçimlerin, ölçeğin, ilkelerin ve kompozisyonun detaylı analizlerle incelenmesi ve değerlendirilerek günümüz malzeme ve teknoloji ile harmanlanarak yorumlanması ve tarihi çevrede bütünlük ve uygunluk kurmayı amaçlayan tasarım modeli olarak tanımlamıştır. Bu modelde yeni ekin en küçük bileşeninden genel tüm kütesine kadar her bir detayının bugüne ve geçmişe saygılı olması şartıyla yorumlanabilmesi ve mimarın daha özgür olabilmesi avantajı vardır. Tasarımın amacı geçmiş ile günümüz ekini bir bütünlük içerisinde ele alarak aynı zamanda birbirleriyle birebir aynı olmayan elemanlar olması sebebiyle tasarımda zenginlik oluşturarak günümüze bağlamaktır (Kılıç, 2015).

Zeren (2010), bu tasarım modelini 'geleneksele öykünme' olarak tarif etmiştir. Bu yaklaşım birçok mimar tarafından benimsenmiş bir yöntem olmakla birlikte tarihi yapıdan esinlenen izlerin geleceğe aktarılabilmesi fırsatından dolayı da önemlidir. Fakat bu konuda dikkat edilmesi gereken konu tarihi dokudan öykünmenin derecesidir. Öykünme fazla abartılarak ekin tarihi yapının birebir kopyasına çevrilmemesi gerekir (Zeren, 2010).

Uyum yöntemi tarihi dokunun sürdürülebilirliğini sağlayarak kültür mirası varlıklara ciddi katkı sağlamaktadır. Tasarlanan yeni ek, dahil olacağı tarihi çevrenin karakteristik özelliklerine zarar vermeden bilinçli bir şekilde eklenerek ve gerekli vurgulamaları da yaparak çağını yansıtan ve oraya ait hissettiren bir ifadeye sahip olmalıdır. Bu şekilde yeni ek hem geçmiş kültürün sürekliliğine katkı sağlarken hem de yapıldığı dönem hakkında ipuçlarını geleceğe aktararak fikir vermektedir. Bu tasarım modelinde yeni ek ne tarihi yapının birebir kopyasıdır ne de tarihi yapıyı tamamen yok sayan ve arka plana atan bir uygulamadır. Fakat yeni ek stilize edilirken tarihi dokuyla kuracağı bütünlüğe dikkat edilmesi ve öncesinde değerlendirilmesi gerekir (Batur, 2003).

Paris'te yer alan Hotel Fouquet Barriere, tarihi çevre içerisinde tarihi dokuya bitişik olarak tasarlanmış yeni yapıdır. Çevresi ile kurduğu bütünlükte renk, malzeme, kütle ve oran olarak uyum sağladığı tarihi dokudan referanslar alarak yorumlandığı ve dönem özelliklerini yansıttığı görülmektedir. Bu tasarımla yapı tarihi dokuya saygı duyarak ve izlerini barındırarak kendi çağının teknik ve yöntemleriyle taklit yöntemine başvurulmadan tarihi dokuya entegre edilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Hotel Fouquet Barriere, Paris (URL-2).

2.1.1.3. Zıt (Karşıt)

Tarihi yapılara müdahalelerde kullanılan yeni yapı ekinin tasarım modellerinin üçüncüsü olan zıtlık yöntemi, tarihi yapıdan bağımsız ve zıt karakterde tasarlanan ve kendi döneminin biçimlenişleriyle ifade edilen bir yaklaşımdır. Karşıt veya zıt yaklaşım olarak tanımlanan bu yöntemde, yeni ekin ölçek, renk, malzeme, doku, form ve oran gibi tasarımını oluşturan kriterlerde ciddi farklılık oluşturduğu saptanmaktadır (Velioğlu, 1992). Tarihi yapının mimari özelliklerine tamamen zıt karakterde tasarlanarak oluşturulan yaklaşımdır. Bu yöntemde çağdaş ek, eklemlendiği yapıda farklılaşarak öne çıkmaktadır. Bu zıtlıklardan faydalanılarak tarihi dokunun kimliğine ve değerine zarar vermeden çağını belli eden ve belirgin bir şekilde ayırt edilen sonuçlar olarak görülmektedir (Çelik, 2021). Bu yaklaşımda tarihi dokuda kontrast oluşturma istemiyle yeni ekin belirgin ve ayırt edilmesi amaçlanır.

İstenilen kontrastı oluştururken genellikle malzeme özelliklerinden faydalanılır. Özellikle cam malzeme ve çelik taşıyıcılar sık tercih edilen çağdaş malzemelerdir. Çünkü cam gibi yansıtıcı yüzeyler tarihi çevrede süreklilik sağlayarak mevcut kültür mirası yapının aynası olarak görev alırlar (Kayan, 2020). Karşıt yaklaşım uygulamaları öncesinde tarihi dokunun ve yapının kimliğini oluşturan elemanların iyi analiz edilmesi ve sonrasında tasarlanması planlanan zıtlık ilişkisinin kurulması ve detaylandırılması yapılmalıdır. Yeni ek yapıldığı alanda açık bir şekilde ayırt edilebilir olsa da tarihi yapıyla oluşturacağı bütünlüğe uygun olmalı ve çevresini yok saymayan bir tavırla tasarlanmalıdır. Bu durumda uygulanacak zıtlığın seviyesi önem kazanmaktadır (Kılıç, 2015).

Zıt yaklaşım görüşünü savunan tasarımcılar aslında oluşturulan kontrast ile de bir bütünlük sağlanabileceği görüşündedirler. Bilinçli bir şekilde oluşturulan bu zıtlıktaki amaç, kullanılan çağdaş malzeme ve mimari anlayışın günümüz teknolojisinden faydalanılarak kendi özgün dönem özelliğini belli ederken aynı zamanda tarihi yapının da daha belirgin olmasını sağlamaktır (Velioğlu, 1992). Bu tasarım modeli ile müdahale edilen yapılar günümüz mimari üsluplarında ulaşılan son noktayı açık bir şekilde göstermektedirler. Zıt yaklaşımla yeni ve çağdaş ek almış yapılar sayesinde malzeme ve teknoloji bağlamında mimarinin zaman içerisinde geçirdiği sürecin yapılar üzerinden okunurluğu artmaktadır (Zeren, 2010).

İskoçya'da yer alan Aberdeen Tiyatrosu 1906 yılında inşa edilmiş ve sonrasında eklenti olarak çağdaş ek yapı kütesine dahil edilmiştir. Bu ek yapı kontrast bir etki

oluşturarak cam ve granit malzeme ile tasarlanmıştır (Şekil 2.4). Çağdaş ek yapıyla ölçek ve malzeme olarak saygı duyan bir tutumla çağını yansıtan ve şeffaf malzeme etkisi ile çevredeki tarihi dokulara ayna görevi yapan başarılı bir uygulamadır (Kayan, 2020).



Şekil 2.4. Aberdeen Tiyatrosu cam ve granitten inşa edilmiş çağdaş ek yapısı (URL-3).

2.1.2. Tarihi Yapıda Çağdaş Ek ve Mekan Organizasyonu Türü

Tarihi yapıya yeni ve çağdaş ek yapmak, malzeme, yapım tekniği ve mimari üslup açısından farklı bir tasarımı tarihi dokuya entegre etmek demektir. Dikkat edilmesi gereken önemli konu eklenen yeni ekin kendi döneminin karakterini taşıması gerektiğidir. Aynı zamanda modern ekin tarihi yapıyı göz ardı etmeyen ve tarihi değerine saygı duyan ve günümüz teknolojisiyle ifade edilmiş olması önemlidir (Kayan, 2020). Yeni ek, gereksinimlerin karşılanmadığı durumlarda ihtiyaçlara çözüm olması amacıyla eklense de yeni ek konusu her zaman önemli bir tartışma ve araştırma konusudur. Çağdaş ekin, eklendiği tarihi çevrede benimsenmesi ve bütünleşebilmesi için bazı dönüşümlere maruz kalması gerekmektedir. Bu yüzden çağdaş ek eklendiği yapıda bir son dokunuş olarak etkili bir form katabilmelidir. Yeni ek eklenmesi sonrasında mevcut yapının değerinin değişmesi, aynı kalması, değer kaybetmemesi veya bütünleşerek yeni ve farklı değer kazanabilmesi gerekir (Şahin, 2011). Bu yüzden

çağdaş ekin tarihi dokuya ne şekilde ve ne ölçekte eklemeneceği ve sonrasında mevcut yapıyla kurduğu form bütünlüğünün değeri burada önem kazanmaktadır.

Tarihi yapılara yeni ekler genellikle; çatı tamamlaması, cephe tamamlaması, geçiş elemanı olarak eklenerek iki yapıyı kavuşturması, tarihi yapıya yangın merdiveni ya da saçak elemanı eklemeleri, cephelerde yapılan bütünleme şeklindeki strüktür elemanlarının yatay, düşey veya hem yatay hem düşeyde kullanılması gibi uygulamalardan oluşmaktadır (Zeren, 2010). Yapılan literatür çalışması sonucunda tarihi yapılara “ek” olarak tasarlanacak bölümlerin dört başlık altında toplandığı görülmektedir (Balçık ve diğ., 2022; Kayan, 2020; Sağlam ve Tavşan, 2019). Bu başlıklar şu şekildedir;

- Bina içine yapılan ekler.
- Binanın eksik elemanlarının tamamlanması niteliğinde yapılan ekler.
- Binanın dış külesine bitişik olarak yapılan ekler.
- Bina ile ilişki kuracak şekilde yakın çevrede kalan ekler.

Genellikle tarihi yapılar yeniden işlevlendirilirken yeni ve farklı işlevde iç mekân ek ihtiyacı uygulamalarının çoğu; sirkülasyon bağlantı aksı, tarihi yapının yakın çevresindeki yapıya yeraltından bağlanması ve bina içinde bina uygulamaları şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu şekilde onarım gören tarihi yapının dış cephe ve strüktüründe koruma ve onarmaya yönelik birtakım müdahaleler uygulanırken iç mekânda da işlev değişikliğine giderek gerekli eklemeler uygulanır. Bu müdahaleler ile yapının günümüze entegre edilerek onarılması ve sürekliliğinin sağlanması amaçlanır (Kayan, 2020).

Tarihi yapıların iç mekanlarına çağdaş teknik ve yöntemler ile bir ihtiyaca çözüm olacak şekilde fonksiyon yüklenen iç mekân ekleri kullanılması yaygın işlemlerdir. İç mekân eki uygulamanın amacı genellikle yapının verdiği işleve hizmet verecek mekanın genişletilmesinde, yeni mekan ihtiyacı duyulmasında, ya da estetik yönden öne çıkarılmak istenen belirli bölgenin özelleştirilmesi durumlarında günümüz teknolojiyle müdahale edilerek uygulanır. Fakat burada dikkat edilmesi gereken önemli konu dahil edilen iç mekan ekinin bulunduğu mekanın termal ve konfor koşullarına uyum sağlayabilen ve zarar vermeyen malzeme ve teknikte kullanılmasıdır.

İç mekan ek uygulamasına önemli örneklerden biri 1884 yılında yapılan Osmanlı Döneminin resmi kütüphanesi olan Beyazıt Devlet Kütüphanesi Nadir Eserler

Bölümü'dür. Restorasyon çalışmaları sonrasında 2016 yılında hizmete açılan kütüphanede tarihi dokuya minimum temas ve müdahale amaçlanmıştır. Nadir eserler bölümünün sergi ve depolama birimine eklenen çağdaş eklerde siyah cam kutulardan oluşan kontrast tasarım anlayışı benimsenmiştir. Bu şekilde yapının iç mekanında ihtiyaç duyulan gereksinim çözülmüştür (Kayan, 2020) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Beyazıt Devlet Kütüphanesi İç Mekan Eki (URL-4).

Tarihi yapılara uygulanan eklerin mekan organizasyonuna göre bir çeşidi olan tarihi yapıların eksik elemanlarının tamamlanması niteliğinde yapılan eklerdir. Bu ekler genellikle cephe tamamlanması, çatı tamamlanması veya çatıya ilave kat eklemesi, saçak tamamlaması veya cephede bir sirkülasyon elemanı olarak eklenmesi gibi uygulamalardan oluşmaktadır.

Zeren (2010) çalışmasında tarihi dokulardaki eksik elemanların tamamlanması yönteminin çeşitleri ve ne durumlarda kullanıldığına dair bilgiler vermiştir. Çatı tamamlamasını tarihi yapıların genellikle üst örtülerinin tahrip olduğu durumlarda koruma amaçlı olarak bütünleme yapılması şeklinde tanımlamıştır. Tarihi yapılarda ya da arkeolojik kalıntıların üstlerini korumak içinde kullanılmaktadır. Bir diğer farklı eklemlenme çeşidi olan cephe bütünlemesi, yapıların cephelerinde ihtiyaç duyulması durumunda eklenen ve yapının bir bölümünü ya da farklı bir yapıyla birleştirerek de uygulanan bütünleme yöntemidir. Bazen de iki tarihi yapı arasında geçişi sağlayabilmek amacıyla yatay geçit eklemelerine de rastlanmaktadır. Yeniden işlevlendirilen yapılarda dönüşüm sonucunda yapının yanındaki bina ölçeğindeki eklere erişimde sıkıntı yaşandığı durumlarda yatay veya düşey sirkülasyon elemanlarını da cephelerde görebilmek mümkündür (Zeren, 2010).

Eksik elemanların tamamlanması yöntemi, tarihi yapıların günümüze entegre edilmeleri sürecinde fonksiyonuna uygun şekilde dışarıdan ayırt edilebilmesini sağlayacak çağdaş malzeme ile tasarlanmış elemanlarının eklenmesi uygulamasıdır. Tarihi yapıların eksik elemanlarının tamamlanması yönteminin başka bir çeşidi olan çatı tamamlaması ise sivil mimarlık yapılarında ve kamusal yapılarda yaşanır ve sürdürülebilir mekanlar elde etmek için uygulanır. Aynı zamanda arkeolojik kalıntıların bulunduğu antik kentlerde yapılan kazılarda elde edilen buluntuların korunabilmesi ve geleceğe de aktarılabilmesi için yapının üzerini örten koruma çatıları da eklenebilmektedir (Kıray ve Karaman, 2006).

Tarihi yapılarda avlunun üst örtü ile tamamlanması uygulaması da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu uygulamaya iç mekan ekinde bahsedilen Osmanlı Dönemi eseri Beyazıt Devlet Kütüphanesinin restorasyon çalışmaları sonrasında avlusunun şeffaf üst örtü ile kapatılması örnek verilebilir. Binanın açık olan avlusu şeffaf ve hafif bir üst örtü ile kapatılarak hem korunaklı bir atmosfer sağlanırken hem de ışığı filtreleyerek iç ortamın aydınlığı da korunmaktadır (Şekil 2.6).

Hem eksik elemanların tamamlanması hem de iç mekanda çağdaş eke önemli örneklerden biri de 1251-1252 yılları arasında Konya’da inşa edilen Karatay Medresesidir. Merkezi kubbe ile örtülen kare planlı avlunun etrafında eyvanlar ve hücreler sıralanmaktadır (Akok, 1969). Kapalı avlulu plan tipine örnek olan ve avlusunda havuz bulunan medrese son zamanlarda geçirdiği restorasyonlar sonucunda iç mekan içerisine gişe mekanı eklenmiş ve giriş eyvanının üst örtüsü çağdaş malzeme ile bütünleştirilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.6. Beyazıt Devlet Kütüphanesi Avlusu (URL-5).



Şekil 2.7. Konya Karatay Medresesi çağdaş eklentileri (Kişisel Arşiv).

Diğer bir eklemlenme yöntemi olan binanın dış kütlesine bitişik olarak tasarlanan mekanlar, tarihi yapının gereksinimleri karşılayamadığı durumlarda uygulanır. Yapının dış cephesine bitişik bir şekilde uygulandığı için tarihi dokuyla doğrudan bir ilişki kurar ve ilk bakışta bir algı oluşturur (Kayan, 2020). Bu yüzden tarihi dokunun cephesini görsel açıdan bu kadar etkileyen yeni eklerin tasarımı çok önemlidir. Tasarlanan ekin dönemini yansıtmaması ve belirgin bir şekilde ayırt edilerek orijinal dokudan sıyrılması ve kafa karıştırmaması gerekmektedir. Doğa Tarihi Müzesi'ne ek yapı olarak tasarlanan Darwin Merkezi, tarihi yapılara getirilen bitişik eke verilebilecek önemli örneklerdendir (Şekil 2.8). Bitişik ek kozayı andıran dokuz katlı beton kabuk üzerine cam dış cephe kaplamasından oluşmaktadır. Ek yapı malzemesi cam kullanılarak tarihi yapının rijit görüntüsü hafifletilmiştir (Kayan, 2020).



Şekil 2.8. Doğa Tarihi Müzesi Ek Yapısı Darwin Merkezi, Londra (URL-6).



Şekil 2.9. Doğa Tarihi Müzesi Ek Yapısı Darwin Merkezi, Londra (URL-6).

Tarihi yapı ile ilişki kurabilecek şekilde yakın çevrede yapılan ekler, yapının yeni işlevini yerine getirebilmesi için tasarlanan ek mekanlardır. Bu mekanlar tarihi yapıyla herhangi bir temas halinde değildir. Fakat tarihi dokunun bir elemanı olduğu için yapıyla bir aidiyet bağı vardır. Bu ekler tarihi çevrede konumlanacağı için o bölgenin tarihi değerine zarar vermeyen nitelikte tasarlanmalıdır. Bu ekler yapıyla birebir fiziksel teması olmadığı için tarihi yapıdan bağımsız düşünülmesi yanlıştır. Bu yüzden öncesinde yeterli ve kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır. Tarihi çevrede yer alacak ekin malzeme ve yapım tekniği yönünden kendi dönemini yansıtırken tarihi dokuyla da bütünlük kurabilmesi önemlidir.

Tarihi çevrede yapılan eke örnek olarak Osmanlı Dönemi'nde çini atölyesi olarak kullanılan fakat günümüzde çini müzesine dönüştürülen Tekfur Sarayı gösterilebilir (Şekil 2.10). Müzenin bahçesine yeni işlevine hizmet edebilecek kafeterya, wc ve dükkanlardan oluşan mekan tasarlanmıştır. Tarihi yapının bahçesine konumlanan ve çelikten yapılan bu kütle ölçek olarak tarihi çevreye saygılı bir tutumla uygulanmıştır. Bu kütlenin tasarımında günümüz teknoloji ve tekniklerinden faydalanılarak çağdaş malzeme ile kontrast oluşturma yaklaşımı vardır (Kayan, 2020).



Şekil 2.10. Tekfur Sarayı Müzesi Ek Bina Eklentisi (URL-7).



Şekil 2.11. Tekfur Sarayı Müzesi İç Mekandaki Çağdaş Düşey Sirkülasyon Elemanları (URL-8).

2.2. Türkiye'den ve Dünyadan Çağdaş Ek Örnekleri

Çağdaş ek kavramı, tarihi yapılara yeni ek tasarımındaki yaklaşımlar ve yapıyla kurduğu ilişki detaylı bir şekilde bir önceki bölümde anlatılmıştır. Bu müdahalelerdeki

yaklaşımlar ve tarihi yapılara yeni eklerin çeşitlerinin anlaşılabilmesi için bu bölümde Türkiye’den ve Dünyadan seçilen beş çağdaş ek-yapı örnekler üzerinden incelenmiştir.

2.2.1. Türkiye’den Çağdaş Ek Örnekleri

Bu bölümde Türkiye’den beş adet tarihi yapıda çağdaş ek örneği incelenmiştir.

2.2.1.1. Kazıklı Kervansarayı

Kocaeli ili, Göynük ilçesi Şirinköy Mahallesi; İpek Yolu caddesinde yer alan Kazıklı Kervansarayı’nın kitabesi bulunmadığı için tam yapım yılı bilinmese de kaynaklardan 16 yy. dan kalma bir Osmanlı yapısı olduğu anlaşılmaktadır. 1999 depreminden sonra bir dere yakınında konumlanan yapının etrafına konutlar ve cami inşa edilmiştir. Yapının özgün malzemesinde yerel malzeme olan dere taşı kullanıldığı görülmektedir. Cephelerinde kesme taş ve ahşap hatıllar kullanılmıştır. Tarihi yapı işlevine devam edemediği için ve sosyal bir çevrede de konumlandığı için işlev değişikliğine gidilerek yapıya yeni fonksiyon kazandırılmıştır. İçerisinde bulunan tarihi çevrenin gereksinimlerine cevap verebilecek şekilde çok amaçlı kültür merkezine dönüştürülmüştür (Kamiloğlu ve Başkan, 1999). Kazıklı Kervansarayı çağdaş eki tarihi yapıyla fiziksel temas kurmayacak şekilde dahil edilmiştir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Kazıklı Kervansarayı Restorasyon Sonrası (URL-9).



Şekil 2.13. Kazıklı Kervansaray'ı Restorasyon Sonrası (URL-9).



Şekil 2.14. Kazıklı Kervansaray'ı Restorasyon Sonrası (URL-9).

2.2.1.2. Agora Müze ve Sergi Evi

İzmir Agora Ören Yeri içerisinde konumlanan 17. yüzyıla dayanan sivil mimarlık örneğidir. Yapının yeniden işlevlendirme ile müze ve sergi alanına dönüştürülerek turizme katılması amaçlanmıştır. İlk fonksiyonu konut olan yapı bir avlu içerisinde karşılıklı olarak konumlanmış iki bloktan oluşmaktadır. Asıl yapı müze ve sergi olarak hizmet verirken ikinci blok (çağdaş malzeme ile cephe tamamlaması yapılan yapı) danışma bölümü olarak ziyaretçilere hizmet vermektedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. İzmir Agora Evi Restorasyon öncesi (URL-10).



Şekil 2.16. İzmir Agora Evi'nin Restorasyon öncesi ve sonrası halleri (URL-10).



Şekil 2.17. İzmir Agora Evi Restorasyon sonrası (URL-10).

2.2.1.3. Esmâ Sultan Yalısı

İstanbul Ortaköy Camii'nin hemen yanında yer alan tarihi yapı, Sarkis Balyan tarafından 1873-1877 seneleri arasında inşa edilmiştir. Geçirdiği yangınlar sonucu tahrip olan yapıya 1992 yılında güçlendirme çalışmaları yapılmıştır. Yangın ve tahriplerden sonra tarihi yapıdan geriye sadece dış duvarlar kalmıştır. Tarihi yapının sosyal faaliyetler için yeniden kullanılabilmesi ve hizmet vermeye başlaması için 1999 yılında restorasyon çalışmalarına başlanmıştır. Yapı üç katlı yığma ve taş taşıyıcı sisteme sahiptir. Tarihi yapının dış duvarları sağlamlaştırılarak yapının içine cam ve çelik taşıyıcı sistemden oluşan şeffaf kabuk konumlandırılmıştır. Bu eklenen yapı tarihi yapının dış duvarlarına temas etmeden bina içinde bina mantığıyla iç kısım yerleştirilmiştir. Eklenen yapının giriş katındaki restorana çelik merdivenle erişim sağlanmakta ve üst katı da etkinlik alanı olarak kullanıcılara hizmet etmektedir (Kayan, 2020) (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Yangın Sonrası Esma Sultan Yalısı (URL-11).



Şekil 2.19. Restorasyon Sonrası Esma Sultan yalısı (URL-12).



Şekil 2.20. Restorasyon Sonrası Esmâ Sultan yalısı (URL-12).

2.2.1.4. Ankara Rahmi Koç Müzesi

Anadolu kervansaraylarından olan 1522 yılında yapımına başlanan Ankara ilinde yer alan Çengel Han'ın zaman içerisinde önemini kaybetmesi üzerine 20. yüzyılın sonlarında terk edilmeye başlanmıştır. 2003 yılında restorasyonuna başlanan han aslına uygun olarak restore edilmiştir. Yapının dikdörtgen avlusu koruma amaçlı olarak cam ile kapatılmıştır. Restorasyon sonrası 2005 yılında ise Çengel Han, Rahmi Koç Müzecilik ve Kültür Vakfı'na bağlı olarak yeniden işlevlendirilerek müze hizmeti ile ziyarete açılmıştır. Ankara Rahmi Koç Müzesi, Çengel Han ve Safran Han olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Avlunun üst örtü ile kapatılması çağdaş ekin çatı tamamlaması yöntemine örnektir. Yapının günümüz teknoloji ve teknikleri ile yapılarak yanılığa izin vermeden belirgin olması burada önemlidir (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Çengel Han Rahmi M. Koç Müzesi (URL-13).



Şekil 2.22. Ankara Rahmi Koç Müzesi (URL-14).

2.2.1.5. Beyoğlu Belediye Binası

1879-1833 yılları arasında inşa edilen Altıncı Daire-i Belediye, İstanbul'un ilk belediye binasıdır. Tarihi yapı İtalyan mimar Giovanni Battista Barborini tarafından inşa edilmiştir. 2012-2015 yılları arasında restore edilen yapı günümüzde Beyoğlu Belediyesi Başkanlık Binası olarak işlevine devam etmektedir. Restorasyon çalışmalarında yapının cephesindeki kimliksiz ekler temizlenerek yapının orijinal dokusu ortaya çıkarılmıştır. Belediyenin günümüz gereksinimlerine çözüm olabilecek şekilde yapının iki tarafına ve çatı katına çağdaş ek ve teknikler ile mekânlar ilave edilmiştir (Şekil 2.23- Şekil 2.24). Fakat bu ekler tarihi yapının önüne geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Sol cephede ofis yapıları, sağ cephede yemekhane ve iletişim merkezi ve arka cephede sergi salonundan oluşan üç adet ek yapı tarihi dokuya dahil edilmiştir (Kayan, 2020).



Şekil 2.23. Beyoğlu Belediye Binası Ek Kat İlavesi (URL-15).



Şekil 2.24. Beyoğlu Belediye Binası Çağdaş Eklentileri (URL-15).

2.2.2. Dünyadan Çağdaş Ek Örnekleri

Bu bölümde dünyadan beş adet tarihi yapıda çağdaş ek örneği incelenmiştir.

2.2.2.1. Hearst Genel Merkezi

Hearst Kulesi, 1928 yılında yapımına başlanan altı katlı Joseph Urban'ın Art Deco binasının üzerine Norman Foster tarafından tasarlanarak inşa edilmiştir. Kule aynı zamanda az enerji tüketme amaçlı 42 katlı tasarlanan sürdürülebilir bir yapıdır. Aralarında 70 yıl olan yeni ve eski yapının kurduğu bütünlük dikkat çekmektedir. Yeni yapı alt kattaki mekanları doğal ışıkla aydınlanmasına izin verecek şekilde ve binanın üzerinde süzülüyor hissi veren bir tasarımla cam örtüden yapılmıştır (Akbiyık, 2013). Yeni çağdaş yapı tarihi dokuyla zıtlık ilişkisinden bir uyum ve bütünlük yakalama anlayışı ile yapıya ilave kat olarak eklenmiştir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. Hearst Genel Merkezi, New York (URL-16).



Şekil 2.26. Hearst Genel Merkezi, New York (URL-16).

2.2.2.2. Fundatie Müzesi

Hollanda’da eski işlevi Adliye Sarayı olan ama günümüzde müze olarak kullanılan Fundatie Müzesi Neo-klasik üslupta 1938 yılında yapılmıştır. Tarihi yapı altı büyük sütunun taşıdığı anıtsal bir görünüme sahiptir. Yapı tarihi süreci içerisinde yüklendiği fonksiyonlara göre çeşitli ekler almıştır. Son olarak 2005 yılında artan ziyaretçi sayısına yetersiz kaldığı düşünülmektedir yeniden ek yapılması kararı alınmıştır (Kayan, 2020). Tarihi yapının katı ve klasik duruşuna zıtlık oluşturmak amacıyla çağdaş görünümlü, yeni ve eski arasında denge kuran ve oval formlu düşeyde bir ek mekan tasarlanmıştır. Çağdaş ek iki katlı olup her biri ayrı bir temel ile taşınacak olan sekiz adet çelik kolon taşıyıcı olarak kullanılmıştır. Bu tasarımdaki amaç tarihi yapıya fazladan bir yük oluşturmamaktır. Çağdaş ekin dış cephe kaplamasında seramik parçalar kullanılarak parlak ve aydınlık bir görünüm kazanılmıştır (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. Fundatie Müzesi Ek Yapısı (URL-17).

2.2.2.3. Royal Ontario Müzesi

Kanada’da yer alan tarihi yapının 2007 yılında galeri mekanlarını yenileme çalışmalarında Daniel Libeskind tarafından Michael Lee- Chin Kristali isimli bir ek yapı tasarlanmıştır. Proje binasının yenilenmesi aşamasında sergi alanı olarak değerlendirilen bir müze kanadı tasarlanmıştır. Tasarlanan çağdaş ekin zemin katı giriş, lobi ve müze dükkanı birimlerinden oluşmaktadır. Yeni ek yapıldığı dönemin malzeme ve tekniklerini başarılı bir şekilde yansıtan ve tarihi doku ile zıtlık ilişkisi kuran bir tasarımıdır (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Royal Ontario Müzesi, Kanada (URL-18).

2.2.2.4. Mariehoj Kültür Merkezi Fuaye

Danimarka Kopenhag'da önemli bir yere sahip olan Mariehoj Kültür Merkezi'nin yenileme çalışmalarında tarihi yapıya yeni ve eskiyi bir araya getiren müdahaleler yapılmıştır. Günümüz ihtiyaçlarına hizmet verebilecek şekilde yeni mekan eklentisi gereksinimi ile çatı uzantısı eki yapıyla bağdaştırılmıştır. Yeni, geniş ve ağdaş mekan fuaye hizmeti vererek insanların sosyal ve kültürel anlamda gelişmelerine katkı sağlamaktadır. Bu ek, tarihi dokuda kullanıcıları davetkar bir tavırla karşılamaktadır. atı uzantı ekinde alüminyum malzeme kullanılarak ağdaş ve esnek bir görünüm arz etmektedir. Çağdaş ek tarihi yapıyı arka planda bırakmayacak şekilde, tarihi dokuya denk gelen cephede cam malzeme kullanılarak şeffaf bir görünüm ile i mekandan ve dışarıdan bakıldığında tarihi yapıyı yansıtmaktadır (şekil 2.29).



şekil 2.29. Mariehoj Kültür Merkezi Fuaye (URL-19).



Şekil 2.30. Mariehoj Kültür Merkezi Fuaye (URL-19).

2.2.2.5. Clapham Manor İlköğretim Okulu

Londra’da tarihi bir çevrede yer alan yatılı okul olan Clapham Manor İlköğretim Okulu’na zaman içerisinde gelişen ve artan ihtiyaçlardan dolayı ilave gereksinimi duyulmuştur. Okul binasına cam bir koridorla geçilen şeffaf köprü ile yeni ve  ağda  ek yapı inşa edilmiştir. Bu ek yapının tasarımımda engelliler için yaşanabilir konfor şartları göz önünde bulundurulmuştur. Çağdaş eklentinin renkli dış cephesi, bulunduğu tarihi çevreden ve çevresindeki yapılardan fark edilebilir şekilde çağını yansıtan bir tasarımıdır. Çağdaş ekin çevresindeki yapı gruplarının renk, malzeme, ölçek ve teknik açıdan günümüz şartlarına yorumlanarak aktarılması ve uyum sağlaması amaçlanmıştır ( ekil 2.31).



Şekil 2.31. Clapham Manor İlköğretim Okulu (URL-20).



Şekil 2.32. Clapham Manor İlköğretim Okulu (URL-20).

2.3. Tarihi Yapılarda Enerji Performansı

Tarihi yapılarda enerji performansını incelemekten önce enerji verimliliği kavramı ve enerji verimliliğini etkileyen etmenlere değinilmiştir.

2.3.1. Enerji Verimliliği

Küresel çapta hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak artan enerji talebi, ekonomik gelişmelerin artması ve enerji kaynaklarının yoğun tüketilmesi gibi sebepler ile özellikle geçtiğimiz son birkaç on yılda toplam enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları oranı artmıştır (Cho ve diğ., 2020). Dünya çapında enerji tüketiminin büyük bir çoğunluğunun yapı sektörü kaynaklı olduğu ve özellikle gelişmiş ülkelerde binaların enerji tüketimi, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %20-40'ını oluşturduğu görülmektedir (Pérez-Lombard ve diğ., 2008). Bu yüzden uygun analizler yapılarak ve kapsamlı enerji bilgileri sağlanarak enerji politikalarının verimli bir şekilde oluşturulması yaşanılabilir bir gelecek için gereklidir. Günümüzde artan enerji

tüketimine karşı çoğu ülke kendi enerji hedeflerini ve politikalarını belirleyen stratejiler geliştirmektedir.

Türkiye’de de belirli dönemleri kapsayan, birbirinden farklı yaklaşımlar ile enerji verimliliğinin geliştirilmesini hedefleyen politika ve stratejiler planlanmıştır. Örneğin 2010 ve 2013 yıllarını hedefleyen Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi ve Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı bu stratejilerdendir. Sonraki yıllarda 2012 ile 2023 yıllarını kapsayan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi hazırlanmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı da 2015 ile 2019 yıllarını kapsayan Stratejik Plan sunmuştur. Ayrıca 2017-2023 yıllarını kapsayan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı da bu stratejik planlara örnektir. Fakat etkin bir izleme takip sistemi bulunmadığı için bu çeşitli stratejik planların birbirleri ile ne derece uyumlu oldukları veya ne kadar bu planlara bağlı kalındığı net olarak belirlenememiştir (Keskin ve Güven, 2020). Tüm bu stratejik planlamaların ortak amacı enerjiyi verimli kullanabilme ve sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Gün geçtikçe artan rahat ve konforlu yaşama isteği, teknolojik gelişmeler ve enerjinin üretilenden daha çok tüketilmesi gibi sebepler ile enerji verimliliği konusu daha çok gündeme gelmiştir. Enerji verimliliği; hizmet ve ürün getirisinde kalite ve konfor standartlarında bir kayıp olmadan tüketilen enerjinin minimuma indirilmesi ve daha etkin kullanılmasıdır (Kadıoğlu ve diğ., 2019).

Enerjiyi verimli kullanmak ve sürdürülebilirlik son zamanlarda yapı sektöründe daha çok ele alınmaya ve bu konuda bilinç oluşturulmaya başlanmıştır. Bu amaçlarla enerji kullanımını ve yapıların inşa ve bakım maliyetlerini azaltan sürdürülebilir yeşil bina ve enerji etkin bina inşa etme hareketi ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımların amacı kaynak kullanımının verimliliğini arttırmaktır. Ayrıca binanın yaşam döngüsü boyunca insan sağlığı ve doğa üzerindeki zararlı etkilerini azaltan daha iyi bir tasarım, işletme, bakım ve iyileştirme yöntemlerini benimsemiştir (Khosla & Singh, 2014).

Amerika’da yapıların ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemlerinin tasarımında American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) standartları temel alınmaktadır. Kanada’da 1993 yılında ortaya çıkan yapıların çevresel veriminin hesaplanmasında gönüllü olarak kullanılan Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC) geliştirilmiştir. BEPAC değerlendirmesinde beş temel başlığa göre ele almaktadır. Bunlar; enerji kullanımının fiziksel çevreye etkisi ve karbon salınım değeri, iç mekan termal konforu, yapının ozon tabakasına etkisi, kullanılan kaynaklar ve geri dönüşüme

ne kadar uygunluğu, yapının konumlandığı araziye ve ekolojik dengeye zarar vermemesi temellerine oturmaktadır (Yüceer, 2015).

Artan enerji etkin yapı tasarımı yaklaşımlarıyla tasarlanan bu yapıları değerlendirebilmek amacıyla Avrupa’da çeşitli sürdürülebilirlik sertifika sistemleri oluşturulmuştur. En önemlileri şunlardır (Loli ve Bertolin, 2018; Yüceer, 2015);

- 1990 yılında İngiltere’de geliştirilen BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology- Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Metodolojisi),
- 1998 yılında ABD’ de geliştirilen LEED (Leadership in Energy and Environmental Design- Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik),
- 1992 yılında Fransa’da hazırlanan HQE (High-Quality Environmental- Yüksek Kaliteli Çevresel),
- 2005 yılında İsveç’te oluşturulan Miljöbyggnad (Environmental Buildings- Çevresel Binalar),
- 2007’de Almanya’da geliştirilen DGNB (German Sustainable Building Council- Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi).
- 1976 yılında İngiltere’de kurulan CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers).

Türkiye’ de de enerji etkin bina tasarımını içeren, enerji korunmasına yönelik tedbirler 2008/27075 sayılı “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”, üçüncü bölümünde ele alınmıştır. Bahsedilen bu yönetmeliğe göre hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi’nin (EKB) düzenlenmesi Ocak 2011 tarihinde zorunlu hale getirilmiştir. EKB belgesini hazırlama yetkisi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın bünyesinde eğitimden geçen sertifikalı EKB uzmanlarına aittir. Binaların termal performansı A ile G harfleri arasında oluşturulan skalaya göre kademelendirilmekte ve sonrasında EKB belgesi düzenlenmektedir. Bu kademelendirmede iklim, yönlenme, yapı kabuğu ve malzeme gibi faktörler, Türkiye’deki ısı bölgeleri, harcanması gerekli enerji miktarları ve karbon salınımları etkili olmaktadır. Bu etkenler ve binanın ısıl verimi hesaplaması Bep-TR isimli bir bina enerji performansı yazılımından elde edilmektedir. Bu yazılıma sadece sertifikalı uzmanlar şifreleri ile ağ üzerinden erişebilmektedir. Bep-TR yazılımı kullanılarak yapının ısıtma, soğutma, iklimlendirme ve aydınlatma için tüketilen enerjinin kW/m² cinsinden hesaplaması yapılırken yapının karbondioksit salınımı da Kg.est.CO₂/m² cinsinden hesaplanmaktadır (Yüceer, 2015).

2.3.2. Yapılarda Enerji Verimliliğini Artıran Etmenler

Her binanın enerji tüketimi; konumu, arazide yönelişi, formu, fonksiyonu, yapımı, kullanımı, yönetimi ve bakımı gibi sebeplerden birbirlerinden farklıdır. Bu çeşitlilik oluşturan faktörler yapının enerji kullanımını ve gerekli olan enerji verimli önlemlerini etkiler (Historic England, 2018). Yapılarda enerji verimliliğini sağlamak için bina konumlanmasına, cephe ve malzeme özelliklerine, arazinin fiziksel koşullarına, yalıtım sistemlerine, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine önem verilmelidir. Bu sistemlerin etkin bir şekilde tasarlanmasıyla enerji kullanımı azaltılabilir ve ihtiyaç duyulan enerjinin tüketilmesine dahi engel olunabilir (Balçık ve Yamaçlı, 2022).

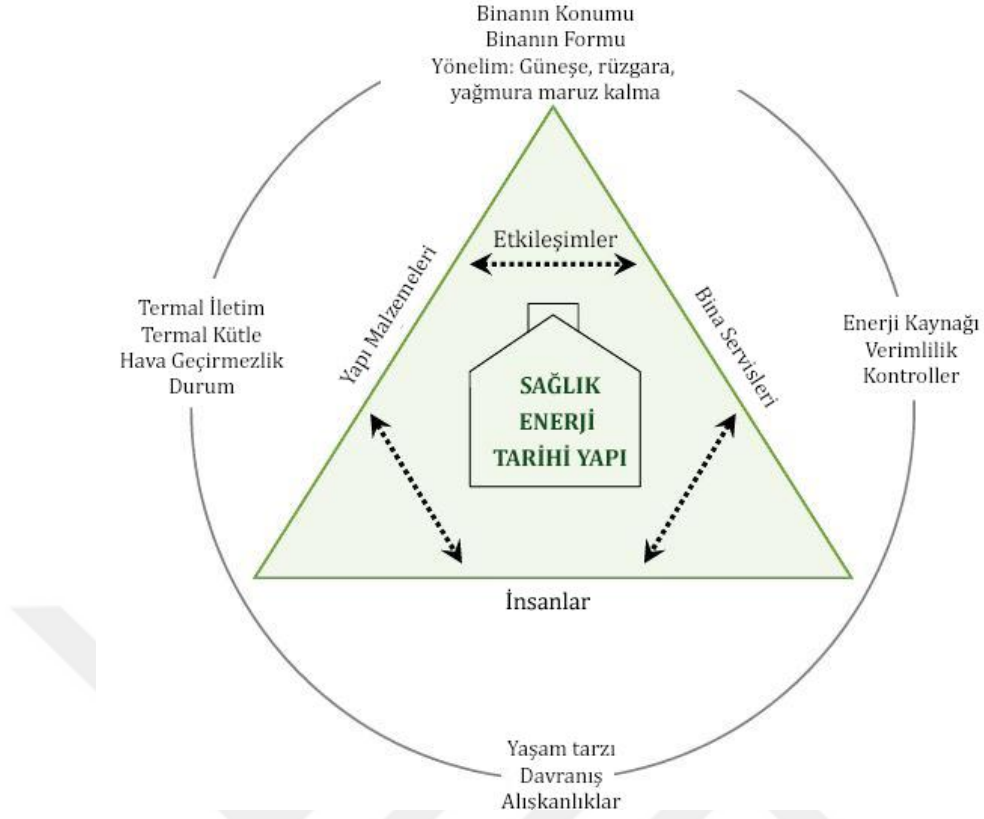
Yapılarda enerji verimliliğini arttıran faktörlerden aynı zamanda yapıların tasarlanma ve işletme süreçlerinde enerji kullanımını etkileyen hususlar ile yakından alakalıdır. Bir binanın işletme sırasındaki enerji kullanımını ve verimliliğini etkileyen en önemli dört faktör şunlardır (Historic England, 2018) (Şekil 2.33);

Yapı konumu ve yönü: Bir yapı kabuğunun performansı, iklimdeki bölgesel farklılıklardan ve iklimin maruz bıraktığı çevresel faktörlerden rüzgar, yağmur ve güneşe maruz kalması gibi durumlardan etkilenmektedir.

Yapı malzemesi ve formu: Yapı kabuğunun formu ve tasarımı ile yapı tasarımında kullanılan malzemelerinin ve bileşenlerinin fiziksel özellikleri de enerji performansını etkiler.

Bina hizmetleri ve ekipmanları: Bir binanın ısıtılması, soğutulması, aydınlatılması ve havalandırılması süreçlerinde gerekli kurulan sistemler enerji tüketimine yol açar. Aynı zamanda iş, yemek pişirme ve eğlence faaliyetleri için kullanılan ekipman ve sistemlerde de enerji kullanılır.

İnsanlar: Yapı sakinleri binalarını farklı şekillerde kullandıkları için kullanıcı faktörü de önemlidir. Farklı kullanımlara bağlı olarak da kullandıkları enerji miktarı da değişir. Bir yapıdaki kullanıcı sayısı, talep edilen konfor standardı, ihtiyaç duydukları teknik servis ve ekipman, harcanan enerji miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.



Şekil 2.33. Bina Performans Üçgeni (Historic England, 2018).

Bina kabuğu yapısal özellikleri gün boyunca güneş, sıcaklık, yağış, nem ve rüzgar gibi birçok faktöre maruz kalarak enerji ihtiyacında ciddi etki oluşturmaktadır. Bu yüzden yapının yönelimi, duvar ve pencerelerin maruz kaldığı cephe, kullanılan malzemelerin cinsi, boyutu ve formu iç mekân konforuna doğrudan etki eden dikkat edilmesi gereken hususlardır. Yüceer (2015), bina kabuğunu oluşturan bileşenler ve etkilerini dört başlıkta açıklamıştır.

Sağır yüzeyler: Yapı kabuğunun bir kısmını oluşturan sağır yüzeyler taşıyıcı eleman ve yapı dış duvarlarından oluşmaktadır. Duvar oluşumlarında iklim elemanlarını göz önünde bulundurulması iç mekânda konfor sağlamakla birlikte enerjide de kazanç sağlamaktadır.

Saydam yüzeyler: Saydam yüzeylerde tercih edilen pencere cam ve doğramalarında kullanılan malzemenin cinsi ve biçimi aynı zamanda pencere boyut ve yönleri yapı kabuğunun enerji performansına önemli etkileri bulunmaktadır.

Gölgeleme Elemanları: Gölgeleme elemanları saydam yüzeylerin yön ve biçimine göre düzenlenen ve istenilen iç mekân konforunu sağlamayı amaçlayan çevre değişkeni elemanlardır.

Gün Işığı: Güneş ışığı ile gök ışığının çeşitli oranlarda karışmasından oluşan doğal ışığa gün ışığı denilmektedir. İç mekân konforunda arzu edilen aydınlatma şartlarının elde edilmesini ve enerji verimliliğinin kazanılmasını sağlamaktadır (Yüceer, 2015).

Tüm bu bahsedilen faktörler yapının enerji verimliliğini doğrudan etkileyen tasarım kriterleridir. Yapının konumu ve araziye yerleşimi, hava sıcaklığı ve hava hareketleri gibi olaylar ile yakından ilişkilidir. Bulunulan iklim bölgesinin soğuk olması daha çok güneşten faydalanmayı gerektirirken, sıcak iklim bölgesinde güneşin fazla etkisine çözüm olacak şekilde bir konumlanmayı gerektirir. Bulunulan yerin topografik özellikleri ve mikro iklim şartlarına dikkat ederek bir iklimlendirme tasarımına yönelmek önemlidir. Yapının formu ve yüzey alanı, ısı kayıp ve kazançlarını etkilediğı için enerji verimliliğini de doğrudan etkilemektedir. Yapının formu, uzunluğu, pencere boyut ve biçimlenişi, çatı tasarımı gibi birçok tasarım kararı burada önemli olmaktadır. Dış havanın içeri alınarak denetlenebilmesi ve doğal havalandırma sisteminin kurulabilmesi aynı zamanda ısıtma ve soğutma sistemine zarar vermemesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tasarım kararlarında diğere önemli konu da seçilen malzemenin termal ve ısı iletim özellikleridir. Yapı kabuğunun ısı geçişinin denetlenebilir ve uygun düzeyde olmasını sağlayacak fiziksel özellikler ve koşullar oluşması enerji verimliliğinin de oluşmasını sağlayacaktır.

Gelişmiş ülkelerde enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanılması yüksek bir öncelik konusudur. Bu nedenle, enerji verimli önlemler yapı sektörü başta olmak üzere tüm sektörlerde giderek daha yaygın olarak uygulanmaktadır. Dünyadaki enerji tüketiminin büyük bir oranını oluşturan yapı sektöründe, tüketilen enerjinin büyük kısmı ısıtma, soğutma ve suni havalandırma, aydınlatma sistemlerinde kullanılmaktadır (Pacheco ve diğ., 2012). Yapı sektörünün neden olduğu enerji kaynaklarının yoğun tüketimine ve çevre sorunlarına çözüm olarak günümüzde sürdürülebilir yaklaşım önem kazanmaya başlamıştır. Sürdürülebilir yaklaşımda yeni enerji kaynakları araştırma ve yenilenebilir kaynakların kullanımını teşvik ederek kaynak sorununu çözmeye amaçlanmaktadır. Bu anlayış yapı ile ilişkili birçok disiplin kadar mimarlık disiplini için de önemli bir yer kazanmıştır. Sürdürülebilirlik geniş bir uygulama alanı içerir ve bu yaklaşımla uygulanan yöntemler farklı ölçekte farklı konseptte olabilmektedir. Örneğin kırsal ölçekten kentsel ölçeğe kadar mimari tasarım ölçütlerinde farklılıklar oluşmaktadır. Sürdürülebilir mimarlık örnekleri genel olarak bulunduğu bölgenin iklim

verilerine uygun ve o bölgenin yerel malzemesi seçilerek tasarlanan, yapı kabuğu özellikleri ve biçimi ile enerji üretebilen ve kendine yetebilen, kaynak kullanımını azaltan, daha az bakım gerektiren malzeme kullanımı ile ileri teknoloji içeren ve buna uygun ekipman ve sistemleri içeren yapılara kadar geniş bir yelpazede çeşitlenmektedir (Dikmen, 2011). Sürdürülebilir yapı tasarımı anlayışı ile tasarlanan yapılar doğaya ve çevreye de dost aynı zamanda enerji korunumunu ve etkin üretimini amaçlamaktadırlar. Bu yaklaşım enerji etkin yapı tasarımı, ekolojik mimari, yeşil yapılar veya akıllı bina tasarımları olarak da ifade edilebilirler.

Enerji etkin yapı tasarımını diğerlerinden ayıran önemli özelliği, tasarım sürecinde yapının tüm bileşenlerinden en küçük malzemesine kadar standart ürün çıktılarındaki kalitenin düşürülmeden sağlanmasıdır. Aynı zamanda bu süreç boyunca yapıda kullanılan gerekli enerji girdi ve çıktılarının hem topluma hem de çevreye zararlarını minimize etmeyi hedefleyerek yapının tasarımı, bakımı ve işletilmesi işlemlerinin titizlikle yürütülmesi ve belirlenerek kararlarının alınmasına dikkat edilir. Bu şekilde enerji etkin yapı tasarımı, yapıyı bulunduğu çevreye uyumlu bir şekilde dahil ederek ve kendini yenileyen enerji kaynakları kullanarak enerji tüketimini azaltan ve israfı önleyen bir üretim, uygulama ve işletme politikasıdır (Utkutuğ, 2009). Enerji etkin yapı tasarımı temel olarak iki yöntem ile sağlanabilir. İlk olarak pasif sistemler ile konumlandığı araziden maksimum faydalanılarak enerji korunumu sağlanmalıdır. Bulunduğu araziye konumlanması, tasarlanan formu, kullanılan malzeme cinsi ve çevresel etkilerden olan güneş ve rüzgar gibi faktörlerden minimum zarar ve maksimum fayda oluşturacak şekilde uyumlu ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin kurulabilmesi önemlidir. İkinci yöntem olarak pasif sistemlerin yetersiz kaldığı durumlarda aktif sistemlerden faydalanılarak enerji üretimini amaçlayan ve bu amaca bağlı olarak da yapıda gerekli ve etkin ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma sistemlerini tasarlayan etkinlikleri göz önünde bulundurulmasıyla sağlanabilir. Özetlemek gerekirse enerji etkin yapı tasarımı ilk olarak yapı kabuğu müdahalelerini içeren pasif sistemler ile sağlanabildiği gibi ihtiyaç durumuna göre ve özellikle net sıfır enerji hedefi bulunan yapılarda teknolojik sistemlerin dahil edildiği aktif sistemlerden de faydalanılarak oluşturulabilir.

2.3.3. Tarihi Yapılar ve Enerji Performansı

Kültür mirası yapıların yeniden fonksiyon verilerek kullanılması amaçlandığında bu yapılar günümüz koşullarına uygun şekilde elverişli ve işlevsel hale getirilmektedir. Fakat nicelik olarak yaygın olan bu yapılarda tek amaç, korumak ve yaşamlarını sürdürmesini sağlamak olmamalıdır. Aynı zamanda bu yapıların enerji performansı iyileştirmeleri yapılarak enerji verimliliği ve sürdürülebilirliğine de katkı sağlanmalıdır. Tarihi ve kültürel değerlerinin sürdürülebilirliği kadar analiz ve hesaplamalara dayanan enerji korunumlu müdahalelerin de uygulanmasına çaba gösterilmelidir (Balçık ve Yamaçlı, 2022; Murgul, 2014).

Tarihi yapılar günümüz yapılarına oranla daha düşük performanslı enerji sistemleri ile eklemlenebileceği için tarihi yapıların enerji performanslı iyileştirmeleri giderek yaygınlaşmakta olan önemli müdahalelerdir (Cho ve diğ., 2020). Tarihi yapılarda pasif enerji tasarım yöntemleri ile günümüz yapılarına uygulanan ısıtma, soğutma ve havalandırma yöntemleri uygulanmadan istenilen termal konfor koşulları elde edilebilmektedir (Özdemir ve Bektaş Ekici, 2020). Efe Yavaşcan ve Urak (2019), çalışmalarında geleneksel konut üzerinden enerji etkin yapı tasarımını inceledikleri ve geleneksel yapıların yerel deneyim ve kaynaklardan faydalanan, doğa ile bina arasında uyum sağlayan tasarımlar ile inşa edildiğine ulaştıkları görülmektedir. Dolayısıyla literatürde yerel mimari incelendiğinde doğa ile yapı arasındaki uyumun sağlandığı ve hem iç mekan hem dış çevre koşulları açısından ekolojik çözümlerin sunulduğu görülmektedir. Bu açıdan tarihi yapılar fiziksel çevre koşulları ve iklim şartları dikkate alınarak, çevreye en az olumsuz etki ile enerji tasarrufunun sağlandığı örnekler olmaları sebebi ile bugün karşılaşılan enerji sorununda çözüm yolu olabilmektedir (Biçer ve Fazıl Akdağ, 2020; Beyaztaş, 2020). Bu derece önemli örnek olarak günümüze kadar aktarılan bu yapıların detaylı incelendikten sonra yapının tarihi ve kültürel değerini koruyarak enerji iyileştirmeleri yapılmaları önemlidir.

Tarihi yapıların enerji performanslarının güçlendirilmesi çok disiplinli bir yaklaşımı gerektirmektedir. Çünkü tarihi yapının işlevlendirilmesi, aktif ve pasif enerji sistemlerinin entegre edilmesi, ısıtma, soğutma, havalandırma, akustik ve aydınlatma faktörleri ile iç mekan konforunun sağlanması ve tüm bu süreçlerde verimliliğin de göz önünde bulundurulması çok disiplinli bir araştırmanın sonucunda elde edilebilmektedir. Tarihi yapılar çoğunlukla sivil mimarlık eserleri veya kamu yapılarından oluştukları için hem yapısal müdahaleler ile yenilenmeye hem de enerji iyileştirilmelerine belirli zaman

aralıkları ile ihtiyaç duymaktadırlar (Ascione ve diğ., 2017). Fakat tüm bu yenileme ve iyileştirme çalışmalarında yapıların tarihi ve çevresel değerlerinin göz önünde bulundurularak yapılması önemli bir husustur. Bu yüzden enerji performansı gereksinimleri, yapıların tarihi değerini yok etmeyen enerji verimli iyileştirmeleri öneren ölçütler olmalıdır. Ayrıca her bir yenileme önerisi için enerji performansının hesaplanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir (Alev ve diğ., 2014).

Enerji iyileştirmesinin ana hedeflerini Cho ve diğ. (2020) çalışmalarında; tarihi değerin korunarak tarihi yapının güçlendirilmesi, yapı kullanıcılarının konforunu sağlayarak gerekli hizmetlerin minimum enerji ile sunulması ve yapının gerekli enerji tüketimini karşılayabilmek için yenilenebilir enerji teknolojilerinden faydalanmak şeklinde özetlemişlerdir (Cho ve diğ., 2020). Enerji iyileştirmelerinin genel amacı yapının toplam enerji tüketiminin ve karbon salınımının azaltılmasını amaçlamaktadır. Fakat bu güçlendirme çalışmaları tarihi değeri olan ve geleneksel tekniklerle inşa edilen yapılarda uygulanması birtakım zorlukları getirmektedir. Bu yüzden tarihi yapıların enerji güçlendirmeleri tarihi yapının dış görünümüne zarar vermeyen, tarihi değerini örtmeyen ve uzun vadeli kullanım ömrü sağlayacak karmaşık bir dengeleme sistemini içeren müdahalelerdir (Webb, 2017). Tarihi yapıların güçlendirilmesinde çoğunlukla cephe görünümünü değiştirmeyen pasif güçlendirme tekniklerinden faydalandığı görülmektedir. Günümüz yapılarına uygulanan fakat tarihi yapılara uygulanması zor olan birçok aktif ve pasif güçlendirme teknikleri mevcuttur.

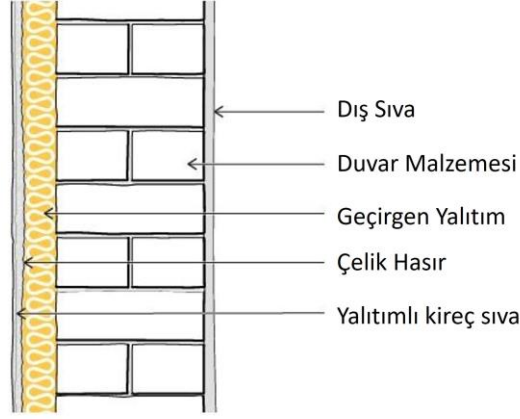
2.3.3.1. Tarihi Yapılarda Pasif Sistemlerle İyileştirme Müdahaleleri

Enerji güçlendirmenin yapının toplam performansı üzerindeki olumlu etkisi, tarihi binalarda güçlendirmenin teşvik edilmesine yönlendirmektedir. Enerji iyileştirme müdahalelerinin etkinliğini değerlendirirken, toplam enerji tüketimi, ısıtma, soğutma yükü ve karbon emisyonlarındaki tasarruflar önemli bir kriterdir (Hao ve diğ., 2020). Bu amaçla enerji iyileştirme müdahaleleri toplam enerji tüketimini azaltmayı hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda da yalıtım önerileri sunulmaktadır. Genel olarak önerilen yalıtım uygulamaları duvarlarda, çatıda, döşemede, kapı ve pencerede yalıtım olarak sınıflandırılarak incelenmektedir.

Tarihi yapılara uygulanan duvar yalıtımları iç yalıtım ya da dış yalıtım olarak uygulanmaktadır. Fakat her iki yöntemde de tarihi yapının görünümüne ve özgün değerine zarar verme ihtimali vardır. Bu sebeple bu tür uygulamalarda yasal

kısıtlamalar olabileceği için koruma kurullarından izin alınmadan herhangi bir müdahalede bulunulmamalıdır. Çoğunlukla geleneksel sivil mimarlık yapılarında dış yalıtım uygulamaları görülebilmektedir. Fakat anıtsal ve kültürel tarihi yapılarında dış yalıtım uygulanmasına pek rastlanmamakla birlikte iç yalıtım uygulamaları tespit edilebilmektedir. Genellikle tarihi yapıların özgün olmayan tavan veya sıvalarında iç yalıtım uygulamalarının sık uygulandığı görülmektedir (Genç, 2022). Fakat iç yalıtım uygulamaları tarihi duvarların nem dengelerini etkilemektedir. İç yalıtım uygulamaları duvarın iç tarafa doğru kurummasını engelleyerek buhar difüzyon direnci meydana getirmektedir. Özellikle buhar geçirmez yalıtım sistemleri uygulandığında bu sorun ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle kullanılan yalıtım malzemesinin buhar geçirimli özelliğe sahip olması nem dengesinin sağlanması açısından önemlidir (Hao ve diğ., 2020). İngiltere'nin tarihi yapıları için kamu koruma kuruluğu olarak bilinen Historic England tarihi yapıların duvarlarına uygulanan yalıtım uygulamalarını iç ve dış yalıtım olarak ele almıştır. Dış duvar yalıtım uygulamalarında her ne kadar yağmur ve dış çevre koşullarına karşı korumak önemli olsa da malzemenin bünyesindeki nemi içerisine hapsedmeyecek şekilde olmasının önemli olduğuna değinilmiştir. Bu nedenle kullanılan malzemenin düşük buhar direncine sahip olması ve tüm katmanlarının içten dışa doğru kademeli olarak geçirgenliğinin artması gerekmektedir. Bu durum gerekli nefes alınabilirliği sağlamak ve nemin zararlı etkilerinden korunmak için önemlidir. Dış yalıtım için kullanışlı malzeme olarak kenevir kireç esaslı kompozitler, mineral yünler ve ahşap elyaflı paneller önerilmektedir (Historic England, 2016a).

Ayrıca tarihi duvarların sıva arkası boşlukları için arojel yalıtım malzemeleri de üretilmiştir. EFFESUS araştırma programında geliştirilen buhar geçirgenliğine sahip dış etkenlere karşı dirençli ve tarihi yapılarda kullanılan sıva içeriği ile uyum sağlayan izocal sıvalar da iç ve dış yalıtım uygulamalarında kullanılabilmektedir (EFFESUS, 2013) (Resim 2.34).



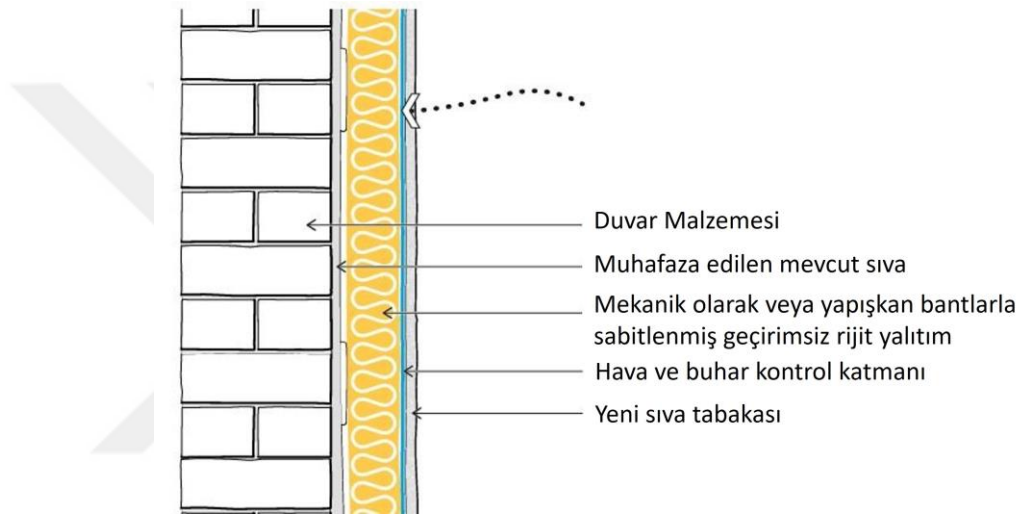
Şekil 2.34. Dış Duvar Yalıtım Detayı (Historic England, 2018).



Şekil 2.35. Tarihi yapılarda yalıtımlı dış sıva uygulaması, Stuttgart, Germany (URL-21).

İç duvar yalıtım uygulamaları daha sık başvurulanan yöntem olmakla birlikte yasal kısıtlamalar, tarihi yapının değerine göre değişmektedir. İç yalıtım uygulamalarında genellikle iki yöntem uygulanmaktadır. İlk yöntemde yalıtım malzemesi ahşap iskelet sistemlerinin aralarına ya da direkt üzerine uygulanmaktadır. İkinci yöntemde ise yalıtım malzemesinin tarihi duvarın iç tarafına yalıtım sıvası şeklinde sabitlenmesiyle oluşmaktadır (Genç, 2022). Burada en önemli husus yalıtım malzemesinin hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın su buharı geçirirli olması, nefes alması ve özgün tarihi dokuya zarar vermemesidir. İç duvar yalıtımında ahşap elyaflı panel, kenevir elyaflı yalıtım levhası, keten lifli keçe, multipor, koyun yünü yalıtım malzemesi ve selüloz lifli

yalıtım malzemelerinin kullanılması önerilmektedir (Historic England, 2018; EFFESUS, 2013). Murgul ve Pukhkal çalışmalarında Saint-Petersburg'daki tarihi binaların dış duvarlarının iç yüzeyleri için yalıtım koşullarını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında ekstrüzyon tipi polistiren köpük panellerden oluşan yalıtım malzemesi için optimum kalınlık belirlenerek, yalıtımlı ve yalıtımsız dış duvarlar için nem durumu incelenmiştir. Malzemenin nefes alan özellikte olmasının nem durumuna olumlu yansıdığı görülmüştür. İçten yalıtımda kullanılan malzemeler için su buharı geçirgenlik direnci için optimum değer belirlenerek bu özelliklere uymayan yalıtım malzemeleri için dikkat edilmesi gerektiği önerilmiştir. (Murgul ve Pukhkal, 2015).

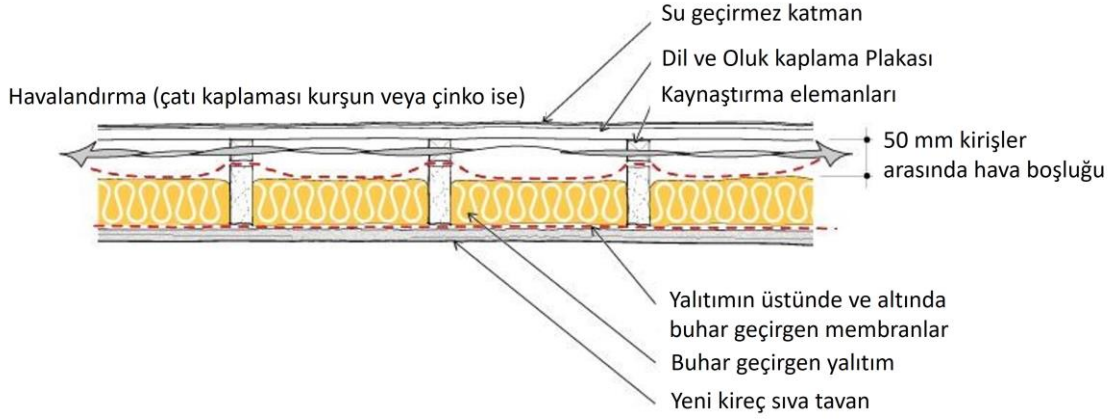


Şekil 2.36. İç Duvar Yalıtım Detayı (Historic England, 2018).

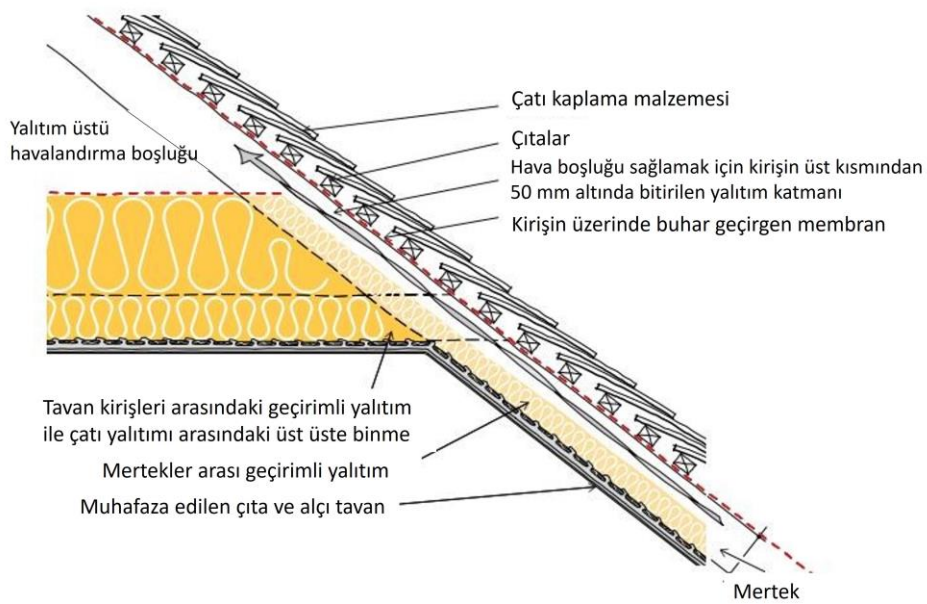


Şekil 2.37. İç duvar yalıtım detayı, ahşap lifli levha yalıtımı (Historic England, 2016a).

Enerji iyileştirmesi yapılırken dikkat edilmesi gereken başka bir husus da tarihi yapılarda çatıların yalıtımıdır. Çatılarda yeterli yalıtım önlemi alınmazsa ciddi ısı kayıpları meydana gelmektedir. Historic England’ın tarihi yapılarda çatıların yalıtımı ile ilgili hazırladığı çalışmada çatıların yalıtımını eğimli çatılar ve düz çatılarda yalıtım olarak farklı ele alınmıştır. Düz çatılarda en yaygın ve uygun yöntem olarak yalıtım kirişler arasına uygulanmasıdır. Bu sayede tarihi dokuda mevcut kalınlık korunarak alt ve üst kaplamanın sabit tutulması sağlanmış olacaktır (Şekil 2.38). Bu durumda tarihi çatıda en az değişikliğe neden olma avantajı mevcuttur. Eğimli çatılarda ise yalıtım mertek aralarına, mertek üzerine veya mertek altlarına uygulanabilmektedir (Historic England, 2011a; Historic England, 2011b) (Şekil 2.39).



Şekil 2.38. Düz Çatılarda Yalıtım Detayı (Historic England, 2011a).



Şekil 2.39. Eğimli Çatıda yalıtım önerisi detay çizimi (Historic England, 2011b)

Tarihi yapıların düz ya da eğimli çatılarında kullanılacak yalıtım malzemesinin nefes alan yapıda olması çok önemlidir. Geleneksel yapıların nefes alması gerektiği için çatılarında enerji güçlendirmeleri yapılırken modern yapılarda kullanılan buhar bariyeri ve bu işlevi gören çeşitli malzemeler kullanılmamalıdır. Bu malzemeler nemi bünyesinde hapsedtiği için yapıda çeşitli sorunlar oluşturabilir. Tarihi yapılarda çatı yalıtımında geleneksel binalarla uyumlu olan, ulaşması kolay ve doğal malzemelerden yapılan koyun yünü, kenevir elyaf, doğal elyaf ve ahşap lifi gibi malzemeler önerilmektedir (Şekil 2.41). Çünkü bu malzemeler nemi tutup serbest bırakabilme özelliğine sahip olmakla birlikte nemli olduğunda bile yalıtım işlevini kaybetmemesi avantajına sahiptir. Kiriş araları gibi dar alanlar için de daha kolay kullanım imkanı sağlayacağı için esnek yalıtım malzemeleri kullanılabilir (Historic England, 2011a; Historic England, 2011b; Genç, 2022).



Şekil 2.40. Tarihi Çatılarda Yalıtım Uygulamaları (Historic England, 2011b).



Şekil 2.41. Tarihi Çatılarda Yalıtım Uygulamaları (Historic England, 2011b).

Tarihi yapıların döşemede enerji iyileştirmeleri uygulamalarında da benzer ilkeler geçerlidir. Kullanılan yalıtım malzemesinin nefes alabilen, nemi hapsetmeyen ve nemlendiğinde de işlevine devam edebilen özellikte olması istenir. Bu amaçla tarihi yapıların özellikle ahşap kirişli döşemelerin yalıtımında koyun yünü, doğal elyaf, kenevir lifi ve selüloz lifleri gibi doğal malzemeler tercih edilmektedir. Fakat masif zeminlerde yalıtımın nemlenmemesi için su geçirmez ve neme dayanıklı yalıtım malzemesi kullanılması önemlidir. Ayrıca döşemenin altına veya şapın altına yerleşebileceği için basınca dayanıklı olması da dikkat edilmelidir. Bu amaçlara uygun olan köpüklü cam, genişletilmiş veya ekstrüde polistiren, sert ürethan köpük ve sert fenolik köpük gibi malzemeler önerilmektedir (Historic England, 2011c; Historic England, 2016b) (Şekil 2.43-Şekil 2.44).



Şekil 2.43. Tarihi masif döşemede yalıtım uygulaması (Historic England, 2016b).



Şekil 2.44. Tarihi ahşap kirişli döşemede yalıtım uygulaması (Historic England, 2011c).

Tarihi yapılarda enerji iyileştirmeleri kapsamında duvarlarda, döşemelerde ve çatıda sağlanan yalıtım önlemlerine ek olarak kapı ve pencerelerin de yalıtımının sağlanması önemlidir. Tarihi yapı elemanlarının küçük müdahaleler ile enerji etkinliğinin artırılması sağlanabilir. Kapı ve pencerelerin yalıtımında temel amaç hava sızıntılarını engellemektir. Kapı ve pencerelerde hava sızdırmazlığını sağlamak için ikincil cam ilavesi, mevcut camın çift cam veya üçlü cam ile değişimi, çerçeve ve kasaların iyileştirilmesi, hava sızdırmazlık contaları kullanımı veya kepenk gibi elemanların kullanıldığı uygulamalar görülmektedir (Historic England, 2016c; 3ENCULT, 2009) (Şekil 2.45).



Şekil 2.45. Pencerelerde yalıtım uygulamaları (Historic England, 2016c).

2.3.3.2. Tarihi Yapılarda Aktif Sistemlerle İyileştirme Müdahaleleri

Değişen ve gelişen teknolojik şartlar ile müdahale edilen ve konfor altına alınan günümüz modern yapılarına uygulanan birçok ısıtma soğutma, iklimlendirme sistemleri yapının enerji tüketimini ve çevreye olumsuz etkilerini önemli derecede azaltmaktadır. Bu sistemlerin tarihi yapılara da uyarlanabilmesi konusu gittikçe önem kazanmakta ve uygulamaları artmaktadır. Tarihi yapılarda koruma kurallarının izin verdiği ölçüde, yapının dış görünümünü değiştirmeyecek şekilde aktif sistemlerin uygulandığı örnekler görülmektedir. Bu sistemlerin tarihi yapıya entegre edilmesiyle enerji tüketimini minimuma indirmek amaçlanmaktadır. Fakat aktif enerji sistemleri tarihi yapıda önemli bir müdahale kararı olduğu için bu kararın alınmadan önce detaylı bir şekilde araştırılması ve incelenmesi gerekmektedir.

Tarihi yapılarda özellikle sivil mimarlık yapılarında HVAC sorunlarının ilk olarak pasif yöntemler ile çözülmeye çalışıldığı görülmektedir. Fakat pasif yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda da daha küçük ebatta ve daha esnek tesisatlar barındıran minimum ünitelere sahip aktif sistemlerin uygulanmasına karar verilebilir. Fakat bu sistemlerin hem kurulumunda hem de tasarımında tarihi yapının özgün değerine zarar verilmeyecek şekilde montajına özen gösterilmelidir. Bu uygulanan HVAC sistemlerinin tesisatlarının yapının görünmeyen kısımlarına uygulanması ve montajı sırasında yapı kabuğuna zarar vermemesi gerekmektedir. Aksi takdirde tarihi yapıda hem görsel hem de strüktürel zararlara yola açabilir. Fakat doğru ve etkin uygulandığında başarıları görülen ve tavsiye edilen uygulamalardır (Genç, 2022).

Tarihi yapılarda enerji iyileştirmesi sağlamak için ısıtma soğutma, havalandırma ve aydınlatma sorunlarının çözümüne odaklanılmaktadır. Bu sorunlar genellikle HVAC sistemleri kurularak ya da yenilenebilir enerji sistemlerinden faydalanılarak çözüldüğü görülmektedir. Küçük ya da büyük ölçekte fark etmeksizin birçok tarihi yapının temel olarak konfor koşullarına uygun ısıtma ve soğutma sistemlerinin minimum enerji ile çözümlenmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde ısıtma soğutma sorununu çözmek amaçlı HVAC sistemlerinden radyant ısıtıcılar, fan coil üniteleri, yerden ısıtma, ısı pompaları ve klima sistemleri gibi uygulamaların tercih edildiği görülmektedir (Massarotti ve diğ., 2020; Magrini ve diğ., 2015; Genç, 2022; Alev ve diğ., 2014). Örneğin Bughrara ve arkadaşları çalışmalarında 1905 yılında İzmir’de inşa edilen Salepçioğlu Camii’nde yerden ısıtma sistemi tasarlayarak bir yıllık süre boyunca dinamik simülasyonlar üzerinden incelemeler yapmışlardır. Radyant sistemlerinden yerden ısıtma sistemini içeren uygulamanın yapının termal konforunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sistemin yapının tarihi değerine ve özgün kısımlarına zarar vermeden dikkatle uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Bughrara ve diğ., 2017). Tarihi yapılarda enerji güçlendirmesine ve enerji kullanımının azaltılmasına dikkat eden 3ENCULT ve EFFESUS AB araştırma projeleri örnek vakalar üzerinden yapılara uygulanan sistemleri ve aktif radyant sistemlerini inceleyerek değerlendirmektedir (3ENCULT, 2009; EFFESUS, 2013) (Şekil 2.47).

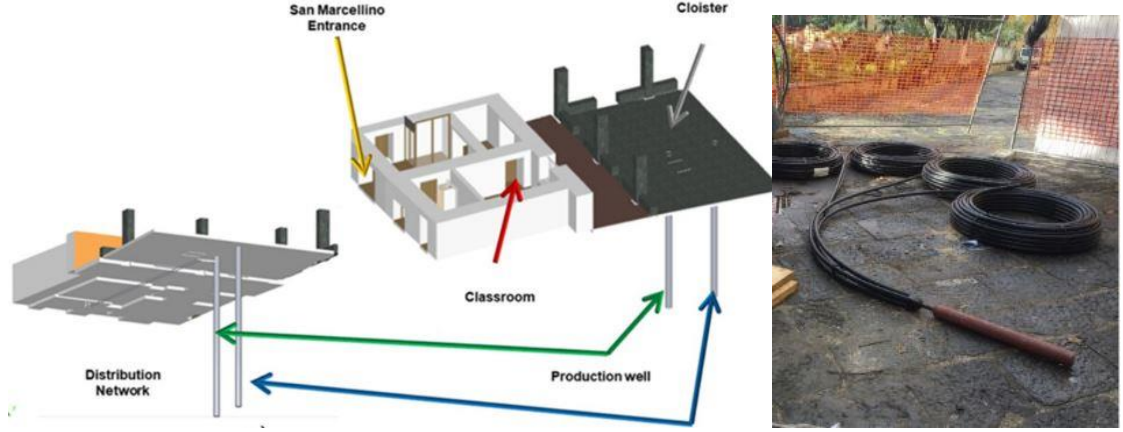


Şekil 2.46. Tarihi yapılarda duvardan ısıtma tekniği ve uygulanması (3ENCULT, 2009).



Şekil 2.47. Tarihi yapılarda radyant ısıtıcı kullanımı (Historic Environment Scotland, 2015).

Massarotti ve arkadaşları çalışmalarında Güney İtalya'nın Napoli kentindeki Saints Marcellino ve Festo anıtsal alanına kurulan hem ısıtma hem de soğutma ayarlarında çalışabilen ve toprağa bağlı jeotermal ısı pompası sisteminin tasarlanması ve uygulanması aşamalarını incelemişlerdir. Bu çalışma düşük entapilli jeotermal sistemlerin tarihi ve özgün değeri olan yapılara enerji güçlendirmesi olarak kullanılabileceğini göstermeyi amaçlamıştır. Yapılan incelemeler sonucunda küresel düzeyde fosil yakıt kullanan sisteme kıyasla karbondioksit salınımının %53 oranında azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Yasal kısıtlamalardan kaynaklı diğer enerji ve elektrik üretimi sağlayan güneş panelleri, fotovoltaiik sistemler gibi birimlerin kurulmasına izin verilmeyen durumlarda ısı pompaları enerji iyileştirmesi sağlayan en uygun çözümlerden birisi olarak kullanılabilir (Massarotti ve diğ., 2020) (Şekil 2.48).



Şekil 2.48. Saints Marcellino ve Festo anıtsal alanına kurulan jeotermal ısı pompa sistemi (Massarotti ve diğ., 2020).

Tarihi yapılarda özellikle yoğun kullanıcıya sahip okul, cami ve müze gibi yapılarda ısıtma ve soğutma dışında havalandırma ve aydınlatma sistemleri de önemlidir. Bu yapılarda havalandırma sorununa çözüm olarak HVAC teknolojisinde genel olarak ısı geri kazanımlı havalandırma (Variable Air Volume, VAV) sistemleri ve sabit hava debili (Constant Air Volume, CAV) havalandırma sistemleri kullanıldığı görülmektedir. Fakat VAV sistemlerinde hava debisi talep kontrolüne göre fan gücü düzenlenebildiği için CAV sistemlerine göre daha enerji etkin bulunmaktadır (Öztürk ve diğ., 2005). Enerji verimli aydınlatma sistemi sağlamak için de enerji etkin led aydınlatma sistemleri önerilmektedir. Homojen aydınlatma sağlayan led aydınlatma armatürleri kullanımı ile daha az elektrik enerjisi tüketimi söz konusudur. Ayrıca diğer akkor halojen aydınlatmalar yüksek elektromanyetik spektrumları kaynaklı olduğu için yapı malzemesinde daha tahrip edici etkiye sahiptir (Genç, 2022).

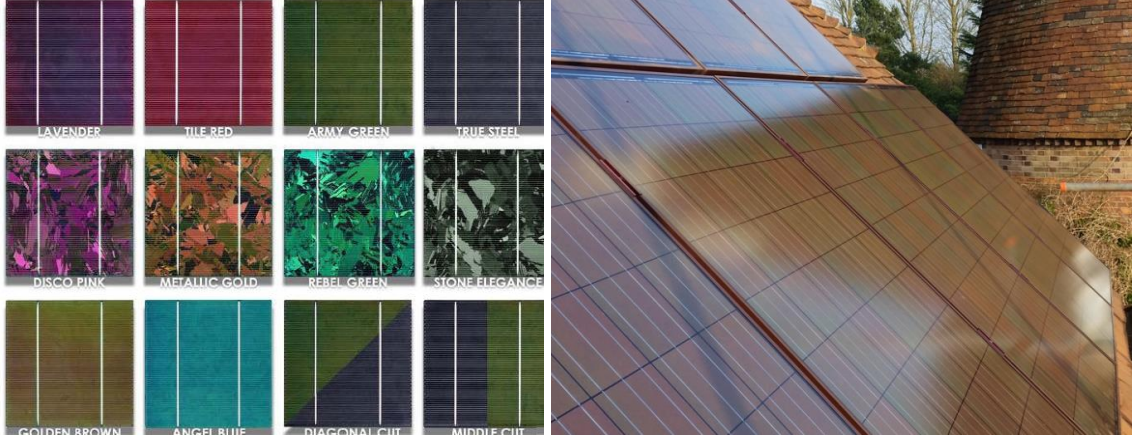


Şekil 2.49. Tarihi İzmir Kadifekale Sarnıcı İç Mekan Aydınlatma Sistemleri (Cilasun & Bayram, 2016).

Diğer bir enerji iyileştirmesi yöntemi olan yenilebilir enerji kaynakları kullanımının tarihi yapılara da entegre edildiği uygulamalar son zamanlarda artmaktadır. Genel olarak güneş enerjisini kaynak olarak kullanan sistemlerden olan güneş panelleri ve fotovoltaik paneller gibi birçok yöntem mevcuttur. Özellikle son zamanlarda binaya entegre edilmiş fotovoltaik panel (Building-Integrated Photovoltaics- BIPV) kullanımı tarihi yapıların koruma kurallarının izin verildiği durumlarda tercih edilen etkili bir yöntemdir (Şekil 2.50). Görsel olarak daha az etkiye sahip olan pencereye entegre fotovoltaik panel (Window-Integrated Photovoltaics, WIPV) sistemleri kullanımı da mevcuttur. Bu sistemde kullanılan renkli cam seçicidir ve rengi sağlamak için görünür ışığın dar bir spektral bandını yansıtacak şekilde tasarlanmıştır. Güneş spektrumunun geri kalanı cihaza iletilir ve sonrasında enerjiye dönüştürülerek depolanır (Franco, 2018). Aktif güneş enerjisi sistemlerinin kullanımlarına ek olarak hibrit sistemlerden oluşan güneş jeotermal ısı pompaları veya güneş enerjisi destekli toprağa bağlı ısı pompası kullanımları da önerilmektedir (Martinopoulos ve Tsalikis, 2014). Rosa çalışmasında tarihi yapıların geleneksel yapı bileşenlerine entegre edilmiş yeni nesil fotovoltaik panellerin kullanılmasını ve potansiyel etkilerini incelemiştir. Çeşitli teknikleri birbirleri ile kıyaslayarak avantaj ve dezavantajları üzerine analizler yapmıştır. Sonuç olarak renkli ve son derece görünürlüğü az olan fotovoltaik panellerin (Color Photovoltaic Cells) yapının enerji ihtiyacının karşılanmasındaki etkisinin üzerinde durulmuştur. Renkli fotovoltaik panellerin enerji ve maliyete olumlu katkılarına ek olarak geleneksel yapı bileşenleriyle uyumlu birçok çeşidinin olması ve yapı malzemesiyle bütünlük oluşturması gibi sebeplerden dolayı tarihi geleneksel yapılarda önerilmektedir (Rosa, 2020).



Şekil 2.50. Tarihi Kültür Mirası yapılarında BIPV sistemlerin uygulanması (Rosa, 2020).



Şekil 2.51. Renkli Fotovoltaik panel çeşitleri ve yapılarda kullanımı (URL-22).

2.4. Yapılan Çalışmalar

Literatür taramasına başlamadan önce üç anahtar kelime belirlenmiştir. Anahtar kelimeler; enerji verimliliği, tarihi yapılar ve çağdaş ek kavramlarından oluşmaktadır. Bu üç anahtar kelime kullanılarak kaynak araştırması yapılmıştır. Kaynak araştırmasında; incelenen çalışmaların birçoğunda enerji simülasyonu kullanıldığı ve bir kısmında da enerji simülasyonuna ek olarak farklı iyileştirmeler arasından en iyisini seçmek için optimizasyon tekniğinden faydalandığı görülmüştür. Yapılan araştırmanın sonunda incelenen kaynaklar 2 başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma enerji simülasyonu kullananlar ve optimizasyon yöntemi kullananlar şeklinde oluşturulmuştur.

2.4.1. Enerji Simülasyonu Yöntemiyle Analiz Yapan Çalışmalar

Alev ve diğ. (2014) çalışmalarında Estonya, Finlandiya ve İsveç olmak üzere soğuk iklim bölgesinde bulunan üç ülkedeki geleneksel kırsal evlerin enerji performanslarını güçlendirme alternatifleri sunulmuştur. Estonya’da 24 kırsal ev, Finlandiya’da 20 adet ev ve İsveç’te 23 adet ev analiz edilmiştir. Bu analizleri yaparken iç ortam sıcaklık ölçümleri ve enerji simülasyonları yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm sonuçlarında kırsal mekandaki evlerin bina kabuğunun yüksek ısı geçirgenliğe ve hava sızdırmaya sahip olduğu görülmüştür. Sunulan üç alternatif senaryonun ölçümleri de hesaplanarak yapılara yalıtım yöntemleri sunulmuştur. Sonuç olarak yapının dış görünümünde minimum değişiklikle en uygun senaryo ve yapılabilecek önlemler önerilmiştir.

Fedorczak-Cisak ve diğ. (2020) Polonya’da bulunan tarihi ahşap bir binanın tarihi değerine zarar vermeden enerji iyileştirmesi hakkında çalışmışlardır. Enerji

performansını güçlendirmeye yönelik olasılıklar sunulmuştur. Çalışmada kullanılan yöntemler; binadaki sorunlu alanlar tespit edilmiş, yerinde ölçümler yapılmış, termovizyon testleri yapılmış, yapı kabuğunun hava sızdırmazlık testleri yapılmış, ısıl geçirgenlik katsayılarının ölçümleri yapılmış ve iç mekanda mikroklima ölçümleri yapılmıştır. Özellikle içten yalıtım önerilerek yalıtım öncesi ve sonrası ölçümlerin analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda sunulan yaklaşımla hem tarihi yapının değerini korurken hem de enerji güçlendirmesi sağlanmıştır.

Galatioto ve diğ. (2019) çalışmasında İtalya’da bulunan tarihi bir kamu binasının güçlendirme eylemlerini enerji ve ekonomik analizleri üzerinden incelemişlerdir. Bina modeli Design Builder programında oluşturularak Energy Plus yazılımında enerji simülasyonu hazırlanmıştır. Yapının aylık elektrik fatura verilerine ulaşılmıştır. Seçilen dört farklı iklim bölgesine bu sonuçlar analiz edilmiştir. Ekonomik fizibilitede “Conto Termico 2” kullanılarak her müdahalenin özel maliyeti çıkarılmıştır. Analiz sonuçlarına göre fotovoltaiik panel (PV) kullanımının en etkili çözüm olduğu ve hükümetin tarihi yapılardaki PV kullanımındaki katı kurallarını yeniden gözden geçirmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Genç ve Beyhan (2021) çalışmasında Sinop ili Kefev mahallesinde konumlanan yapı üzerinden tarihi yapılarda özgün nitelikler korunarak tarihi dokuya uygun tekniklerle, en az fiziksel müdahale ile en fazla enerji verimliliğe ulaşabilmek için uygun iyileştirme yöntemlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Bu çerçevede geliştirilen Historic England müdahale değerlendirme ölçeği esas alınarak örnek bir tarihi konut binası üzerinden küçükten büyük etkiye doğru müdahaleler içeren mevcut durum ve 4 ayrı tasarım senaryosu olmak üzere 5 senaryo oluşturulmuş ve her bir senaryonun enerji tüketimi bağlamında verilerine ulaşılmıştır. Senaryolar çerçevesinde oluşturulan modeller Design Builder simülasyon programı ile değerlendirilmiş, yıllık ısıtma ve soğutma yükleri, toplam m² başına tüketilen enerji miktarı verileri elde edilmiştir. Bu verilerle hazırlanan grafikler ve tablolar ile farklı derecelerde uygulamaların enerji verimlilikleri kıyaslanarak değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç olarak yapılan değerlendirmeler ile enerji verimlilik bağlamında müdahale etki büyüklüklerine göre tarihi binalara yapılacak müdahaleler hususunda öneriler geliştirilmiştir.

Onecha ve Dotor (2021) çalışmalarında yüksek ve geniş iç hacimli iç mekana sahip tarihi yapının (Sta. Barselona'daki Maria del Mar. Bazilikası) iç termal konfor koşullarını iyileştirme üzerine çalışmışlardır. Yaz döneminde pasif stratejilerle

kullanıcıların termal konforunun sağlanamamasından dolayı iyileştirme senaryoları sunulmuştur. Çalışmada kullanılan yöntemler; ilk aşamada bina, iklim ve çevre ile kullanıcıların faaliyetleri hakkında veriler toplanmıştır. İkinci aşamada, bu verilerin yerinde izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Son aşamada, farklı kullanım ve havalandırma senaryoları için güçlü hesaplama motoru Energy Plus ile Design Builder yazılımı ile dinamik bir simülasyon gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarında tarihi yapının doğal havalandırma sisteminin işlevsiz olduğu ve bu yapıya zarar vermeden yapılabilecek en iyi pasif stratejinin, havalandırmasının iyileştirilmesi olacağı sonucu çıkarılmıştır.

Şahin (2013) yüksek lisans tez çalışmasında İzmir Basmane Semt Merkezi binası üzerinden tarihi yapıların enerji verimli güçlendirilmesi üzerine çalışmıştır. Bina Enerji Simülasyon (BES) araçlarından Design Builder programında modeli hazırlanıp Energy Plus'ta yapının simülasyonu oluşturulmuştur. Simülasyon sonuçlarından alınan enerji tüketimleri faturalarla ve ölçülen mekan sıcaklıkları ile kıyaslanarak kalibre edilmiştir. Bu çalışmada, bina enerji simülasyonu hesaplamalarında işletme ve doluluk kaynaklı hataları en aza indirmek için kompakt çizelge formatı kullanılmıştır. Yapılan enerji iyileştirme müdahaleleri 3 paket şeklinde düzenlenmiştir. Her paketin analizleri, riskleri ve faydaları çıkarılarak değerlendirilmiştir. Yapılan güçlendirmelerin yıllık enerji tüketim üzerindeki etkisi kıyaslanmıştır.

Şahin ve diğ. (2015) çalışmalarının amacı, tarihi binalarda enerji verimli güçlendirmenin disiplinler arası bir yaklaşımla nasıl yönetilmesi gerektiğini İzmir'deki tarihi bina üzerinde yapılan bir vaka çalışması ile göstermektir. Mimari planlar ve ölçüler İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimari Restorasyon Anabilim Dalı'ndan ve arazi çalışmaları ile elde edilmiştir. Enerji verimli güçlendirmelerin etkilerini belirlemek için bir bina enerji simülasyon aracı olan Design Builder programı kullanılmıştır. Binanın gerçek enerji tüketimi, elektrik ve ısıtma tüketimine ilişkin faturalara dayanmaktadır. Bina enerji simülasyon aracı, ölçülen ve simüle edilen iç ortam hava sıcaklıkları ve toplam enerji tüketimleri karşılaştırılarak kalibre edilmiştir. Kültürel miras değerleriyle çelişen uygun olmayan güçlendirmeler, disiplinler arası bir yaklaşımla ortadan kaldırılmıştır. Daha sonra uygun güçlendirmeler, enerji tüketimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için üç pakette toplanmıştır. Sonuçlar, kültürel değerlerine zarar vermeden %34'ten fazla enerji tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir.

Taş (2019) yüksek lisans tez çalışmasında Trabzon Çarşı Cami örneği üzerinden tarihi câmilerde termal konfor incelemiştir. Termal konfor kıyaslamalarında ASHRAE standartları baz alınmıştır. Çalışmada ölçüm (termal kamera), anket ve simülasyon olmak üzere 3 aşamalı bir süreç planlanmıştır. Bu araştırmada, simülasyon çalışmaları için Integrated Environmental Solution – Virtual Environment (IES-VE) programı kullanılmıştır. Bu çalışmada yıl boyunca farklı doluluk sistemleriyle analizler yapılmıştır. Simülasyon sonuçları, bina ve sistem tasarımlarının detaylı değerlendirilmesi için ortam sağlayarak, konfor kriterleri ve enerji kullanımı konusunda tasarımların optimize edilmelerini sağlamaktadır. Çalışmanın temelde amacı enerji israfına yol açan kullanıcı davranışını tespit etmektir. Odada geçirilen süre, pencere kullanımı, iç ve dış hava sıcaklığını kontrol edilen parametrelerden bazılarıdır. Mevcut bina ve alternatif senaryoların analizleri kullanıcıların binayı kullanma şeklinin enerji performansı üzerinde büyük etkisi olduğunu göstermişlerdir.

Timur (2019) yüksek lisans çalışmasında kentsel ve kırsal Muğla konutları üzerinden dış sofalı geleneksel yapılarda ısıt iyileştirmeler üzerinde çalışmıştır. Bu tezin amacı, Anadolu’da yaygın bir tarihi yapı tipi olan dış sofalı geleneksel konutların ısıt davranışını incelemek ve bu incelemeye dayalı olarak bu tür yapıların miras değerinde kayıplara neden olmayacak olası ısıt müdahalelerin iyileştirme potansiyellerini belirlemektir. Çalışmanın yöntemi, örnek yapılarda uygulanmış yerinde ısıt ölçümlerden ve yapıların Design Builder yapı simülasyon yazılımı kullanılarak yürütülmüş zamana bağlı ısıt analizlerinden oluşmaktadır. Elde edilen ısıt simülasyon sonuçlarıyla, çatıda ve katlar arası döşemelerde uygulanacak ısıt yalıtım uygulamalarının, hava sızdırmazlık önlemlerinin, pencerelere çift cam eklenmesinin ve özgün durumda doğrudan dış hava koşullarına açılan odaların kapalı bir dolaşım koridoruyla birbirine bağlanmasının yapıların ısıt performansında önemli iyileştirmeler sağladığı gösterilmiştir. Bu müdahalelerin birlikte uygulandığında, kentsel alt yerleşme için bina toplam enerji kullanımında %38, kırsal yerleşmede %49,4 oranında tasarruf sağladığı belirlenmiştir.

Tuncel (2019) tez çalışmasında İstanbul Bağdat Caddesi örneği üzerinden Modern Mimarlık Dönemi konut binalarının enerji etkin iyileştirme stratejileri değerlendirilmiştir. Çalışmada bina kabuğunda yapılabilecek iyileştirmeler üzerine yoğunlaşmış olup; dış duvar ve kapı-pencere iyileştirmeleri ele alınmıştır. İyileştirme stratejilerinin belirlenmesinde binaların mimari özelliklerini kaybetmemeleri dikkate alınmış; iyileştirme alternatifleri simülasyon programı (Design Builder) aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz edilen binaları karşılaştırma yöntemiyle “Enerji Etkin

İyileştirme” ve “Modern Mimarlık” alanları beraber ele alınarak, olumlu/olumsuz sonuçları incelenerek yorumlanmıştır.

2.4.2. Optimizasyon Yöntemi Kullanan Çalışmalar

Ascione ve diğ. (2021) tarihi yapılarda enerji güçlendirmesi konusunda daha güvenilir sonuçları garantilemek için çok kriterli bir yaklaşım önermektedir. Yapıların performans analizi için metodolojiler oluşturma, çeşitli deneysel ve sayısal çalışmalardan oluşan yöntemler kullanmıştır. İtalya’daki ‘‘Palazzo dell’Aquila Bosco-Lucarell’’ isimli tarihi yapının restorasyonunda kullanılan malzemelerin iletkenlik özellikleri çıkarılmış ve karot örnekleri alınarak yapıya güvenilir performans senaryoları önerilmiştir. Beş farklı güçlendirme önerisi simüle edilmiştir. Güçlendirme önerileri tekil olarak uygulanıp sonuçları analiz edilmiştir. Oluşturulan optimizasyon yöntemiyle önerilen senaryolarda en uygun malzeme en uygun kalınlıkta önerilebilmektedir. Yapılan son ölçümlerle yapı enerji sertifikalandırma sistemine göre G sınıfından D sınıfına yükseltilmiştir.

Bakonyi ve Dobszay (2016) tarihi binaların pencere yenilenmesinde MATLAB tabanlı bir dinamik enerji simülasyon yazılımı olan EPICAC-BE programı geliştirmişlerdir. Bu programın amacı modelleme oluşturma dışında; belirli sınır ve koşullar kümesine uygun optimizasyonda pencere grupları oluşturmak ve pencere çözümlerinin kıyaslanarak en ideal pencere çözümüne ulaştırmaktır. MTA binası üzerinde oluşturulan üç senaryo ile hava sızdırmazlık, ısıtma ve soğutma enerji talebi yıllık mevsim değişimine göre tablolanmıştır.

De Vita ve diğ. (2020) çalışmalarında örnek olay incelemesi olarak depremde çok büyük hasar görmüş ve restorasyona ihtiyaç duyan L'Aquila'daki eski bir hastane olan S. Salvatore binasını seçmişlerdir. Bu çalışmada sunulan metodoloji, Design Builder yazılımı kullanarak birçok senaryo çıktısının simülasyonlarını analiz etmektedir. Metodoloji, ön analizlerle uyumlu farklı senaryolar tanımlamakta ve senaryolar, dinamik simülasyonlar kullanılarak test edilmektedir. Bina kabuğunun her bir yapı elemanı için farklı çözümler çalışılarak dört farklı senaryo kombinasyonu oluşturulup, değerlendirilmiştir. Bu senaryo önerilerinde yapının tarihi değerinin korunmasına da dikkat edilmiştir.

Erdoğan (2020) yüksek lisans tez çalışmasında; Mersin'deki betonarme eklentili yöresel konutların güneşten gelen radyasyon bakımından, betonarme eklentili ve eklenti

yapılmadan önceki halinin karşılaştırarak nasıl ve ne ölçüde etkilediğini bulmak üzerine çalışmıştır. Türkiye'deki iklim bölgeleri ve o iklim bölgelerinin yöresel konutları incelenmiştir. Mersin ve yakın çevresindeki betonarme eklentili yapılar saptanarak rölövesi çıkarılmıştır. Rölövesi çıkarılan konutların dış duvarlarındaki ısı geçirgenlik katsayıları ile yatay üst örtülerinin ısı geçirgenlik katsayıları ve yapılan eklemelerin ısı kayıp ve kazançları arasındaki farklar ile bu eklemelerin hangi ölçülerde etkili oldukları incelenmiştir. Isı geçirgenliği ve güneşten gelen radyasyonun değerleri hesaplanarak, betonarme ekleme öncesi ve sonrası binanın önceki ve sonraki dış duvarlarının dış duvar ısı geçirgenliğinden ortaya çıkan fark incelenmiş ve betonarme eklerin yapıya olumsuz etkilediğini ortaya çıkarmıştır.

Güleroğlu ve diğ. (2020) çalışmalarında yeniden işlevlendirilmiş tarihi bir yapının maliyet, sismik ve enerji performansının nasıl iyileştirildiğini, entegre bir yaklaşımla dört aşamaya dayalı olarak göstermeyi amaçlamışlardır. Yapının enerji ölçümlerinin, etkilerinin ve bunların kombinasyonlarının geçmişini de göz önünde bulundurarak kullanılan detaylı bir enerji simülasyonları (Design Builder) elde edilmiştir. Aynı zamanda çalışmada yaşam döngüsü maliyet analizi (LCC) ve net mevcut değer yöntemi kullanılarak tarihi bina durumu için en uyumlu stratejinin önerilmesi amaçlanmıştır. Önerilen yöntem İzmir'deki tarihi bir binaya (İzmir Tekel Genel Müdürlük binası) uygulanmıştır. Sonuçlar, dış duvarın uygulanmasının ve yeni HVAC sisteminin uygulanmasının hem enerji hem sismik hem de maliyet başına maliyet açısından en etkili önlemler olduğunu göstermektedir. Çalışma, bütünsel bir yaklaşımın tarihi binaların hem enerjisini hem de depremi ve maliyet başına maliyeti iyileştirebileceğini göstermektedir.

Ivanovi-Şekularac ve diğ. (2016) çalışmalarında modern standartlara uygun olarak enerji verimliliğini ve yeniden kullanılabilirliğini artırmak amaçlı tarihi binaların restorasyonu için bir metodoloji tanımlamıştır. Kullanılan ana yöntem; tarihi binaların restorasyon ve kullanımları sırasında gözlemlenmesi, enerji verimliliği ve enerji tasarrufu ile ilgili elde edilen sonuçların Yunanistan'daki Hilandar Manastırı, Athos Dağı'na ait bina örnekleri üzerinden analiz edilmesi ve değerlendirilmesidir. Seçilen yapılar için üç farklı durumun enerji analizi yapılmıştır; restorasyondan önceki hali, mevcut durumu ve iyileştirme önerilerinin ölçümü yapılmıştır. Bu üç durumun sonuçlarına bakıldığında önerilen güçlendirmenin en uygun enerji performansı sağladığı görülmektedir.

Magrini ve Franco (2016) çalışmasında tarihi yapıların çevresel sürdürülebilirliğini ve bunu geliştirme öneri yolları üzerine odaklanmışlardır. Sürdürülebilirlik değerlendirmesine metodolojik bir yaklaşım önerisi oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik sertifika sistemleri kıyaslanarak SBC-ITACA sistemi kullanılmıştır. Mevcut durum ve iki adet yenileme müdahalesi bu sisteme göre değerlendirilerek sonuçlar kıyaslanmıştır. Daha uygun müdahale ve doğru malzeme önerilerinin sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi kıyaslamalı bir şekilde ele alınmıştır.

Özbalta ve diğ. (2021) çalışmalarında, Türkiye'nin sıcak-nemli bir iklim bölgesinde yer alan tarihi bir kamu binasının enerji verimliliğini artırmak ve maliyet-optimum düzeylerini belirlemek için önlemler önerilmiştir. Gerçek ölçümler kullanılarak kalibre edilmiş bir bina enerji modeli oluşturmak için yerinde ölçümlere ve bina enerji simülasyonlarına (Energy Plus) dayalı entegre bir yaklaşım kullanılmıştır. Ardından, binaya enerji verimliliği önlemi uygulanarak ve uygun maliyetli bir kabuk, aydınlatma, ısı pompası ve fotovoltaik panel kullanılarak ekonomik bir fizibilite çalışması yapılmıştır. Enflasyon oranı, farklı faiz oranları ve hesaplama dönemlerine odaklanılarak optimal enerji maliyeti seviyesi hesaplamalarında yatırımın etkisini belirlemek için bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Önerilen çeşitli senaryoların analizleri yapılarak kıyaslanmıştır. Yıllık maliyetlerde azalmaya neden olabilecek ekonomik parametrelerdeki değişikliklerin, ilk yatırım maliyeti yüksek senaryoların maliyet etkinliğini azalttığı gözlemlenmiştir.

Şekularac ve diğ. (2018) restore edilmiş, yeniden kullanıma sunulmuş tarihi yapının (Haybarn Complex) BES yöntemi ve enerji verimliliği optimizasyonu ile beş farklı restorasyon modelinin simülasyon ve analizleri yoluyla enerji yenileme değerlendirme ve analizlerini yapmıştır. BES, binanın dinamik davranışını, binanın enerji verimliliğini ve yenilenebilir enerji sistemleri entegrasyon optimizasyonunu tahmin etmek için çalışmada kullanılmıştır. Çalışmanın amacı tarihi binaların enerji verimli restorasyonunu iyileştirmek için inşaat yöntemlerini belirlemek, bu izole kompleksin çevresel değerlerini korumak ve tarihi binaların enerji verimli restorasyonu hakkında toplanan bilgileri sistemleştirmek, tarihi binaların korunması, restorasyonu ve yeniden kullanımı için öneriler sunmak ve araştırma bulgularını sunmak için yenilenebilir enerji sistemleri ile uygulanarak belli bir zemine oturtmaktır. Kullanılan metotlar; yerinde yapılan gözlemler, enerji uyumlu restorasyon teknikleri seçimi, Energy Plus enerji simülasyon yazılımı ile tam entegre Bentley AECOsim Energy

simulator kullanılarak yapılan simülasyonlar, çeşitli modellerin uygulanması ve test edilmesinden oluşmaktadır.

Pisello ve diğ. (2014) çalışmalarında, İtalya'nın merkezinde bulunan tarihi bir üniversite binası olan Palazzo Gallenga Stuart yapısı üzerinden inceleme yapmışlardır. Bina enerji verimliliğinin optimizasyonu, tarihi binalarda uygulama için özel olarak prototiplenmiş iki strateji takip edilmiştir; geleneksel tarihi karolarla aynı görünüme sahip yenilikçi soğuk karolar ve yer altına yerleştirilmiş su depolama tanklarına sahip bir jeotermal ısı pompası sistemidir. Güçlendirme öncesi ısıtma ve soğutma gereksinimleri açısından bina enerji performansının dinamik simülasyonu Energy Plus aracılığıyla yapılmıştır. Dört güçlendirme senaryosu analiz edilerek ve hem teknik hem de ekonomik açıdan karşılaştırılmıştır. Önerilen aktif enerji güçlendirme stratejisinin maliyet-fayda değerlendirmesi ve çevresel analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, yenilikçi soğuk karoların uygulanmasının, en üst kattaki sınıflarda ve tüm binada sırasıyla %14.0 ve %3.8'lik maksimum soğutma enerjisi tasarrufu sağladığını göstermiştir.

Rospi ve diğ. (2017) çalışmalarında, Güney İtalya'daki Matera şehrinde bulunan üç tarihi yapıyı ele almışlardır. Bu yapıları analiz etmek için yerinde ölçümlere ve dinamik enerji simülasyonlarına dayalı entegre bir yaklaşım kullanılmıştır. Daha sonra bu yapıların kültürel özgünlük değeri korunarak bazı enerji verimliliği çalışmaları yapılmıştır. Termal iletkenlik, iç ortam sıcaklığı ve enerji tüketimi yerinde ölçülerek ve ardından Energy Plus aracıyla sayısal sanal model oluşturulmuştur. Sayısal model, Eşitsizlik Katsayısı kullanılarak doğrulanmış ve ardından farklı parametrik enerji analizleri yapılmıştır. Çalışmada, farklı enerji iyileştirmelerini analiz ederek ve her iyileştirme için bir tekno-ekonomik fizibilite çalışması yapılmıştır. Analizlerde farklı termal sistem iyileştirmesi incelenmiş ve sonuçları kıyaslanarak optimum iyileştirme önerisi belirlenmiştir.

2.5. Bölüm Değerlendirmesi

Yapılan kaynak araştırmasının sonunda literatürde yoğun şekilde tarihi yapılardaki enerji verimliliğinin ve iyileştirilmesinin ele alındığı görülmektedir. Fakat çağdaş ekin tarihi yapının enerji performansına etkisinin pek fazla ele alınmadığı ve literatürde böyle bir boşluğun olduğu görülmektedir. Bu tez çalışması ile literatürdeki bu boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında Marmara bölgesinde yer alan Kocaeli ilindeki tarihi Süleyman Paşa Hamamı'nın 2010 yılında başlatılan restorasyon çalışmalarının sonucunda yapıya eklenen camekanlı bölümün yapının enerji verimliliğine etkisini incelenmiştir. Restorasyon sonrası yapıya eklenen camekanlı restoran mekanının yapının enerji performansını etkileyecek hacimde çağdaş ek olması sebebi ile çalışmanın ana materyali olarak seçilmiştir. Kocaeli ili dışındaki farklı iklim bölgelerinden Osmanlı Dönemi hamam yapıları için de öneri oluşturmak amacıyla bu analizler beş iklim bölgesinden seçilen iller için tekrarlanmıştır. Tez çalışmasında kullanılan yöntemler dört aşamadan oluşmaktadır.

- İlk olarak seçilen yapının iklim ve mekân özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.
- İkinci aşamada belge ve veri toplama, yerinde gözlem yapma, yapının restorasyon projelerine ulaşma ve fotoğraflama yöntemleri ile seçilen yapının analizi yapılmıştır.
- Üçüncü aşamada ise ulaşılan belgeler yardımıyla yapı enerji simülasyonu programına aktararak modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modele iklim verileri işlenip ve malzeme özellikleri girilip yapının ısıtma, soğutma ve yıllık toplam enerji yükleri çeşitli değişkenlere göre oluşturulan senaryoların simülasyon sonuçları oluşturulmuştur.
- Son aşamada oluşturulan çeşitli senaryoların sonuçları analiz edilerek kıyaslanmış ve öneriler geliştirilmiştir.

3.1. Materyal

Çağdaş eklerin tarihi yapının enerji verimliliğine etkisini inceleyebilmek için çalışma alanı olarak Kocaeli'nde bulunan Süleyman Paşa Hamamı seçilmiştir. Süleyman Paşa Hamamı'nın çalışma alanı olarak seçilmesinin sebebi; tarihi ve kültürel değeri, önemli bir restorasyon sürecinden geçmiş olması ve restorasyon sonrası çağdaş malzemelerden inşa edilen mekan eklentisi ile işlev değişikliği kazanmasıdır.

Çalışma alanı olarak seçilen yapının bulunduğu Kocaeli ilinin coğrafi konumu Marmara Bölgesi'nin Çatalca–Kocaeli Bölümü'ndedir. Kocaeli ili 29° 22'—30° 21' doğu boylamı ile 40° 31'—41° 13' kuzey enlemi arasında konumlanmaktadır. Bölgenin doğu

ve güneydoğusunda Sakarya ili, güney tarafında Bursa ili, batı yönünde de Yalova ili, İzmit Körfezi, Marmara Denizi ve İstanbul ili, kuzeyinde de Karadeniz'le komşudur.

Kocaeli'nin iklim özellikleri Karadeniz ve körfez kıyılarında ılımanken, iç kesim dağlık ve yüksek yerlerde daha sert bir iklim hakimdir. Bu durumda geçiş kuşağında yer alan Kocaeli ilinde, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimini barındıran Marmara iklimi görülmektedir. Kocaeli ilinin merkezinde yazlar sıcak ve az yağışlı geçerken kış dönemlerinde yağışlı, zaman zaman karlı ve soğuk hava hakim olmaktadır. Yaz aylarında körfez kıyı kesimlerinde bunaltıcı sıcaklar görülürken Karadeniz kıyı kesimlerinde daha serin hava görülmektedir. Kocaeli iklim verileri dosyasından elde edilen bilgilere göre Kocaeli merkezinde ölçülen en yüksek hava sıcaklığı temmuz ayında ortalama 44,1 °C, en düşük hava sıcaklığı şubat ayında ortalama -8,3 °C'dir. Ayrıca yıllık ortalama sıcaklık 14,8 °C iken, Karadeniz kıyısında yıllık ortalama yağış miktarının 1.000 mm'yi aştığı ve iç kesimlere göre bu oranın azaldığı görülmektedir.

3.1.1. Süleyman Paşa Hamamı'nın Tarihçesi

İzmit Akçaova Mahallesi'nde yer alan Dere Hamamı ve Yukarı Pazar Hamamı olarak da bilinen Süleyman Paşa Hamamı Orhan Gazi Camii'ni de yaptıran şehzade Süleyman Paşa tarafından Erken Osmanlı Dönemi'nde inşa ettirilmiştir. Süleyman Paşa'nın doğum tarihi kesin bilinmemekle birlikte 1316 yılında doğduğuna dair bilgiler mevcuttur. Orhan Gazi'nin ve Nilüfer Hatun'un oğlu olan Süleyman Paşa 1330 yılında İznik'in ve sonrasında 1337 yılında da İzmit'in fethine katılarak başarılar elde etmiştir. Böylece babası tarafından İzmit ve çevresi kendisine tımar toprağı olarak verilmiştir. İzmit'te yaptırmış olduğu pek çok eserlerden biri olan Süleyman Paşa Hamamı İzmit'te günümüze kadar ulaşabilen en erken tarihli Osmanlı Dönemi hamam yapısıdır. Yapının üzerinde kitabesi günümüzde mevcut değildir. Her ne kadar hamamın bir bölümü yakın sayılabilecek zamanda yıkılmış olsa da hamamın büyük çoğunluğu günümüze kadar ayakta kalabilmeyi başarabilmiştir. Hamamın sosyokültürel amaçlı değerlendirilme ve kullanım hakkı Vakıflar Genel Müdürlüğü'ne Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan bir anlaşma ile devredilmiştir. Yaklaşık 600 yıldır restorasyon geçirmemiş ve harap halde bulunan yapının yeniden hizmet verebilmesi ve fonksiyon kazanabilmesi için restorasyon projesi hazırlanmaya başlanmıştır (Polat ve diğ., 2010) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Süleyman Paşa Hamamı Restorasyon Öncesi (URL-23).

Süleyman Paşa Hamamı'nın 1980-1890'lı yıllarda bir süre itfaiye binası olarak kullanıldığı bilinmektedir. 17 Ağustos 1999 Depremi'nde ciddi hasarlar alan hamamın restorasyon çalışmalarına 2010 yılında başlanmıştır (Kocaeli Kültür Envanteri, 2011). Günümüze kadar ayakta kalamayan soğukluk mekanının yerine, yeni işlevin gerektirdiği kafeterya mekânı ihtiyacına çözüm olabilecek, çağdaş malzemeyle inşa edilmiş bir camekân ek, mevcut hamam yapısının ön cephesine eklenmiştir. Kafeterya mekânının temelinde ılıkılık ve sıcaklık mekânlarından farklı olarak betonarme temel kullanılmıştır. Çağdaş ek müdahalesi ile kafeterya olan mekânın özgün haline (soyunmalık mekânı) göre toplam alanı küçülmüştür. Bir süre İzmit hamam kültürünü yansıtan ürünlerin tanıtıldığı müze olarak kullanılan yapı günümüzde restoran olarak hizmet vermeye devam etmektedir (Yıldırım, 2021) (Şekil 3.2, Şekil 3.3).



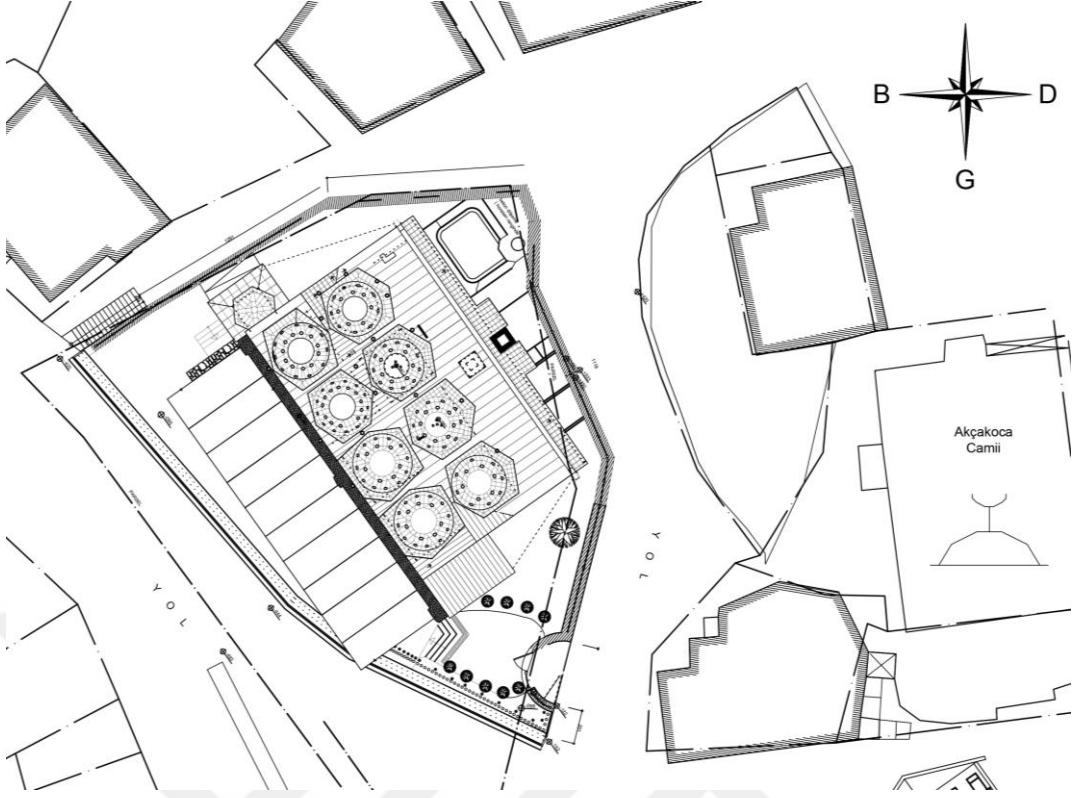
Şekil 3.2. Restorasyon Sonrası Süleyman Paşa Hamamı (Kişisel Arşiv).



Şekil 3.3. Restorasyon Sonrası Süleyman Paşa Hamamı ve Kafeterya Mekanı (Kişisel Arşiv).

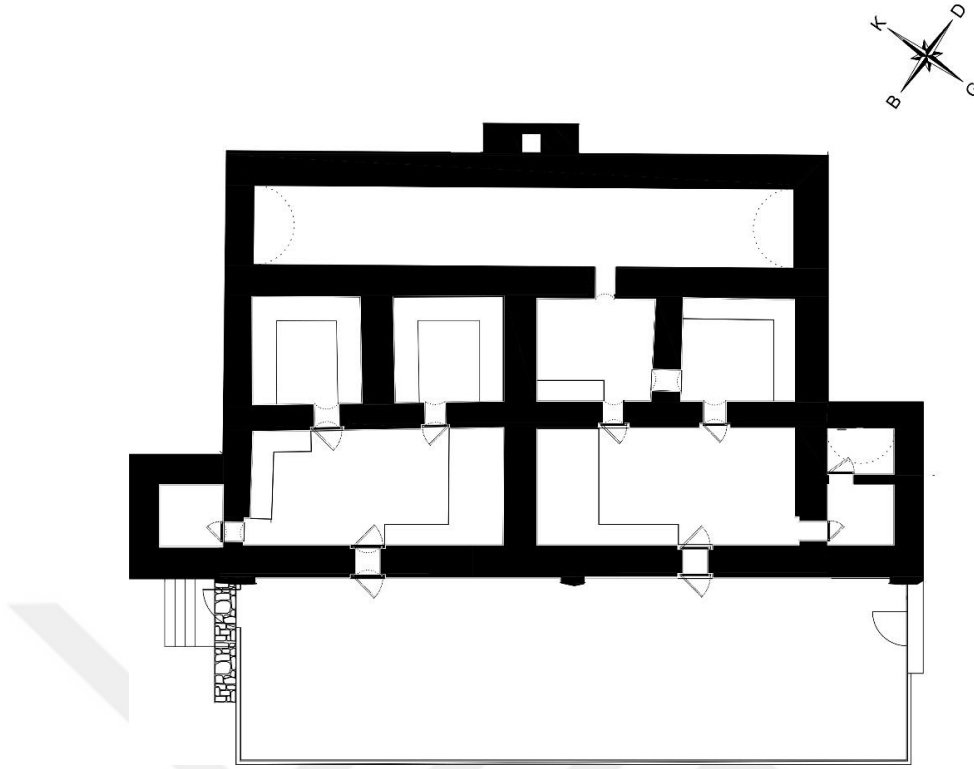
3.1.2. Süleyman Paşa Hamamı'nın Mimari Özellikleri

Süleyman Paşa Hamamı Kocaeli İzmit'te Akçakoca Mahallesi'nde 85 pafta, 368 ada ve 4 nolu parselde yer almaktadır. Gazi Süleyman Paşa tarafından 14. yüzyılda yaptırılmıştır. Hamamın kitabesine ulaşılamamasından ve net bir bilgi olmamasından dolayı kesin yapım tarihi bilinmemektedir. Erken Osmanlı Dönemi'nde inşa edilen hamam kadınlar ve erkekler için ayrı tasarlanmış çifte hamam özelliği göstermektedir (Kocaeli Kültür Envanteri, 2011). Hamam plan özelliği olarak sırasıyla soyunmalık, ılıkılık ve sıcaklık mekanlarından oluşmaktadır. Soyunmalık mekanı günümüze ulaşamayıp yıkıldığı için yapılan restorasyonlar ile yeniden inşa edilerek kafe hizmeti vermeye başlamıştır. Hamamın plan düzeninde kadınlar ve erkekler bölümlerinin planları neredeyse aynı tasarlanmıştır. Doğu ve batı doğrultusunda bay ve bayan hela mekanları mevcuttur. Batı yönündeki bayan hela mekanının üstü kubbe ile örtülmüştür. Ilıklık mekanlarından yan taraflarındaki helalara geçiş yapılabilmektedir. Ilıklık mekanından iki halvet mekanına ve halvet mekanları arasında da geçiş sağlanmaktadır. Halvet mekanı ve ılıkılık mekanı çifte kubbe ile örtülüdür. Fakat ılıkılık mekanının kubbe yükseklikleri halvet mekanına göre daha yüksek tutulmuştur. Kubbeler iç yüzeylerinde sıvalı ve fil gözleriyle mekanı doğal olarak aydınlatmaktadır. Halvet mekanlarının kuzeyinde boylu boyunca külhan ve su deposu mevcuttur (Kocaeli Kültür Envanteri, 2011) (Şekil 3.5).

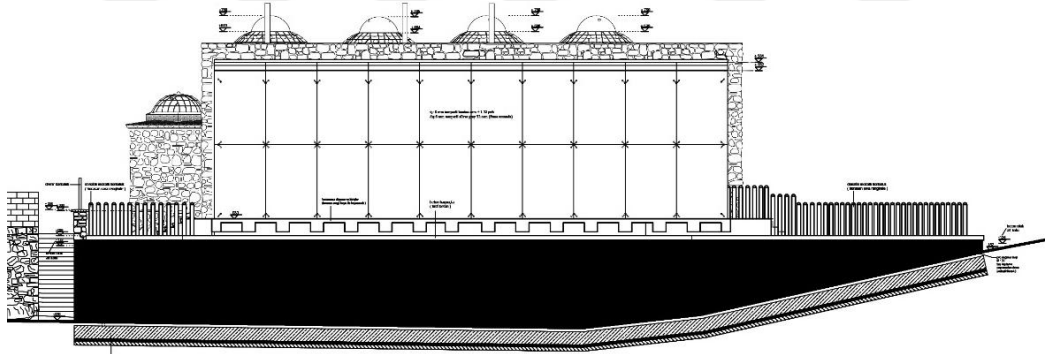


Şekil 3.4. Süleyman Paşa Hamamı Vaziyet Planı (Güner Tasarım - Mimar Gülhan Dilaver).

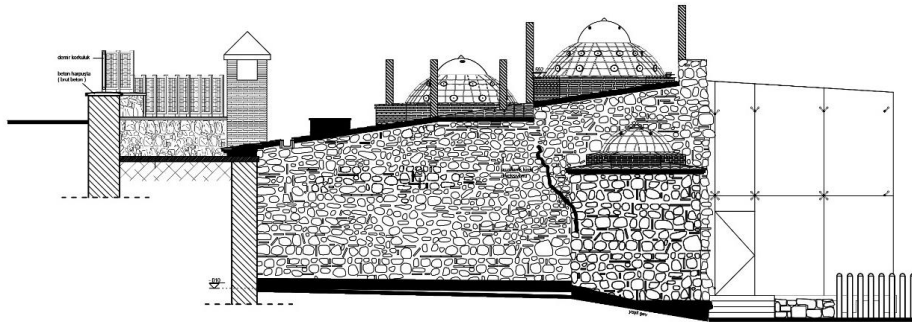
Klinghard'ın araştırmalarında ve 1925 yılındaki rölövelerinde; 9.50 m x 9.50 m. ölçülerindeki soğukluk mekanı, 3.85 m. x 3.60 m. ölçülerindeki ılıkılık bölümü ve 3.85 m. x 3.85 m. ölçülerindeki sıcaklık mekanlarının üzerinin çifte kubbe ile örtülü olduğu belirtilmektedir (İzmit Belediyesi, 2021). Geleneksel Osmanlı hamam yapılarını incelendiğinde 14. yy'a kadar düz çatılı veya kubbe ile örtülü inşa edildiği, 14.yy sonrası hamamlarda ise genellikle kubbe ile örtülü olduğu görülmektedir. Geleneksel Osmanlı çifte hamamlarında mahremiyetten kaynaklı bay ve bayan girişlerinin farklı sokaklardan sağlandığı görülmektedir (Ararat, 2018; Ertuğrul, 2009). Bu sebepler ile günümüze ulaşmayan soğukluk mekânı plan özellikleri hakkında bu yorumlara ulaşılabilmektedir. Yapının Design Builder programında oluşturulan restorasyon öncesi modelinde de Klinghard'ın rölöveleri yönlendirici olmuştur.



Şekil 3.5. Süleyman Paşa Hamamı Zemin Kat Planı (Güner Tasarım - Mimar Gülhan Dilaver).



Şekil 3.6. Süleyman Paşa Hamamı Güneybatı Cephesi (Güner Tasarım - Mimar Gülhan Dilaver).



Şekil 3.7. Süleyman Paşa Hamamı Kuzeybatı Cephesi (Güner Tasarım - Mimar Gülhan Dilaver).



Şekil 3.8. Süleyman Paşa Hamamı Restorasyon Sonrası (Kişisel Arşiv).



Şekil 3.9. Süleyman Paşa Hamamı Restorasyon Sonrası (Kişisel Arşiv).



Şekil 3.10. Süleyman Paşa Hamamı Restorasyon Sonrası Arka Çephe Güçlendirmeleri (Kişisel Arşiv).

3.1.3. Süleyman Paşa Hamamı'nın Malzeme Özellikleri

Süleyman Paşa Hamamı geleneksel Türk Hamamı kültürüne uygun şekilde soğukluk, ılıkılık ve sıcaklık mekanlarından oluşmaktadır. Ilıkılık ve sıcaklık mekanları kubbeye geçiş elemanlarından pandantif kullanılarak kubbe ile örtülmüştür. Kubbe örtüler tuğla malzemelerle inşa edilmiştir ancak kubbe iç yüzeyleri sıva ile kaplanmıştır. Sıcaklık mekanını örten kubbenin çapı ve yüksekliği ılıkılık mekanının boyutlarına göre daha büyüktür. Hamamın cepheleri taş ve tuğla karışımından almalı düzende örülmüştür. Fakat yapının günümüze ulaşmayan soyunmalık mekanının yerine inşa edilen restoran, yapının orijinal malzemesinden farklı olarak cam ve çelik malzemedir yapılmıştır. Yapının cepheleri geleneksel hamam kültüründe bulunan mahremiyetten kaynaklı cephelerin sağır tutulması anlayışına uygun olarak inşa edilmiştir. İç mekân döşemeleri ve hamamın kurnalarında mermer kullanılmıştır (Şekil 3.11- Şekil 3.12). Hamamın bay ve bayan ılıkılık alanlarında 151x128 cm ölçülerinde cam döşeme mevcuttur (Şekil 3.13).

Genel olarak hamamın cephelerinde ve iç mekân süslemelerinde oldukça sade ve çok az süsleme ögesine sahip olduğu görülmektedir. Yapıya hareketlilik kazandıran unsurlar ise kubbe örtüye geçişte kullanılan pandantifler, mekanlar arası geçişlerde beşik kemerli kapı aralıkları ve farklı kubbe yükseklikleri kullanımıdır.



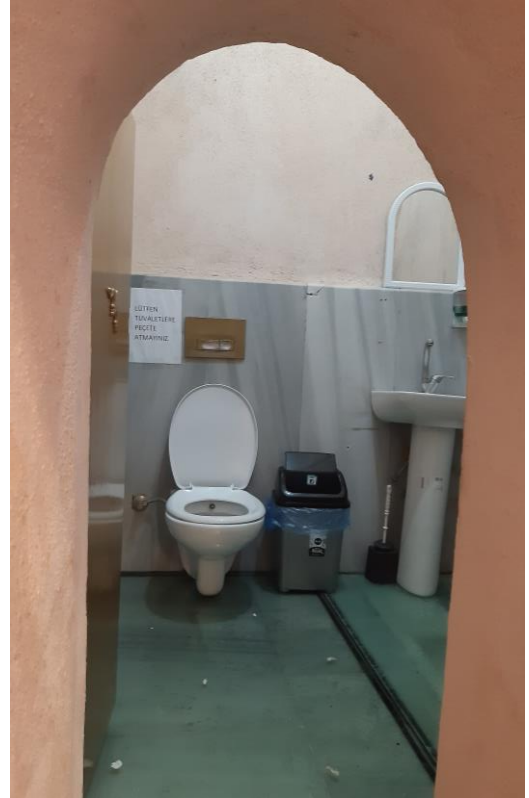
Şekil 3.11. Restorasyon Sonrası Süleyman Paşa Hamamı Ilıklık Mekanı (Kişisel Arşiv).



Şekil 3.12. Süleyman Paşa Hamamı Sıcaklık Mekanı Kurna Detayı (Kişisel Arşiv).



Şekil 3.13. Süleyman Paşa Hamamı Ilıklık Mekânı Cam Döşeme Detayı (Kişisel Arşiv).



Şekil 3.14. Süleyman Paşa Hamamı Bay ve Bayan Wc (Kişisel Arşiv).

3.2. Metot

Tez çalışmasında materyal olarak seçilen; tarihi değeri olan, restorasyon geçirmiş ve çağdaş ek kazanmış yapının özgün malzemeli durumu ile çağdaş ekli halinin enerji yüklerinin kıyaslaması ve analizleri yapılmıştır. Fakat uzun yıllardır hamam hizmeti vermeyen ve müze işlevinde kullanılan yapının simülasyonlarında restorasyon öncesindeki müze hizmeti değerlendirmeye alınmıştır. Yapıya restorasyon sonrasında müze işlevine ek olarak kafe fonksiyonu yüklenmesi ile mekanların konfor gereksinimleri etkilenmiştir. Bu durumun yapının enerji performansına etkisinin belirlenmesi amacıyla ilk olarak Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon projesinin müellifinden yapının restorasyon planına ulaşılmıştır. İkinci aşamada yapının modellemesi yapılarak ve seçilen enerji simülasyon programı yardımıyla yapının belirlenen senaryolara göre restorasyon öncesi ve sonrası durumlarının simülasyon sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre çeşitli iklim bölgelerinde çağdaş ek kullanımın enerji performansına etkisi analiz edilmiştir.

3.2.1. Bina Enerji Simülasyonu (BES)

Simülasyon; benzetim olarak da bilinen, gerçek bir sistemin belirlenen konumda ve belirli zaman dilimindeki davranışlarını ve değişimlerini öngörebilmek amacıyla oluşturulan sembolik model üzerinden analiz edilmesi sürecidir. Bu süreçte bilgisayar ortamında oluşturulan ve geliştirilen gerçek sistemin modelinin, çeşitli faktörlerin etkisinin eş zamanlı ve birbirlerine olan etkileşimleri ile çeşitli sonuçlar sunabilmektedir. Simülasyon, değişkenlere göre aşamalı olarak uygulanabildiği gibi çözüm yöntemi sunabilmesi ile de karmaşık problemlerin modellenmesinde ve tasarım sürecinde yaşanan sorunların çözümlemelerinde etkili sonuçlar vermektedir. Bu faydaları sebebi ile değişkenlerin fazla olduğu ve karmaşıklık içeren mimari uygulamalarda simülasyon yönteminin kullanımı giderek artmaktadır (Orhon ve Altın, 2017).

Simülasyon ve bilgisayar ortamında modelleme yöntemi; mimari tasarımları, inşaat teknikleri ve mekanik sistemleri içine alan etkili bir teknolojidir. Simülasyon yönteminde ele alınan binanın ve sistemlerinin birbirinden bağımsız ayrı ayrı tasarlanmış bir dizi alt bileşen olarak ele almayıp, tamamını bir bütün halinde optimize edilmiş bileşenler olarak değerlendirilir. Yapının tüm sisteminin dinamik etkileşimlerini dikkate alarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasında, yakıt tüketiminde, maliyet

analizinde ve enerji performansı değerlendirmesinde önemli güçlendirmeler sağlamaktadır (Hensen, 2003). Tüm bu faydalarının yanı sıra bina performansının önemli öğelerinden olan akustik, aydınlatma, görsel ve ısı konfor koşullarda da değişkenler sunarak analiz edebilme imkanı sağlamasıyla simülasyon araçlarının kullanımı, tasarımcıların enerji etkin bina tasarlaması sürecinde alternatif kararların hızlıca değerlendirilebilmesine yardımcı olmaktadır (Tokuç, 2009).

Mimari uygulama projelerinde ve tasarım sürecinde simülasyon kullanmanın en önemli avantajlarından biri de modellenen sistem üzerinden yeni fikir ve tasarımların rahatça uygulanabilmesi, istenilen değişikliklerin mevcut sistem üzerinden sonuçlarını görebilme ve analiz edebilme imkanı sağlamasıdır. Bu şekilde tasarım sürecinin çeşitli değişkenler ve karmaşık sistemlere rağmen hızlanması ve çeşitlenebilmesi avantajı vardır (Orhon ve Altın, 2017). Simülasyon araçlarının etkin ve doğru bir şekilde kullanılması ile yapının hem sürdürülebilir hem de çevre dostu olabilmesi ve günümüzün önemli sorunu olan enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlanmış olur. Bu amaca ulaşmak için her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de enerji tüketimini azaltmayı hedefleyen enerji etkin bina tasarımına yönlendiren standartlar, yasal düzenlemeler ve yönergeler oluşturulmaktadır.

AB’nin enerji tasarrufu ve enerji kaynakların kullanımına ilişkin yasal düzenlemelerine uyum içinde olmak isteyen Türkiye’de de benzer şekilde düzenlemeler ve standartlar geliştirilerek uygulanmaktadır. Bu düzenlemelerden en önemlisi AB’nin 2002/91/EC sayılı çerçeve doğrultusunda 05 Aralık 2008 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanarak ve sonrasında 05 Aralık 2009 tarihinde de uygulamaya giren “Binalarda Enerji Performansı (BEP)Yönetmeliği”dir. BEP Yönetmeliği, binanın tüm enerji ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak yapının içinde bulunduğu iklim koşullarını, iç mekan konfor şartlarını ve maliyet yönünden de analizini içeren değerlendirmelerin yapılmasını amaçlamaktadır. Aynı zamanda kullanılan enerji kaynaklarının uygulanabilirliğini, sera gazı ve CO₂ emisyonu açısından değerlendirilmesini, binanın toplam ısıtma ve soğutma yükünün hesaplanmasını, binanın yenilenmesi gerekli durumlarda minimum enerji performansı ihtiyacının belirlenmesini ve binaların enerji performansı uygulama esaslarının çevreye duyarlı koşullar altında belirlenmesini hedeflemektedir. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ne ek olarak Türkiye’de yeni inşa edilecek yapılara 01.01.2011 tarihinden itibaren uygulanacak olan “Enerji Kimlik Belgesi” alınması mecburiyeti getirilmiştir. Bu uygulamalar ile binaların enerji gereksinimlerinin belirlenmesi konusunda tasarım sürecinde alınan kararların

belirleyiciliği yasal mevzuatta da yerini almış bulunmaktadır (Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008). Bu sürecin etkin bir şekilde değerlendirilebilmesi için simülasyon programlarına hakim olabilmek ve amaca en uygun hizmet edecek simülasyon programını seçebilmek önemlidir.

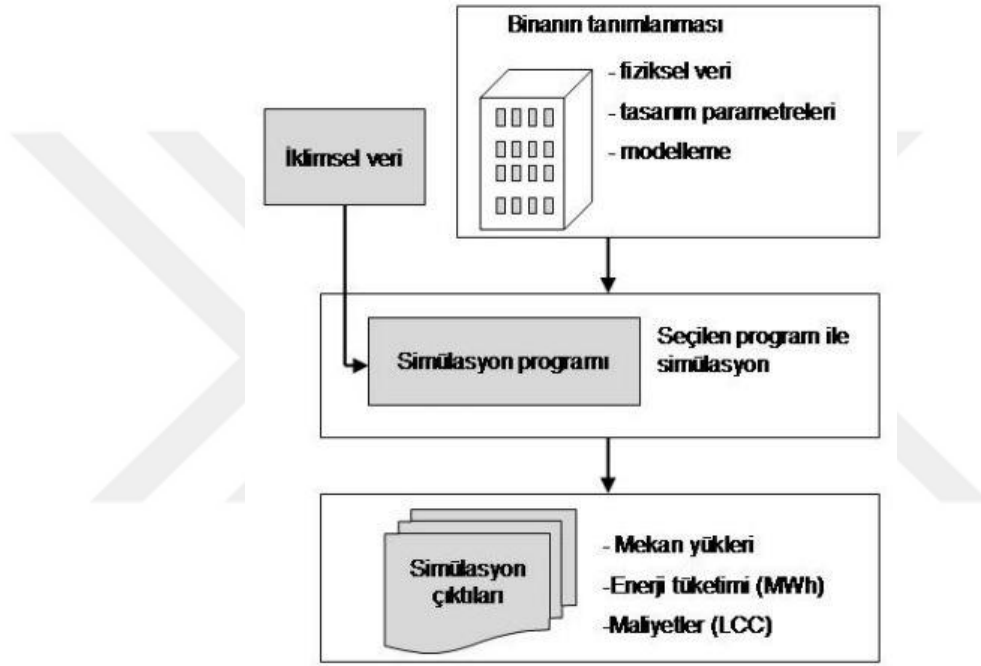
3.2.2. Bina Enerji Simülasyon Programları

BES araçları ortaya çıkmadan önce mimarlar, mühendisler ve tasarımcılar belirlenen tasarım koşullarına göre ve manuel hesaplamalarla ve ön tahminlerle yola çıkmaktadırlar. Bu durum daha büyük enerji tüketimine, gereğinden fazla yer tahsisine ve sistem kapasitelerine yol açmaktadır (Hong ve diğ., 2000). Günümüzde gittikçe artan sürdürülebilir yaklaşımlar ve enerji etkin bina tasarımı talebine enerji simülasyon araçlarının da kullanılmaya başlanması ile yapıların enerji performansının çeşitli değişkenlere bağlı olarak öngörülebilmesi ve ona göre daha çevre dostu kararlar alınabilmesi imkanı sağlanmıştır.

Bina tasarımının en başından itibaren enerji iyileştirmelerinde ve çevreye en uygun malzemeyi seçebilme kararı almada etkili birçok bina enerji simülasyonu programlarından bahsedilebilir. Bu programlar yapının çevreye nasıl konumlandığı, tasarlanan formu, boyutu ve seçilen bina sistemlerinin yapının toplam enerji performansına etkisini daha iyi anlamada fikir sahibi olunmasını sağlarken aynı zamanda yapının enerji tüketimini önemli ölçüde etkileyen yapının kabuğu, ısıtma, soğutma sistemleri, aydınlatma vb. bina sistemleri ile ilgili kararlarda da yönlendirici olmaktadır (Harputlugil, 2007). Binaların kullanımı boyunca tüketileceği enerjinin önemli bir payı tasarım aşamasındayken verilen kararlar ile belirlenmektedir. Zaman içerisinde binanın enerji ihtiyaçlarının azaltmak için çeşitli yöntemler uygulansa da bu yöntemlerden alınacak yararın etkili olabilmesi tasarım aşamasındayken doğru değerlendirme yapılabilmesiyle mümkündür. Bu amaçla BES araçlarından tasarım sürecinin başında etkili bir şekilde faydalanabilmek önemlidir (Tokuç, 2009).

Bu süreçte kullanılacak BES aracını doğru seçmek çok önemlidir. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan bina modelleme ve simülasyon programları ve sunduğu imkanlar araştırılmıştır. Simülasyon programını seçerken yapının 3 boyutlu mimari modellenmesine izin vermesi, çeşitli bölgelerdeki iklim türleri ve konum seçeneğini içermesi, bina enerji tüketim değerlerinin belirlenmesine olanak sağlaması, zengin malzeme arşivine sahip olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Belli başlı

kullanılan yazılımlar; Energy Plus, ECOTECT, TRNYS, E-Quest, Design Builder, IES-VE ve ESP-R programlarıdır. Kullanılabilecek enerji yazılımları literatürde de karşılaştırmalı olarak incelenmiştir ve birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları ortaya çıkarılmıştır. Harputlugil (2007), enerji simülasyon araçlarının işleyiş sistemini aşamalarına göre ifade etmiştir. Bu süreçleri seçilen simülasyon programına binanın tanımlanması (fiziksel veri, tasarım parametreleri ve modelleme) ve iklim verilerinin girilmesi sonucu simülasyon çıktıların (mekan yükleri, enerji tüketimi ve maliyet analizi) elde edilmesi şeklinde sıralamıştır (Şekil 3.15).

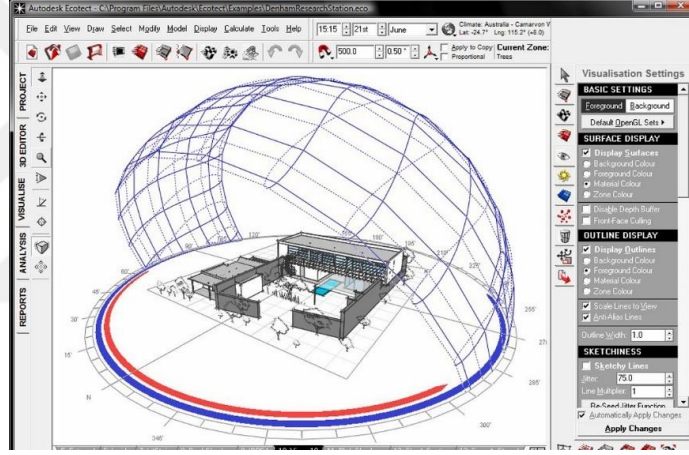


Şekil 3.15. Enerji Simülasyon Araçlarının işleyiş sistemi (Harputlugil, 2007).

Energy Plus programı hem yeni tasarlanacak projelerde hem de mevcut binalarda havalandırma, aydınlatma, ısıtma ve soğutma yüklerinin oluşturduğu enerji gereksinimlerini hesaplayan bina enerji benzetim programıdır. DOE-2 ve BLAST programları baz alınarak geliştirilen yüksek hesaplama kapasiteli benzetim programı olan Energy Plus sayesinde mimar ve mühendisler inşaatta uygulamadan önce çeşitli senaryoların sonuçlarını değerlendirerek daha doğru ve uygun karar verebilmektedirler. Aynı zamanda bu program üzerinden Enerji ve çevre tasarımı olarak bilinen LEED sertifikasyonu alabilmek için gerekli olan bina enerji modellemesine çıktı verme imkanı da sağlamaktadır (Aktacir ve diğ., 2006).

ECOTECT programı ise en iyi kullanıcı ve çevre dostu olmak hedefiyle çevre verilerinin ve performans analizi süreçlerinin karmaşıklığını kullanıcıya kolay

kullanabilme imkanı sağlayacak şekilde basitleştirmeyi amaçlamaktadır. Program ilk olarak Square One Research firması'nın geliştirmesiyle ortaya çıkarılsa da sonralarda Autodesk firması yazılımı üstüne almıştır. Program genel olarak mimarlar, mühendisler, tasarımcılar, yerel yetkililer, çevresel danışmanlar ve müteahhitler tarafından tercih edilmekte birlikte programı kullanabilmek için bilgisayarlı çizim ve çevresel tasarım alanında tecrübeli olmak şart değildir. Eğitim dosyaları ve detaylı destekler alınarak başlangıç aşamasında olan tasarımcıya enerji etkin yapı tasarımı ve etkenleri hakkında fikir oluşturabilir. ECOTECT programında istenilen analiz sonuçlarına ulaşabilmek için projenin programa tanımlanması, yapının modellenmesi, bulunduğu ülke, şehir, koordinat bilgilerini girilmesi ve bulunduğu yerin iklim verilerinin programın izin verdiği çeşitli uzantılardaki dosyalardan birinin programa işlenmesi gerekmektedir (Tokuç, 2009).



Şekil 3.16. ECOTECT Programı arayüzü (URL-24).

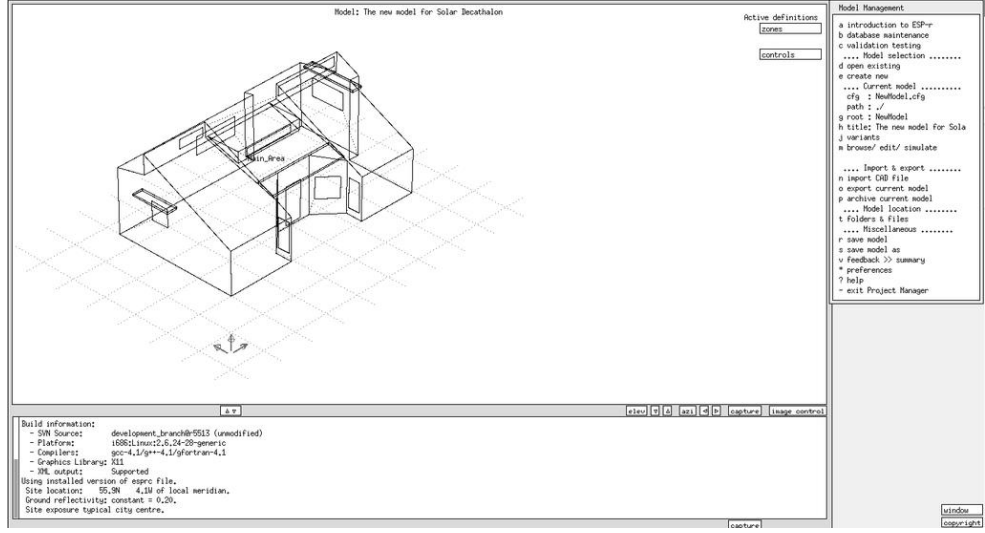
ECOTECT, tasarlanan yapının ısıtma, soğutma, aydınlatma, gölgeleme, akustik ve maliyet konuları gibi pek çok açıdan performansını değerlendirebilme imkanı sağlayan görsel bir mimari tasarım ve analiz programıdır. Analiz sonuçlarını grafik ve tablo ile ifade etme imkanına ek olarak model üzerinde bina yüzeylerinde de haritalanabilir sonuçlar sunmaktadır. Bu şekilde bina geometrisi, çevresel değişimler veya malzeme özelliklerindeki değişimlerin sonuçlarına göre eşzamanlı şekilde hacimsel ve mekânsal performans analizlerinin sonuçlarını model üzerinde etkileşimli olarak görselleştirmektedir (Crawley ve diğ., 2008).

Wisconsin Üniversitesi ve Colorado Üniversitesi iş birliği sonucu oluşturulan TRNSYS benzetim programı 1975 yılından beri hizmet vermektedir. Sonrasında enerji sisteminin her bileşenin birbirinden bağımsız elemanlar olarak tasarlanması isteği

üzerine tekrardan gözden geçirilmiştir. Daha esnek ve elemanların birbirine rahatça eklemleneceği ya da ayrılacağı çok bölgeli bina modellemesi sistemi ile daha kolay şekilde simülasyonlar alabilme fırsatı sağlanmıştır. Aynı zamanda programın kendi bünyesindeki kütüphanesinde; fotovoltaik paneller, düşük enerjili bina modelleri, iklimlendirme sistemleri, güneş ile su elde etme ve yakıt hücreleri gibi çeşitli konularda örnek olacak projeler barındırmaktadır. Birçok simülasyon programlarıyla bir arada çalışabilen TRNSYS programının deneme sürümü olsa da uzun süreli kullanabilmek için lisanslı almak gerekmektedir (Bradley ve Kummert, 2005; Tokuç, 2009).

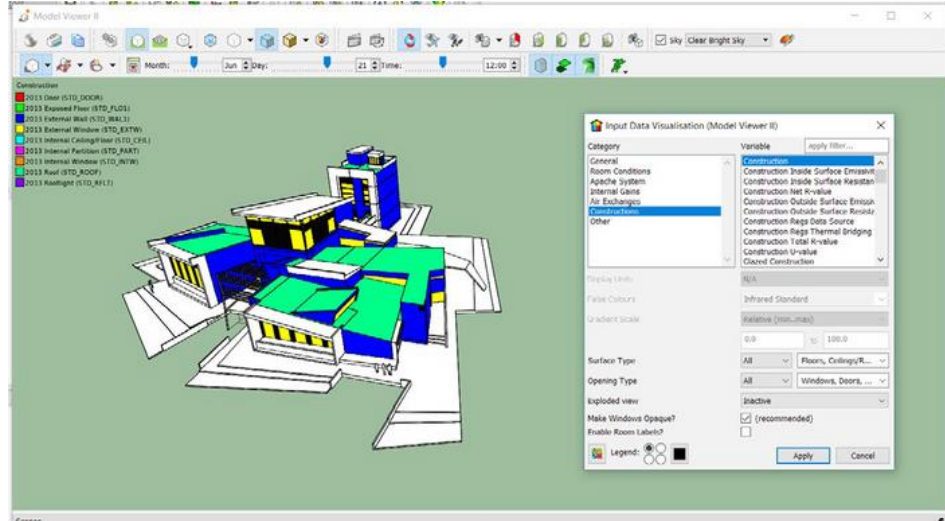
EQUEST programı; bina modelleme, enerji verimliliği hesaplama ve analiz sonuçlarının grafik tabanlı görüntüleme yazılımlarıyla türetilmiş arayüzü anlaşılır, kolay kullanım imkanı sağlayan ve kaliteli sonuçlar sunan bina enerji benzetim aracıdır. Program tasarımcıya yapının kullanıcı yüklerine göre ve yapı bileşenlerinin malzeme özelliklerine göre saatlik simülasyon analizi yapabilmektedir. Aydınlatma, doğal aydınlatma kontrolü ve maliyet analizi ile birlikte enerji tüketimini azaltan önlemlerin uygulanmasını önermektedir. Aynı zamanda çeşitli senaryolara göre birden çok simülasyon oluşturmaya izin vererek sonuçların grafik veya tablo yardımıyla sunulmasına fırsat tanımaktadır (Crawley ve diğ., 2008).

Strathclyde Üniversitesi Enerji Sistemleri Araştırma Birimi tarafından 1977 ile 1984 yılları arasında geliştirilen açık kaynaklı ESP-R programı, modellenen binanın enerji ve kütle akışını çeşitli yönlerden değerlendirebilen enerji modelleme yazılımıdır. Yapının ısı, nem ve elektrik gücünü hesaplamasına ek olarak iç mekan konfor koşullarını termal, görsel ve akustik özelliklerini de modelleyen ve analiz edebilen bina enerji benzetim aracıdır. ESP-R, gerçek hava durumu verilerinin modellenmesini, kullanıcı aktivitelerinin ve yoğunluğu verilerinin işlenmesine fırsat tanıyarak enerji gereksinimlerini ve çevresel fiziki şartların yapıya etkilerini değerlendirerek tasarımcıyı enerji etkin bina tasarımına yönlendiren yazılımdır (Hong ve diğ., 2000).



Şekil 3.17. ESP-r'nin ana menüsünün ekran görüntüsü (URL-25).

IES-VE, enerji performansını analiz edebilme ihtiyacı üzerine tasarlanan tümleşik veri modeliyle çeşitli yazılımların birbirine bağlanmasıyla oluşan uygulama paketidir. Program paketinin içerisinde; geometri oluşturabilme ve düzenleme imkanı, ısıtma, soğutma yük analizi, havalandırma, termal konfor, gölgeleme, aydınlatma tasarımı, yaşam döngüsü analizi, maliyet analizi ve tasarlanan modelin optimizasyonu ve tüm bu tasarım sistemlerinin detaylı bir şekilde değerlendirmesini yaparak konfor koşullarına uygun enerji kullanımını optimize eden öneriler sağlamaktadır (URL-26).



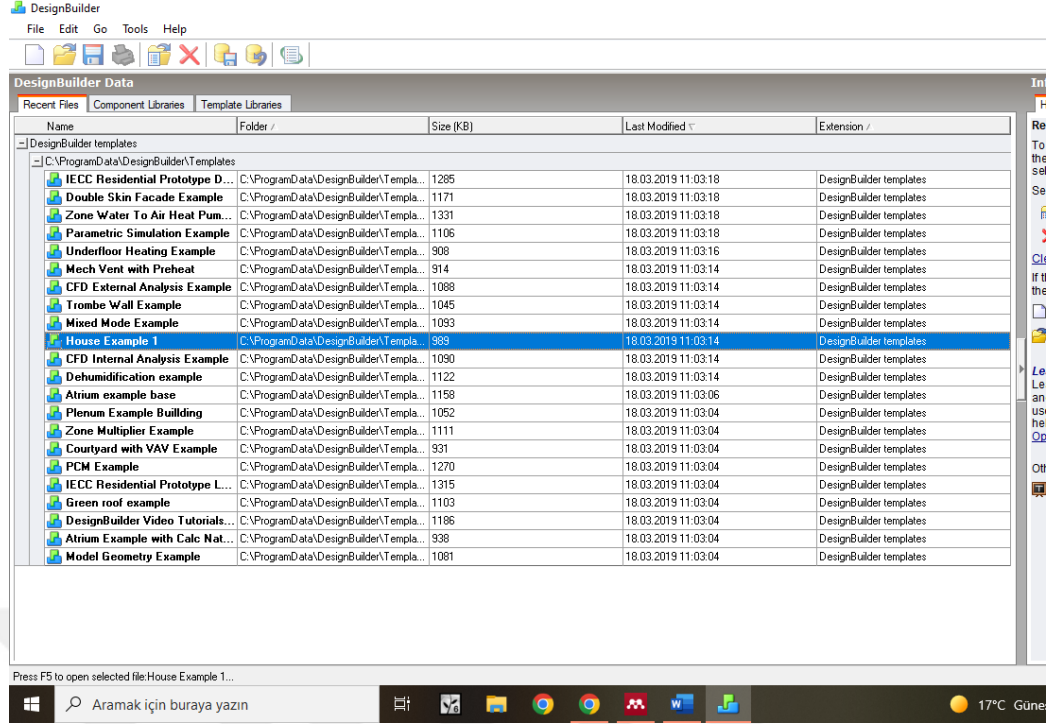
Şekil 3.18. IES-VE Programı arayüzü (URL-26).

Bir diğ er BES aracı olan Design Builder yazılımı, kullanıcılara birçok termal analizleri ve konfor koşullarına uygun mekan tasarımını sağlamaktadır. Design Builder programının kullanım rahatlığı, erişim kolaylığı ve çeşitli analizler sunabilmesi gibi birçok olumlu katkılarından dolayı çalışmada BES aracı olarak seçilmiştir.

Energy Plus tabanlı enerji benzetim aracı olan Design Builder programı, anlaşılır arayüzü sayesinde kolay kullanım imkanı sağlamaktadır. Ayrıca incelenecek binanın hem programda modellenmesine hem de başka programda modelin oluşturulup Design Builder programına aktarılmasına izin vermektedir. Aynı zamanda program çeşitli koşullara göre yapının enerji performansını değerlendirebilmesi, ısıtma, soğutma yüklerinin hesaplanabilmesi, aydınlatma hesaplarının yapılabilmesi, gün ışığı analizi, kullanıcı yoğunluğunun belirlenmesi ve CO₂ salınımı gibi birçok değerlendirmeyi analiz edebilme özelliğine sahiptir. Bu değerlendirmeleri yaparken de kullanıcıya kendi geniş kütüphanesinde bulunan malzemelerin ve yapım elemanlarının özelliklerinin tasarımcının modelinde yararlanabilme ve çeşitli malzeme ve yöntemlerinin etkilerini değerlendirebilme imkanı sağlamaktadır (Orhan ve Ekici, 2022).

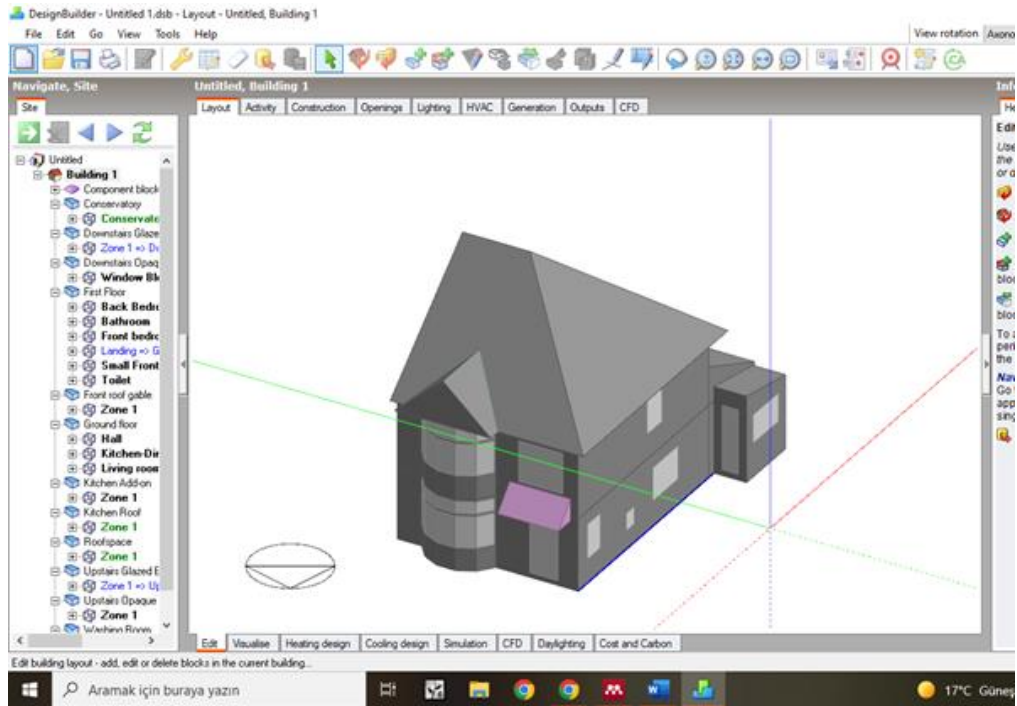
Bu çalışmada kullanım açısından sunduğu yukarıda bahsedilen önemli imkanlardan dolayı Design Builder programı kullanılarak yapının modellemesi oluşturulmaya ve programa entegre edilen Energy Plus yazılımıyla da enerji simülasyonu oluşturulmaya karar verilmiştir. Design Builder programı başlatıldığında ara yüzde ilk olarak incelenebilecek hazır şablonlar ve örnekler görülmektedir. Örneğin seçilen bir örnek dosya üzerinden dosyada belirlenen bölgedeki iklim analizleriyle birlikte yapının modeli incelenebilmektedir (Şekil 3.19).

Örnek şablonlardan seçilen House Example 1 dosyası incelenmiştir. Programa girilen teknik verilerle, sabit iç ortam sıcaklığını baz alarak, kazanılan ve kaybedilen ısı miktarını saatlik verilere bağlı kalarak analiz edilebilmektedir. Bu analizler sonucunda yapının toplam veya metrekareye düşen enerji yükleri ve karbon salınım miktarları bulunabilmektedir (Şekil 3.20).

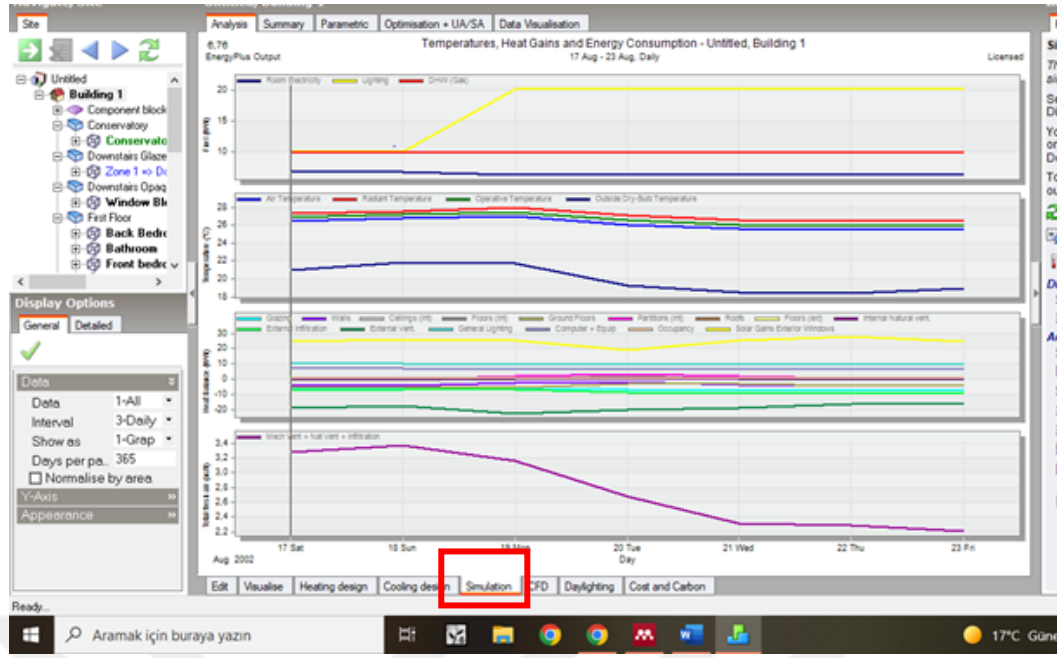


Şekil 3.19. Design Builder Şablon Önerileri.

House Example 1 dosyası incelendiğinde yapının malzeme tanımlarının ve iklim verilerinin programa işlendiği görülmektedir. “Simulation” sekmesinden program çalıştırıldığında sıcaklık ısı kayıp ve kazançları, ısıtma ve soğutma yükleri sonuçlarına ulaşılmaktadır (Şekil 3.21).



Şekil 3.20. Örnek şablonlardan seçilen House Example 1 dosyası.



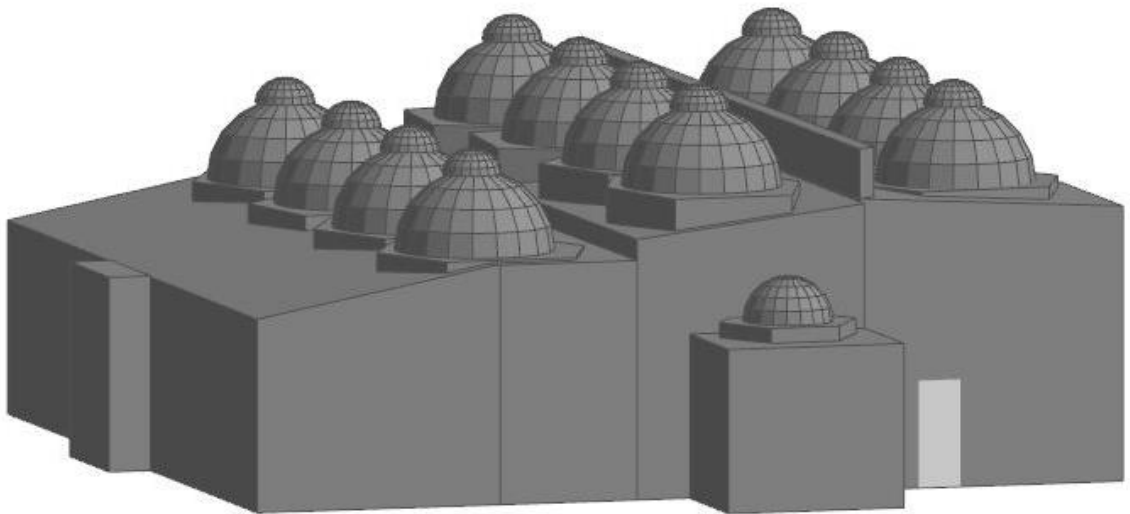
Şekil 3.21. Belirlenen tarih aralıklarındaki sıcaklık, ısı kayıp ve kazanç grafikleri.

4. BULGULAR

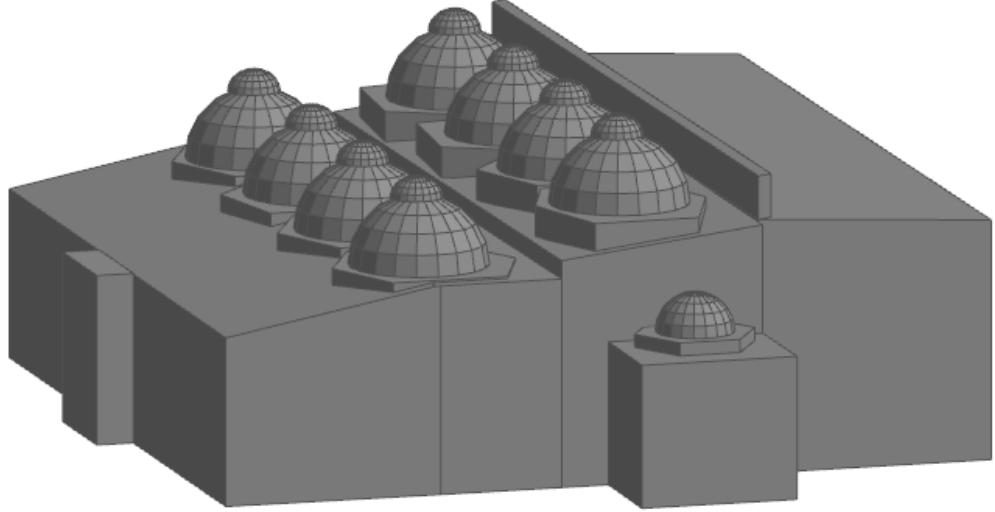
Bu tez çalışması kapsamında istenilen bulguları elde etmek için belirli aşamalar uygulanmıştır. İlk olarak yapının rölöve ve restorasyon planlarına ulaşarak simülasyon programı olarak seçilen Design Builder programına aktarılmıştır. Aktarılan çizimden yapının modeli oluşturulmuştur. Model oluşturulduktan sonra mekan kullanımlarına göre alanlar ısııl zonlara ayrılmıştır. Modellenen yapı bileşenlerinin ısıtma ve soğutma hesaplamasında kullanılacak malzeme özellikleri işlenmiştir. Daha sonraki işlemde modele iklim verileri tanımlanmıştır. Son olarak değişkenlere göre ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmıştır.

4.1. Binanın Modellenmesi

Design Builder programı, enerji performans analizini gerçekleştirebilmek için ilk olarak yapının üç boyutlu modellemesine ihtiyaç duymaktadır. Bu modellemeyi oluşturabilmek için Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon projeleri yardımıyla simülasyon programının kendi çizim araçlarından faydalanılmıştır. Soyunmalık (günümüzde kafeterya mekanı), ılıkılık, sıcaklık, wc ve külhan mekanlarından oluşan hamamın simülasyon aracında modeli oluşturulmuştur. Hamamın restorasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki çeşit modeli oluşturulmuştur. Günümüze ulaşmayan soyunmalık mekanının özgün plan şeması ve malzemesinde ilk model oluşturulmuştur (Şekil 4.1). İkinci modelde ise restorasyon sonrası eklenen camekan restoran mekanı modellenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Süleyman Paşa Hamamı'nın Design Builder Programında oluşturulan yapının restorasyon öncesi oluşturulan modeli.



Şekil 4.2. Süleyman Paşa Hamamı'nın Design Builder Programında oluşturulan restorasyon sonrası oluşturulan modeli.

4.2. Mekân Kullanımları ve Isıl Zonlar

Yapının mekanları birbirlerinden farklı ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerine sahip olmakla birlikte her mekanın kullanım işlevi, kullanıcı yoğunluğu, ısı kazanç ve kayıplarına göre değişkenlik göstermektedir. Bu çeşitlilikte benzer çalışma gösteren her grup zon olarak adlandırılır. Her bir zon farklı özelliklere sahip olduğu için bağımsız olarak tanımlanır. Bu yüzden yapının mekanları ısıtma ve soğutma özellikleri ve iç mekan aktivitelerine göre çeşitli zonlara ayrılmalıdır. Zonlara ayırma işlemi bina fonksiyonuna ve kullanılan ısıtma ve soğutma sistemi tercihinə göre değişkenlik göstermektedir (BEP, 2008). Modele oluşturulan zonlara ait kullanım saati aralığı, mekan ortalama sıcaklığı, kullanılan ısıtma ve soğutma sistemi hakkında bilgiler girilmiştir. Süleyman Paşa Hamamı'nın mekanları öğlen 12.00 ile akşam 20.00 saatleri arasında hafta içi ve hafta sonu olmak üzere her gün kullanılmaktadır. Hamamın ılıklik ve sıcaklik mekanlarında herhangi bir HVAC sistemi kullanılmamıştır. Restoran mekanında ise 4 adet ayaklı split klima kullanılmaktadır (Şekil 4.3). Günümüzde hamam olarak hizmet vermeyen ılıklik ve soğukluk mekanları kafeye gelenlerin ziyaret edebileceği şekilde müze olarak işlev görmektedir. Yapı restorasyonu öncesinde de hamam işlevinde kullanılmayıp müze olarak yıllarca hizmet etmiştir. Modelde fonksiyon tanımlanırken restorasyon öncesi ve restorasyon sonrası mevcut fonksiyon dikkate alınmıştır. Bu yüzden modellere ısııl zonlar tanımlanırken iki modelde de ılıklik ve sıcaklik mekanları müze işlevinde girilmiştir. Bu mekanların fonksiyonu analizlerde sabit kabul edilmiştir.



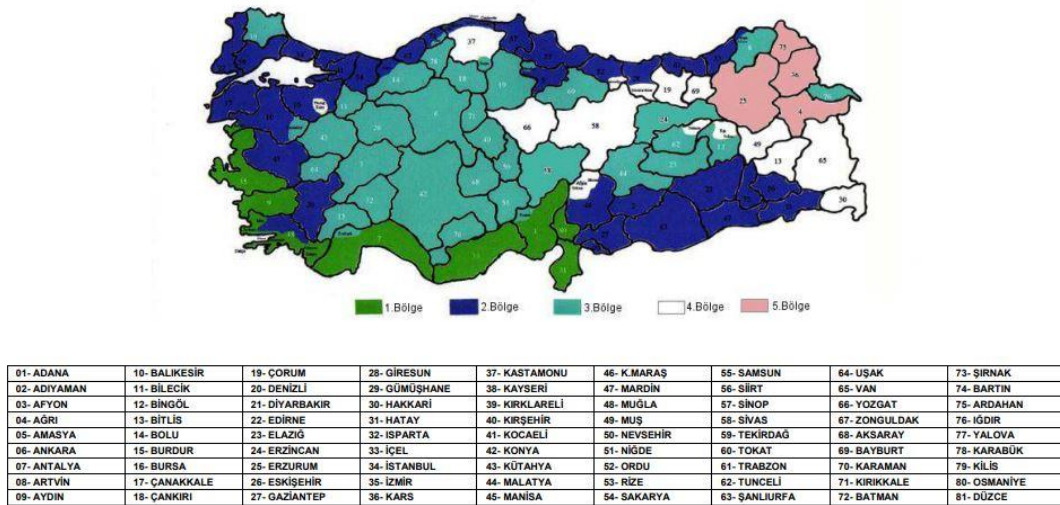
Şekil 4.3. Süleyman Paşa Hamamı'nın restoranında kullanılan HVAC sistemleri (Kişisel Arşiv).



Şekil 4.4. Süleyman Paşa Hamamı'nın restoranında kullanılan HVAC sistemleri (Kişisel Arşiv).

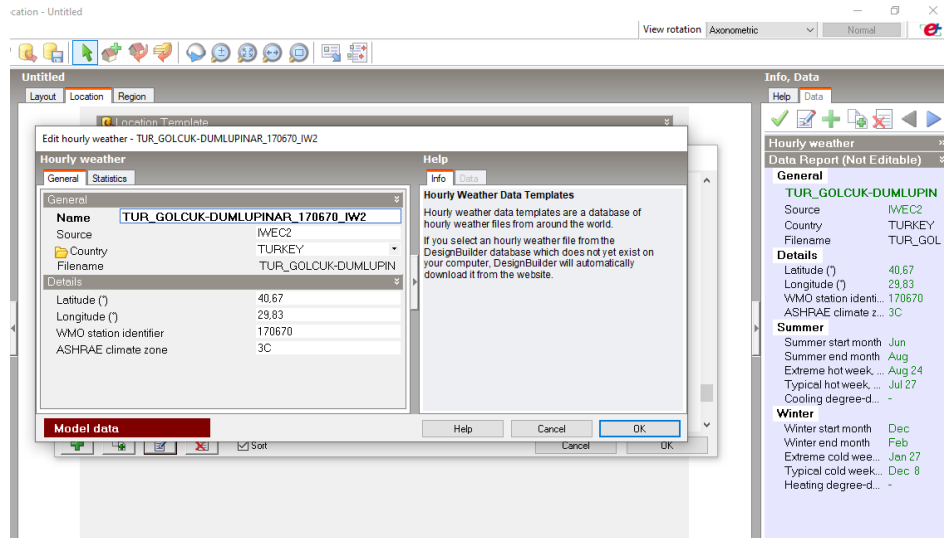
4.3. İklim Verisi Girilmesi

Bu tez çalışması kapsamında Design Builder programı v6.1.0.6. sürümü kullanılmıştır. Design Builder kendi kütüphanesinde bulunan hava verileri dosyalarını kullanabilme imkanı sağlamaktadır. Design Builder programı Energy Plus programı ile aynı simülasyon motorunu kullanmaktadır. ASHRAE 140 2004 standartıyla uyumlu çeşitli iklim bölgelerinden şehirlerin “Enerji Hesabı için Uluslararası Hava Verileri (International Weather for Energy Calculation / IWEC)” dosyalarına sahiptir. Enerji hesaplanmasında da seçilen tarih aralıkları için sıcaklık, nem ve basınç verilerine bu belirtilen IWEC dosyasındaki iklim verilerini kullanmaktadır. Hava verileri dosyasında belirlenen konum ile ilgili olarak iklimsel bölge, enlem, boylam, zaman dilimi, basınç değerleri, rüzgar hızı ve yönü, yaz kış dönemi başlangıç bitiş ayları gibi bilgiler bulunmaktadır (Örkmez, 2012). Çalışmada ikinci alt problemde de belirtildiği gibi çağdaş ek müdahalesinin ve kullanılan malzemenin çeşitli iklim bölgelerine göre etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. İklim bölgelerine göre çağdaş ekin enerji performansına etkisinin incelenme sebebi sadece Kocaeli ili için değil aynı zamanda Anadolu’da bulunan benzer plan tipindeki Osmanlı hamamları için de çağdaş ek tasarımında fikir ve bilinç oluşturmaktır. Yapının çağdaş ekinin enerji performansına etkisini çeşitli iklim bölgeleri üzerinden incelemek için beş farklı iklim bölgesinden şehirler seçilmiştir (Şekil 4.5). Analiz değerlendirmesi için Konya, Kocaeli, Sivas, İzmir ve Erzurum illeri çalışma alanı olarak belirlenerek senaryolar bu iller üzerinden kurulmuştur. Analiz değerlendirmesi için belirlenen illere ait iklim verileri White Box Technologies sayfasından satın alınmıştır.



Şekil 4.5. Türkiye derece gün bölgeleri haritası (TSE, 2013).

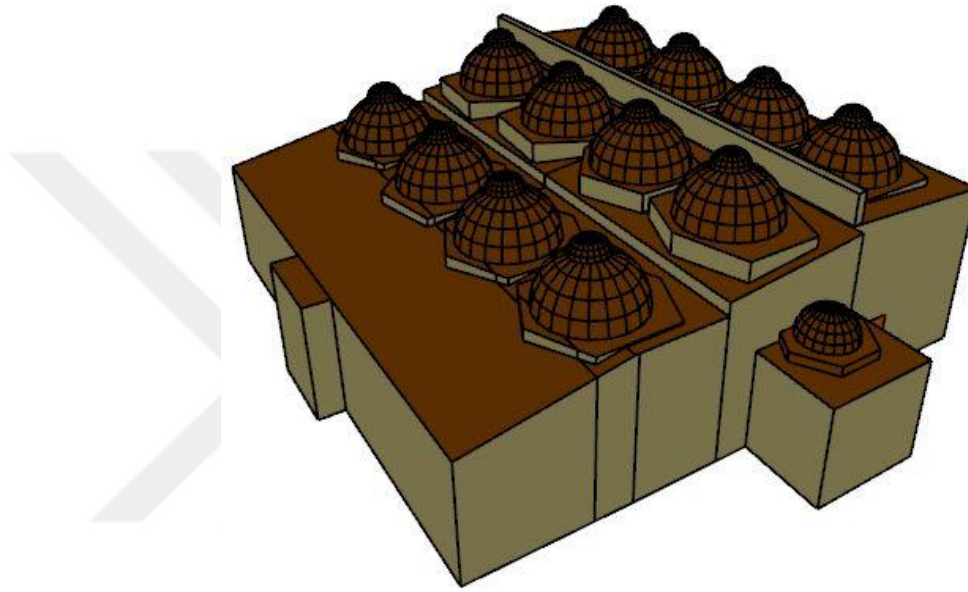
Alan çalışması için belirlenen ilk il Türkiye'nin 2. iklim bölgesinde yer alan ve yapının da mevcut konumu olan Kocaeli şehridir. Tez çalışmasının Materyal ve Metot bölümünde de belirtildiği gibi Kocaeli ili 29° 22'—30° 21' doğu boylamı ile 40° 31'—41° 13' kuzey enlemi arasında konumlanmaktadır. Kocaeli merkezinde ölçülen en yüksek hava sıcaklığı temmuz ayında ortalama 44,1 °C, en düşük hava sıcaklığı şubat ayında ortalama -8,3 °C'dir. Çalışma alanı olarak Türkiye'nin 1. İklim bölgesinden İzmir ili belirlenmiştir. İzmir ili 37° 45'—39° 15' kuzey enlemleri ile 26° 15'—28° 20' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İzmir merkezinde ölçülen en yüksek hava sıcaklığı ağustos ayında 43°C'iken en düşük hava sıcaklığı ocak ayında 22,4°C'dir. Çalışmada Türkiye'nin 3. iklim bölgesinden Konya İli seçilmiştir. 3.derece gün bölgesinde bulunan Konya ili Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde, 37.97 enleminde ve 32.55 boylamında yer almaktadır. Konya'da yıllık ortalama sıcaklık 11,6 °C'dir. En sıcak ay olan temmuz ayında ortalama sıcaklık 22,8 °C'dir. En soğuk ay olan ocak ayında ortalama sıcaklık 0,6 °C'dir. Bir diğer çalışma alanı olarak 4. İklim bölgesinden Sivas ili seçilmiştir. Sivas ili 39.75 enleminde 37.02 boylamında yer almaktadır. Sivas ilinde son 50 yılda ölçülen sıcaklık değerlerine göre en sıcak ay 38,3 °C ile temmuz ayında iken en soğuk ay -34,6 °C ile ocak ayındadır. Çalışmada 5. İklim bölgesinden seçilen Erzurum ili, 39°- 55 kuzey enlemi ile 41-16 doğu boylamı arasında yer almaktadır. Erzurum ilinde ölçülen ortalama en yüksek sıcaklık ağustos ayında 36,5°C iken ölçülen en düşük sıcaklık aralık ayında -37,2 °C'dir. Tüm bu sıcaklık verileri ve coğrafi koordinatlar Design Builder programına tanımlanan iklim verilerinden elde edilmiştir.



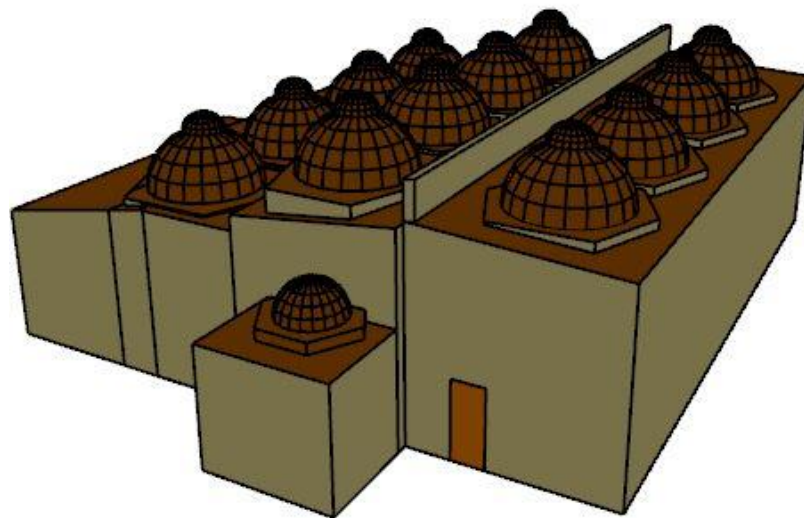
Şekil 4.6. Kocaeli İli İklim verilerinin Design Builder programına işlenmesi.

4.4. Hesaplamalarda Kullanılan Malzeme Özellikleri

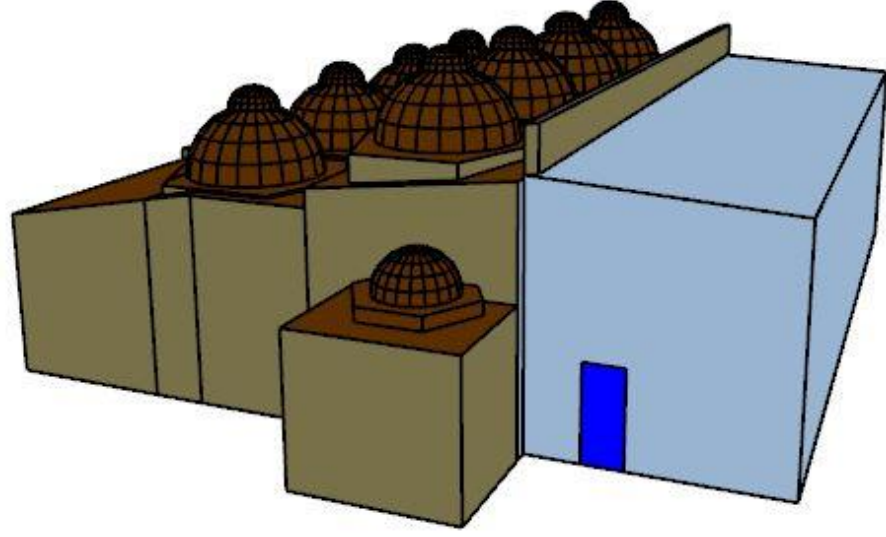
Tez çalışmasının materyal bölümünde Kocaeli Süleyman Paşa Hamamının iç mekan ve dış cephelerinde kullanılan malzeme bilgilerinden bahsedilmiştir. Fakat bu bölümde kullanılan malzemeler ve malzemelerin hesaplamada kullanılacak termofiziksel özellikleri anlatılmıştır. Yapı soyunmalık mekanı için ilk model olan özgün malzemesi moloz taş ve ikinci model olan çağdaş ek olmak üzere iki farklı model oluşturulmuştur (Şekil 4.7).



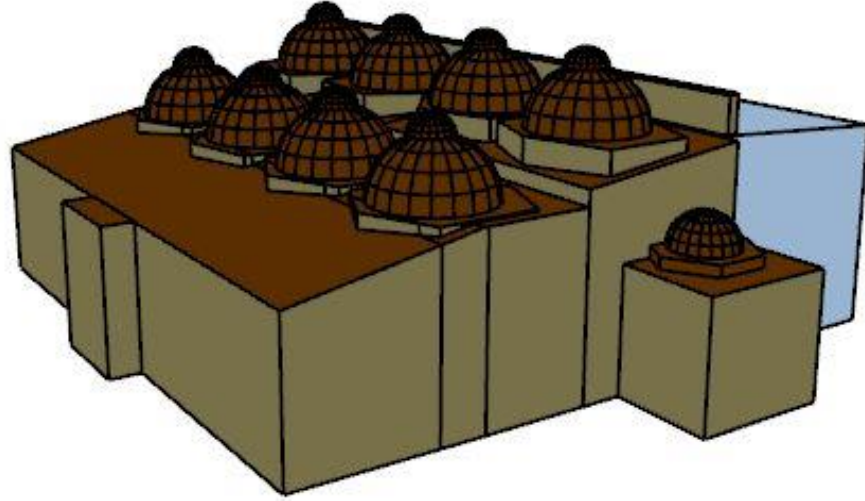
Şekil 4.7. Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon öncesi özgün hali modeli



Şekil 4.8. Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon öncesi özgün hali modeli



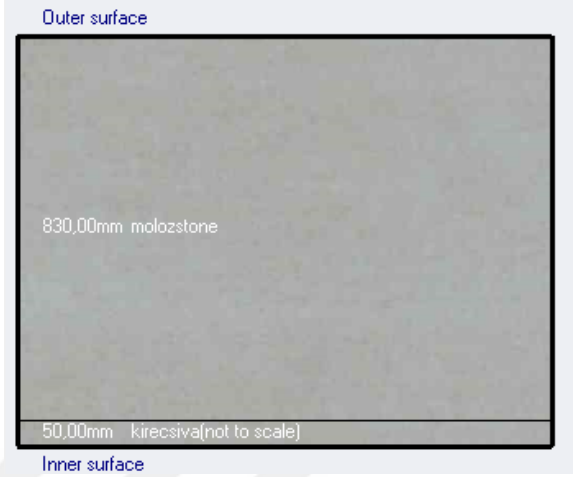
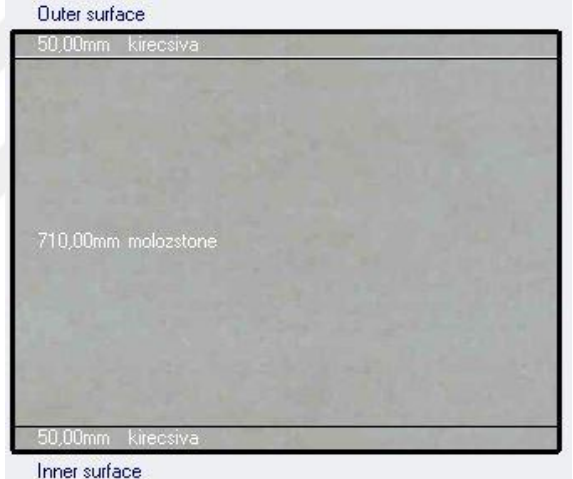
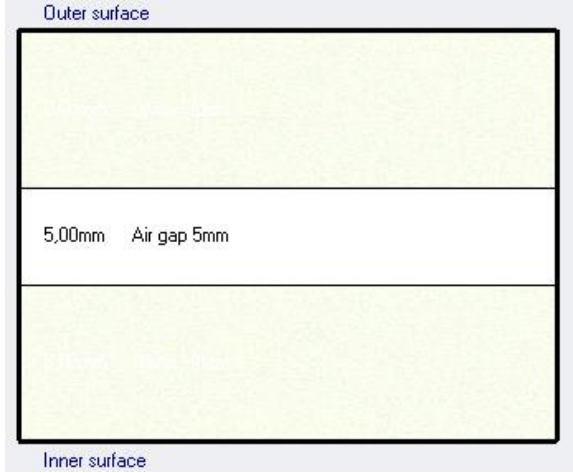
Şekil 4.9. Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon sonrası modeli

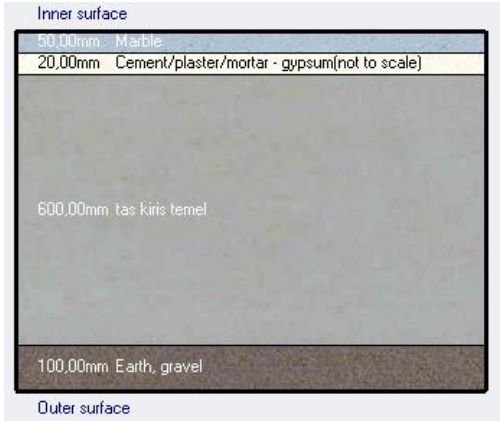
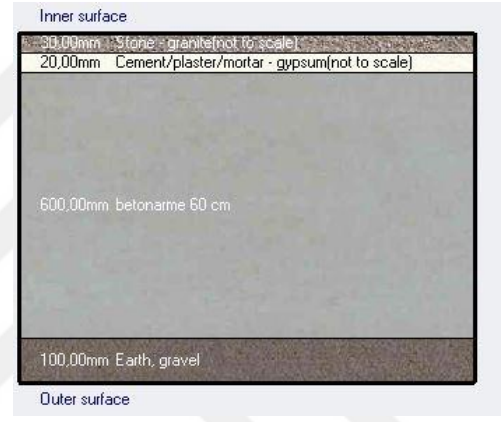
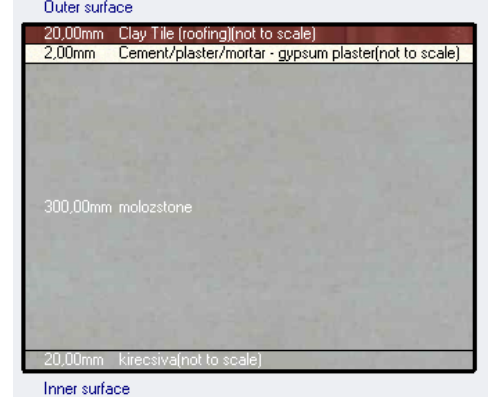
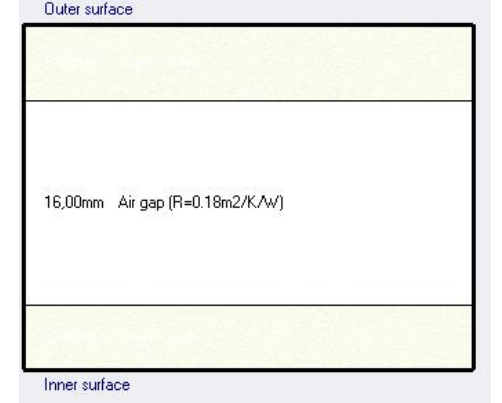


Şekil 4.10. Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon sonrası modeli

Hamama ait yapı bileşenleri ve bu bileşenlerin Design Builder programına tanıtıldıktan sonra elde edilen görselleri Tablo 1'de verilmektedir. Tablo 2'de belirtilen malzeme değerlerinden ısıl iletkenlik hesap değeri λ (W/mK), yoğunluk değeri (kg/m^3) ve özgül ısı değerleri (J/kgK) TS 825 Standardından alınmıştır. TS 825 Standardında ulaşılamayan değerler için Design Builder programının malzeme kütüphanesinden faydalanılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon öncesi yapı kabuğunu oluşturan malzeme ve değerleri.

Yapı Bileşeni ve Malzemeler	Görseli
Duvar 1 (Dış duvar) Malzemeler: - Moloz Taş (83 cm) - Kireç esaslı sıva (5 cm)	 Outer surface 830,00mm molozstone 50,00mm kirecsiva(not to scale) Inner surface
Duvar 2 (İç duvar) Malzemeler: - Kireç esaslı sıva (5 cm) - Moloz Taş (71 cm) - Kireç esaslı sıva (5 cm)	 Outer surface 50,00mm kirecsiva 710,00mm molozstone 50,00mm kirecsiva Inner surface
Duvar 3 (Camekanlı duvar) Malzemeler: - İç: 8 mm temperli lamine cam + 1,52 pvb 5 mm hava boşluğu - Dış: 8 mm temperli silver grey 32 cam	 Outer surface 8 mm temperli lamine cam + 1,52 pvb 5,00mm Air gap 5mm 8 mm temperli silver grey 32 cam Inner surface

Döşeme Malzemeler: • Mermer döşeme (5cm) • Yapıştırma Harcı (2 cm) • Taş kiriş temel (35*60) • Toprak zemin (10 cm)	
Döşeme 2 Malzemeler: • Mozaik taş kaplama (3 cm) • Yapıştırma harcı (2 cm) • Betonarme temel (60 cm) • Toprak zemin (10 cm)	
Çatı 1 Malzemeler: • Kiremit kaplama (2 cm) • Yapıştırma harcı • Moloz taş (30 cm) • Kireç esaslı sıva (2 cm)	
Çatı 2 Malzemeler: • dış:6 mm sunguard super silver 35 • cam hava boşluğu: 16 mm • iç: 5 + 0.78 pvb + 5 mm lamine cam	

Çizelge 4.2. Restorasyon öncesi yapı bileşenlerinde kullanılan yapı malzemeleri ve termofiziksel özelliklerine göre yapı kabuğu değerleri.

Yapı Bileşeni	Malzemeler	Kalınlık (cm)	Isı İletkenlik λ (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)	Özgül ısı (j/kgK)	U değeri (W/m ² K)
Duvar 1	Moloz Taş	83 cm	0,81	1600	840	0,80
	Kireç esaslı sıva	5 cm	1,00	1800	840	
Duvar 2	Kireç esaslı sıva	5 cm	1,00	1800	840	0,87
	Moloz taş	71 cm	0,81	1600	840	
	Kireç esaslı sıva	5 cm	1,00	1800	840	
Döşeme	Mermer zemin kaplama	5 cm	3,50	2800	1000	0,83
	Harç	2 cm	0,42	1200	840	
	Taş Yığma temel	60 cm	0,81	1600	840	
	Toprak zemin	10 cm	0,52	2050	180	
Çatı 1	Kiremit Kaplama	2 cm	1,00	2000	800	1,80
	Yapıştırma Harcı	0,2 cm	0,51	1120	960	
	Moloz taş	30 cm	0,81	1600	840	
	Kireç esaslı sıva	2 cm	1,00	1800	840	
Kapı	Kapı (Ahşap)					2,82

Çizelge 4.3. Restorasyon sonrası yapı bileşenlerinde kullanılan yapı malzemeleri ve termofiziksel özelliklerine göre yapı kabuğu değerleri.

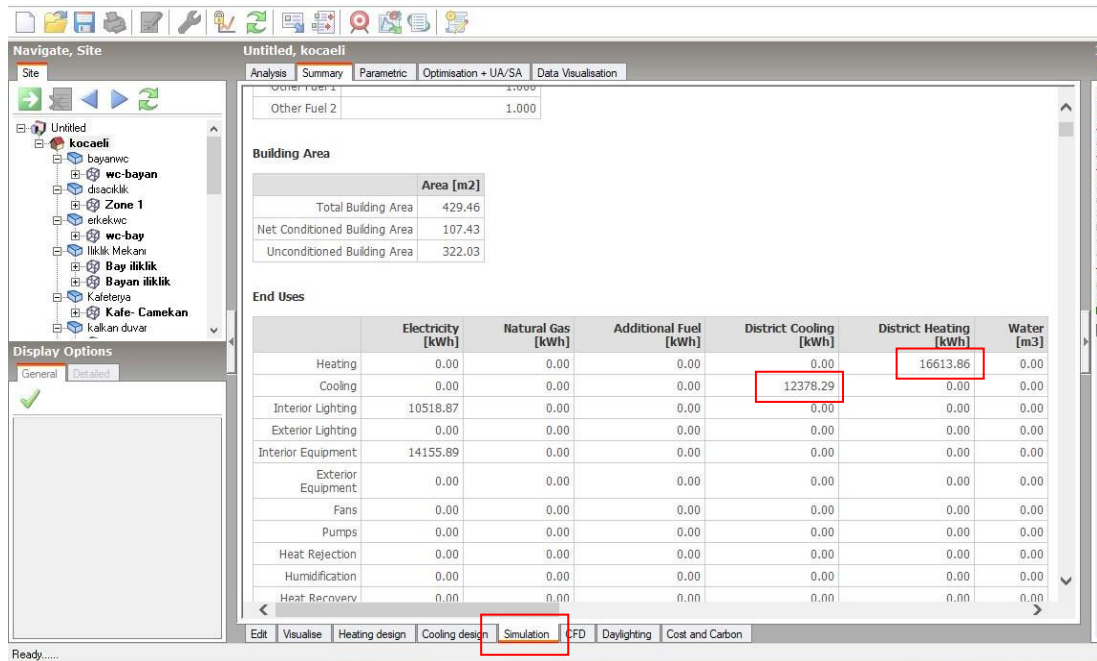
Yapı Bileşeni	Malzemeler	Kalınlık (cm)	Isı İletkenlik λ (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)	Özgül ısı (j/kgK)	U değeri (W/m ² K)
Duvar 1	Moloz Taş	83 cm	0,81	1600	840	0,80
	Kireç esaslı sıva	5 cm	1,00	1800	840	
Duvar 2	Kireç esaslı sıva	5 cm	1,00	1800	840	0,87
	Moloz taş	71 cm	0,81	1600	840	
	Kireç esaslı sıva	5 cm	1,00	1800	840	
Duvar 3	8 mm temperli silver grey	0,8 cm	0,052	840	140	1,70
	Hava Boşluğu	0,05 cm	R: 0,11			
	8 mm temperli lamine cam	0,8 cm	0,052	840	140	
Döşeme	Mermer zemin kaplama	5 cm	3,50	2800	1000	0,83
	Harç	2 cm	0,42	1200	840	
	Taş Yığma temel	60 cm	0,81	1600	840	
	Toprak zemin	10 cm	0,52	2050	180	
Döşeme 2	Mozaik taş kaplama	3 cm	3,49	2880	840	1,43
	Harç	2 cm	0,42	1200	840	
	Betonarme döşeme	60 cm	2,50	2400	1000	
	Toprak zemin	10 cm	0,52	2050	180	
Çatı 1	Kiremit Kaplama	2 cm	1,00	2000	800	1,80
	Yapıştırma Harcı	0,2 cm	0,51	1120	960	
	Moloz taş	30 cm	0,81	1600	840	
	Kireç esaslı sıva	2 cm	1,00	1800	840	
Çatı 2	6 mm sunguard super silver 35	0,6 cm	0,052	840	140	1,78
	Hava Boşluğu	0,16 cm	R: 1,18			
	5 + 0.78 pvb + 5 mm lamine cam	0,5 cm	0,052	840	140	
Kapı	Kapı (8 mm temperli silver grey + 8 mm temperli lamine cam)					1,70

4.5. Isıtma ve Soğutma Yükleri Hesabı

Belirlenen zaman dilimi içerisinde ve istenilen konfor koşullarında mekan sıcaklığının sürdürülebilmesi amacıyla mekanlara sağlanması gereken ısı veya mekandan alınması gereken ısı değerlerine ve kullanılan ısıtma soğutma sistemlerine göre yapının yıllık ısıtma ve soğutma yükleri belirlenmiştir. Isıtma ve soğutma yükü hesaplamaları yapılırken yapının fonksiyon değişimlerinden restorasyon öncesi müze faaliyetindeki dönem ve sonrası işlev kazanımları baz alınarak sınırlılıklar oluşturulmuştur. Ayrıca hesaplamalarda birtakım değerler ihmal edilmiştir. İhmal edilen noktalar şu şekildedir;

- Hamamın kubbelerindeki fil gözü aydınlatmaları değerlendirmeye katılmamıştır.
- Hamamın özgün duvarları taş tuğla karışımında (almaşık düzen) inşa edilmiştir. Tuğla kullanımları çok az miktarda olmasından dolayı ihmal edilerek moloz taş duvar şeklinde değerlendirmeye alınmıştır.
- Hamamın mozaik ve mermer döşemelerinde cam malzeme ile oluşturulan dikdörtgen alanlar ihmal edilmiştir.

Açıklanan ihmaller ve belirtilen özelliklere göre oluşturulan yapı modeline Design Builder programında on senaryo tanımlanarak çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar kıyaslanarak tablolarda ifade edilmiştir.

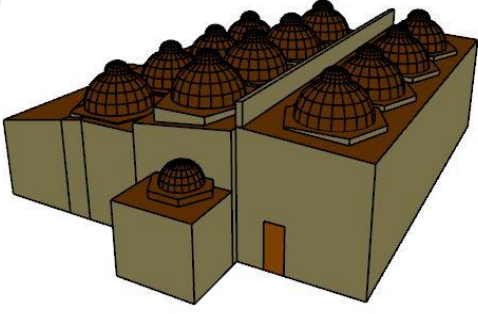
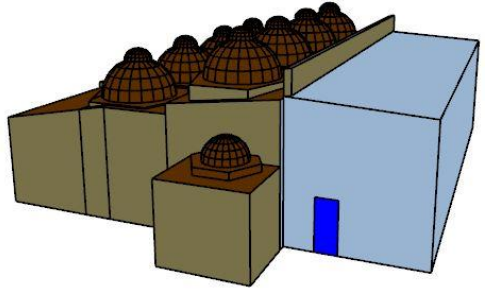


Şekil 4.11. Kocaali ili için elde edilen yıllık ısıtma ve soğutma yükü sonuçları.

Türkiye'nin 2. İklim bölgesinde yer alan Kocaeli ili için özgün malzemesi olan taş malzeme kullanıldığında ısıtma yükü 16613,58 kWh iken soğutma yükü 12.378,29 kWh' tır. Restorasyon sonrası soyunmalık mekânı için tasarlanan cam malzeme kullanıldığında ise yapının ısıtma yükü 23.357,71 kWh ve soğutma yükü 13.849,10 kWh olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

Kocaeli ili için yapılan hesaplamalara göre restorasyon öncesi yıllık toplam enerji tüketimi 28.992,15 kWh' tır. Toplamda 429.46 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 164.96 kWh/m²' tır. Restorasyon sonrası çağdaş ek müdahalesinden sonra ise yapının yıllık toplam enerji tüketimi 37.206,81 kWh' tır. Toplamda 396.92 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 197.35 kWh/m²' tır. Programdan elde edilen veriler kıyaslandığında çağdaş ek müdahalesi sonucunda yapının yıllık toplam enerji tüketiminde ciddi bir artış olduğu saptanmıştır. Restorasyon sonrasında yapının toplam alanı azalmasına rağmen enerji tüketim talebi artmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kocaeli ili için ısıtma ve soğutma yükü değerleri

	Kocaeli-Taş Malzeme	Kocaeli-Cam Malzeme
		
Isıtma Yüğü (kWh)	16.613,86	23.357,71
Soğutma Yüğü (kWh)	12.378,29	13.849,10
Toplam Enerji Yüğü (kWh)	28.992,15	37.206,81

Konya ili için restorasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı malzeme için ısıtma ve soğutma yükü değerlerine ulaşılmıştır. Konya ili için özgün malzemesi olan taş malzeme kullanıldığında ısıtma yükü 24.682,98 kWh iken soğutma yükü 6.912,20 kWh' tır. Restorasyon sonrası soyunmalık mekanı için tasarlanan cam malzeme kullanıldığında ise yapının ısıtma yükü 34.596,17 kWh ve soğutma yükü 9.113,39 kWh olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

Design Builder programında yapının Konya ili için yapılan hesaplamalara göre restorasyon öncesi yıllık toplam enerji tüketimi 31.595,18 kWh' tır. Toplamda 429.46 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 171.03 kWh/m²' tır. Restorasyon sonrası çağdaş ek müdahalesinden sonra ise yapının yıllık toplam enerji tüketimi 43.709,56 kWh' tır. Toplamda 396.92 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 209.80 kWh/ m²' tır. Kurak iklim bölgesinde yer alan Konya ili için çağdaş ek müdahalesi sonrasında hem ısıtma hem de soğutma yükü talebinde önemli artışlar gözlenmiştir (Çizelge 4.5).

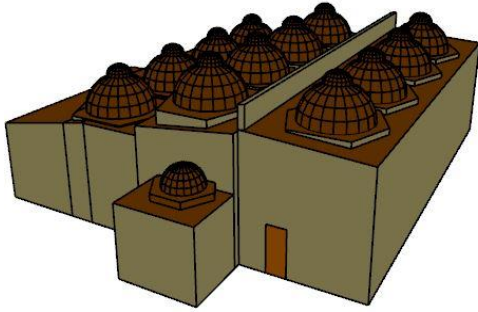
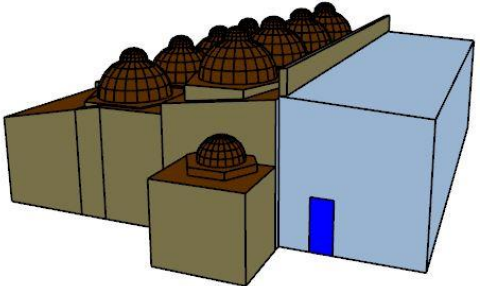
Çizelge 4.5. Konya ili için ısıtma ve soğutma yükü değerleri

	Konya-Taş Malzeme	Konya-Cam Malzeme
Isıtma Yüğü (kWh)	24.682,98	34.596,17
Soğutma Yüğü (kWh)	6.912,20	9.113,39
Toplam Enerji Yüğü (kWh)	31.595,18	43.709,56

Diğer bir çalışma alanı olarak seçilen İzmir ili için restorasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı malzeme için ısıtma ve soğutma yükü değerlerine ulaşılmıştır. İzmir ili için özgün malzemesi olan taş malzeme kullanıldığında ısıtma yükü 14.305,37 kWh iken soğutma yükü 13.446,36 kWh' tır. Restorasyon sonrası cam malzeme kullanıldığında ise yapının ısıtma yükü 21.648,51 kWh ve soğutma yükü 15.967,03 kWh olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).

Design Builder programında yapının İzmir ili için yapılan hesaplamalara göre restorasyon öncesi yıllık toplam enerji tüketimi 27.751,73 kWh' tır. Toplamda 429.46 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 162.08 kWh/m²' tır. Yapıya çağdaş ek müdahalesinden sonra ise yapının yıllık toplam enerji tüketimi 37.615,54 kWh' tır. Toplamda 396.92 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 194.45 kWh/m²' tır. Bu veriler incelendiğinde restorasyon sonrası çağdaş ek müdahalesi ile yapının özgün haline göre yıllık toplam enerji tüketiminde ciddi bir artış olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. İzmir Türkiye'nin 1. iklim bölgesinde yer aldığı için özellikle yaz aylarında artan sıcaklıktan dolayı gerekli olan soğutma yükü diğer tüm iklim bölgelerinden daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca iklim kaynaklı kış ayların ılık geçmesinden dolayı da yıllık toplam ısıtma yükü diğer dört iklim bölgelerinden daha düşük çıkmıştır (Çizelge 4.6).

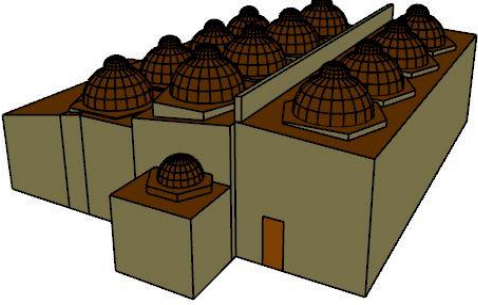
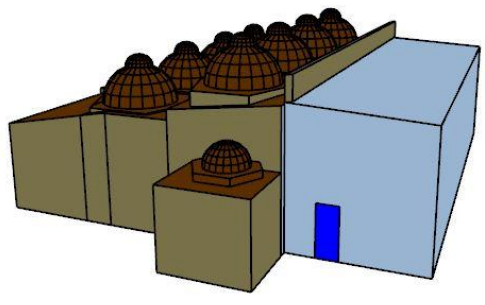
Çizelge 4.6. İzmir ili için ısıtma ve soğutma yükü değerleri

	İzmir-Taş Malzeme	İzmir-Cam Malzeme
		
Isıtma Yüğü (kWh)	14.305,37	21.648,51
Soğutma Yüğü (kWh)	13.446,36	15.967,03
Toplam Enerji Yüğü (kWh)	27.751,73	37.615,54

Türkiye'nin 4. İklim bölgesinden seçilen Sivas ili için restorasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı malzeme için ısıtma ve soğutma yükü değerleri hesaplanmıştır. Sivas ili için özgün malzemesi olan taş malzeme kullanıldığında ısıtma yükü 27.000,78 kWh iken soğutma yükü 5.761,77 kWh' tır. Restorasyon sonrası soyunmalık mekanı için tasarlanan cam malzeme kullanıldığında ise yapının ısıtma yükü 42.331,32 kWh ve soğutma yükü 7.522,48 kWh olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Design Builder programında yapının Sivas ili için yapılan hesaplamalara göre restorasyon öncesi yıllık toplam enerji tüketimi 32.762,55 kWh' tır. Toplamda 429.46 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 173.74 kWh/m²' tır. Restorasyon sonrası çağdaş ek müdahalesinden sonra ise yapının yıllık toplam enerji tüketimi 49.853,80 kWh' tır. Toplamda 396.92 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 225.28 kWh/ m²' tır. Restorasyon sonrası çağdaş ek müdahalesi ile Sivas ilindeki tasarımda ciddi bir enerji ihtiyacı talebi ortaya çıkmıştır. Özellikle soğuk iklim bölgelerine doğru artan ısıtma yükü talebi net bir şekilde gözlenmektedir (Çizelge 4.7).

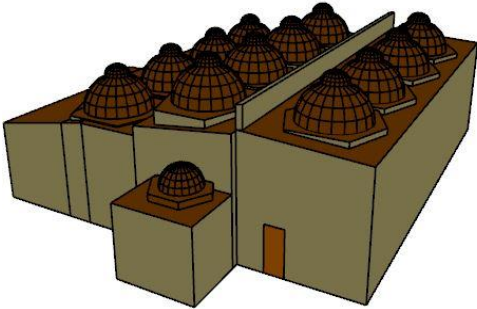
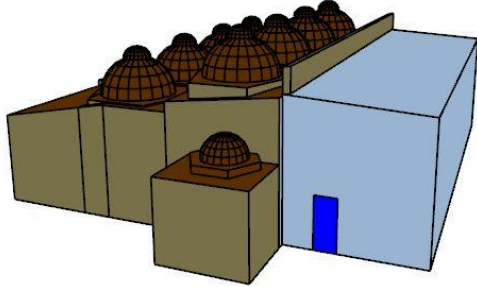
Çizelge 4.7. Sivas ili için ısıtma ve soğutma yükü değerleri

	Sivas-Taş Malzeme	Sivas-Cam Malzeme
		
Isıtma Yüğü (kWh)	27.000,78	42.331,32
Soğutma Yüğü (kWh)	5.761,77	7.522,48
Toplam Enerji Yüğü (kWh)	32.762,55	49.853,80

Çalışma alanı olarak seçilen Türkiye'nin 5. İklim bölgesinde yer alan Erzurum ili için restorasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı malzeme için ısıtma ve soğutma yükü değerleri programda hesaplanmıştır. Erzurum ili için yapının özgün malzemesi olan taş malzeme kullanıldığında ısıtma yükü 44.825,92 kWh iken soğutma yükü 2.943,94 kWh' tır. Restorasyon sonrası soyunmalık mekanı için tasarlanan çağdaş ek kullanıldığında ise yapının ısıtma yükü 65.797,54 kWh ve soğutma yükü 4.826,35 kWh olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8).

Design Builder programında yapının Erzurum ili için yapılan hesaplamalara göre restorasyon öncesi yıllık toplam enerji tüketimi 47.769,86 kWh' tır. Toplamda 429.46 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 208.69 kWh/m²' tır. Restorasyon sonrası ise yapının yıllık toplam enerji tüketimi 73.623,89 kWh' tır. Toplamda 396.92 m² olan yapının m² başına düşen enerji tüketimi 277.61 kWh/ m²' tır. Soğuk iklim bölgesinde bulunan Erzurum ili için diğer illere kıyasla en yüksek ısıtma yükü ihtiyacı mevcuttur. Hesaplaması yapılan 5 iklim bölgesi içerisinde en düşük soğutma yükü talebi de Erzurum ilinde saptanmıştır. Restorasyon sonrası hesaplamalarda da en yüksek ısıtma yükü ve en düşük soğutma yükü talebi Erzurum iline aittir. Fakat restorasyon öncesi ve sonrası toplam enerji yükünde ciddi bir fark oluşmuştur. Halihazırda yüksek olan ısıtma yükünde çağdaş ek sonrasında önemli bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Erzurum ili için ısıtma ve soğutma yükü değerleri

	Erzurum-Taş Malzeme	Erzurum-Cam Malzeme
		
Isıtma Yükü (kWh)	44.825,92	65.797,54
Soğutma Yükü (kWh)	2.943,94	4.826,35
Toplam Enerji Yükü (kWh)	47.769,86	73.623,89

Design Builder programında oluşturulan model üzerinden restorasyon öncesi ve sonrası kullanılan malzeme olmak üzere iki çeşit malzeme ve seçilen beş farklı iklim bölgesindeki konumlar üzerinden 10 adet senaryo hesaplanmıştır. Simülasyon sonuçları incelendiğinde beş iklim bölgesinde de restorasyon öncesindeki ısıtma, soğutma ve toplam yıllık enerji tüketim değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Restorasyon sonrası kazanılan çağdaş ek ile birlikte hesaplama yapıldığında mekanlar için gerekli enerji talebin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapının gerçek konumu olan Kocaeli ilinde restorasyon öncesi ve sonrası değerler incelendiğinde önemli bir artış olduğu ve yapının özgün halinin daha fazla alana sahip olmasına rağmen daha az enerji gerektirdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Özellikle soğuk ve sert iklim bölgelerine doğru gidildikçe öncesi ve sonrasındaki farkın ciddi şekilde katlandığı görülmektedir. Isıtma ve soğutma yükü illere göre kıyaslandığında en yüksek ısıtma yükü Erzurum ilinde görülmektedir. Erzurum ilinden sonra Sivas, Konya, Kocaeli ve İzmir illeri sırayı takip etmektedir. Soğutma yükü talebinde ise diğer illere kıyasla en yüksek değer İzmir ilinde görülmektedir. İzmir ilinden sonra soğutma yükü talebi Kocaeli, Konya, Sivas ve Erzurum şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Farklı iklim bölgelerine göre elde edilen ısıtma ve soğutma yükü sonuçları.

	Taş Malzeme (Restorasyon öncesi-429.46 m ²)			Cam Malzeme (Restorasyon Sonrası- 396.92 m ²)		
	Isıtma Yükü (kWh)	Soğutma Yükü (kWh)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh)	Isıtma Yükü (kWh)	Soğutma Yükü (kWh)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh)
Kocaeli	16.613,86	12.378,29	28.992,15	23.357,71	13.849,10	37.206,81
Konya	24.682,98	6.912,20	31.595,18	34.596,17	9.113,39	43.709,56
İzmir	14.305,37	13.446,36	27.751,73	21.648,51	15.967,03	37.615,54
Sivas	27.000,78	5.761,77	32.762,55	42.331,32	7.522,48	49.853,80
Erzurum	44.825,92	2.943,94	47.769,86	65.797,54	4.826,35	73.623,89

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüz şartlarının değişen koşulları ve kullanıcıların konfor şartlarının gelişmesi ile birlikte her geçen gün enerjiye olan talebi de arttırmıştır. Özellikle bu enerji talebinin yapı sektörü için önemi büyüktür. Çünkü günümüz modern yapıları mekan konforunu sağlayan ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerini sağlamak için ciddi enerji harcamaktadır. Bu sebeple de özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar ve incelemeler sonucunda enerji tüketimini azaltan tasarımlara önem verilerek nerdeyse sıfır enerjili yapılar inşa edilmektedir. Fakat enerjinin günümüz yapı tasarımındaki önemi kadar geleneksel kültür mirasımızı oluşturan tarihi yapıların da enerji performansı önemli bir konudur. Özellikle de restorasyon geçiren ve yeni ekler kazanmış yapıların enerji tüketimindeki değişim tasarımları yönlendiren bir etkidir.

Tarihi yapılar bulundukları bölgenin özgün değerlerini yansıtan ve kimliğini oluşturarak insanların belleklerinde yer edinen önemli işaretlerdir. Bu yüzden kültürel ve tarihi sürdürülebilirlik için bu yapıların dokusunun korunması önemlidir. Günümüz değişen ve gelişen şartlarına ayak uyduramayan tarihi yapıların adaptasyonunun sağlanması ve gelecek ile geçmiş arasındaki köprünün devam ettirilmesi gerekmektedir. Fakat bu süreçte yapıya müdahale ederken enerji konusu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu tez çalışması kapsamında tarihi yapılara çağdaş ek müdahalesinin yapının enerji performansına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla tarihi Süleyman Paşa Hamamı üzerinden yapının restorasyon öncesi ve sonrası mevcut fonksiyonu ve malzeme kullanımı ele alınarak belirlenen beş iklim bölgesine göre analizler yapılmıştır. Yapı restorasyon sonrası yeni fonksiyon ve çağdaş ek kazandığı için yapı kullanıcılarının konforunu sağlamayı amaçlayan ve yapının enerji yükünü etkileyen yeni ekipmanlar ilave edilmiştir. Ayrıca çağdaş ekin güneybatı cephesi boyunca arazide konumlanması da yapının enerji yükünü ciddi şekilde etkileyen faktörlerdendir. Bu çalışmada yapının ısıl konfor analizlerine ve enerji tüketim talebindeki değişimlere göre tarihi yapılardaki çağdaş ek kavramı ve enerji performansı ilişkisine bir bakış sunulmuştur.

Süleyman Paşa Hamamı üzerinden çeşitli değişkenlere göre yapılan hesaplamalarda Design Builder simülasyon programı kullanılmıştır. Programdan elde edilen sonuçlara göre beş iklim bölgesinde de restorasyon sonrası çağdaş ek kazanımı ile yapının ısıtma ve soğutma yüklerinde artış görülmüştür. Özellikle de soğuk ve sert

iklim görülen 4. ve 5. iklim bölgelerinde restorasyon öncesi ve sonrası enerji tüketimindeki farkın daha da arttığı saptanmıştır. Elde edilen sonuçlardan m² başına düşen enerji tüketimindeki önemli artış da bu durumu desteklemektedir.

Kocaeli ilindeki Süleyman Paşa Hamamı'nın restorasyon sonrası kazandığı çağdaş ek zıtlık ilişkisine göre tasarlanması ve eklendiği dönemin mimari özelliklerini yansıtmaları açısından uygun bir ilavedir. Fakat termal özellikleri incelendiğinde Kocaeli ili için yapının güneybatı cephesine cam malzeme kullanımı ile ılıman iklim bölgesinde bulunan yapının özellikle yaz aylarında iç mekân konforunun sağlanması ciddi bir enerji tüketimini doğurmuştur. Türkiye'nin beş iklim bölgesi göz önünde bulundurulduğunda da çağdaş ek müdahalesinin soğuk iklim bölgelerine doğru (Sivas ve Erzurum illerinde) ısıtma yükünde ve sıcak iklim bölgelerine doğru (İzmir ve Kocaeli illerinde) soğutma yükünde ciddi bir artış oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu hesaplamalar ve değerlendirmeler sonucunda Süleyman Paşa Hamamı için kullanılan çağdaş ekin tarihi yapının enerji performansında olumsuz etkisinin olduğu hipotezi doğrulanmıştır. Ayrıca Anadolu'da bulunan benzer plan tipindeki hamam yapıları için çağdaş ek tasarımında kullanılacak malzeme özelliklerine ve araziye yönelimine dair bir öneri oluşturulmuştur.

Süleyman Paşa Hamamı'nda restorasyon sonrası çağdaş ek kazanımı ile yapının iç mekân konforu ve toplam enerji yükü olumsuz etkilenmiştir. Çağdaş ek sonrası gelişen bu sorunların yapının tarihi özgün dokusuna zarar vermeden ve koruma kurallarının izin verdiği ölçüde çözülmesi gerekmektedir. Yapıya pasif iyileştirme teknikleri ile birlikte bulunduğu ortamın fiziksel koşullarından (mikroklima) da faydalanılarak önlemler alınabilir. Eğer pasif yöntemler yeterli gelmezse aktif iyileştirme teknikleri yapıya zarar vermeden en az müdahale ile gerekli izinler alındıktan sonra uygulanması yapının enerji tüketiminde önemli iyileştirmeler sağlayacaktır.

Tarihi yapılara çağdaş ek müdahalesi öncesinde detaylı araştırmalar yapılmalı, arsa ve yöne ilişkin uygun malzeme kullanımlarına göre tasarım parametreleri oluşturularak olumsuz etkiler gözden geçirilmeli ve simülasyon programları üzerinden gerekli enerji analizleri hesaplanmalıdır. Bu araştırmalar sonucunda seçilen çağdaş ek tasarım yaklaşımına göre (tekrar, uyum, zıt) en uygun malzeme, yapı tekniği ve forma karar verilmelidir. Tarihi yapıların kültürel sürdürülebilirliği kadar enerji sürdürülebilirliği de çok önemlidir.

Bu çalışmayı referans alarak yapılabilecek gelecek çalışmalar için birtakım öneriler sunulabilir;

1. Bu tez çalışması kapsamında tarihi yapının sadece özgün hali ve restorasyon sonrası halinin simülasyonları hesaplanmıştır. Fakat sadece iki malzeme kullanımı yerine alternatif yöntemler ve malzemeler ile çeşitlendirilerek analizler yapılabilir. Tez içeriğinde çağdaş ek tasarım yaklaşımlarında belirtilen tekrar, uyum ve zıt yöntemde tasarımlar üzerinden çeşitli senaryolarla zenginleştirilebilir.
2. Geleneksel yapım tekniklerinden ahşap karkas, tuğla, kesme taş teknikler ile düşük U değerine sahip cam ve çelik gibi modern yapım teknikleri kullanılarak oluşturulacak farklı restorasyon senaryoları simülasyonlar üzerinden kıyaslanabilir.
3. Bu çalışma kapsamında tek bir yapı üzerinden değişkenler incelenmiştir. Fakat benzer iklim bölgesinden yapı sayısı arttırılarak hipotez tekrar sınanabilir.
4. Çalışma kapsamında kullanılan simülasyon aracına ek olarak diğer simülasyon araçlarından da hesaplamalar tekrarlanarak sonuçlar karşılaştırılabilir.
5. Hamamın mevcut halinde herhangi bir ısıtma soğutma sistemi bulunmamakta ve külhan kullanılmamaktadır. Bu mekanlar için ısıtma soğutma sistemi eklenerek tekrar simülasyon sonuçları alınabilir.

KAYNAKLAR

- 3ENCULT., 2009, Efficient Energy for EU Cultural Heritage, Documentation of each study case CS6 Wilhelminian Villa , Dresden (Germany). *EUROPEAN COMMISSION*, 260162.
- Akbıyık, N., 2013, Tarihi çevrede yeni yapı olgusu ve bağlam ilişkisinin güncel uygulamalar üzerinden irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aktacir, M. A., Nacar, M. A., Yeşilata, B., 2006, Binalarda Enerji Verimliliği Amaçlı Yazılımlar Üzerine Kısa Bir Değerlendirmede. *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 853–862.
- Alev, Ü., Eskola, L., Arumägi, E., Jokisalo, J., Donarelli, A., Siren, K., Broström, T., Kalamees, T., 2014, Renovation alternatives to improve energy performance of historic rural houses in the Baltic Sea region. *Energy and Buildings*, 77, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.049>
- Ararat, M., 2018, *Tarihi Gaziantep Hamam Yapıları*. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ascione, F., Ceroni, F., De Masi, R. F., de' Rossi, F., Pecce, M. R., 2017, Historical buildings: Multidisciplinary approach to structural/energy diagnosis and performance assessment. *Applied Energy*, 185, 1517–1528. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.11.089>
- Ascione, F., De Rossi, F., & Vanoli, G. P., 2011, Energy retrofit of historical buildings: Theoretical and experimental investigations for the modelling of reliable performance scenarios. *Energy and Buildings*, 43(8), 1925–1936. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.040>
- Ateş Can, S., ve Uyguralp, Ö., 2022, Tarihi Çevrede Yeni Yapı / Ek ve Bağlam İlişkisi Relation of New Building / Addition in Historical Environment and Context. 13(1), 27–39.
- Avrupa Parlamentosu., 2012, 2009/125/EC ve 2010/30/EU Direktiflerini değiştiren ve 2004/8/EC ve 2006/32/EC Direktiflerini yürürlükten kaldıran enerji verimliliğine ilişkin 25 Ekim 2012 tarihli ve 2012/27/EU sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi. *Kapalı. J.Eur. Birlik*, 315, 1-56.
- Bakonyi, D., ve Dobszay, G., 2016, Simulation aided optimization of a historic window's refurbishment. *Energy and Buildings*, 126, 51–69. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.005>
- Balçık, S., Karaoğlu, G., Ayaz, B., 2022, Mimarlık Mirası Yapılarda Ek Mekân Tasarımlarının Değerlendirilmesi. *International Journal of Mardin Studies*, 3(1), 39–53.
- Balçık, S., ve Yamaçlı, R., 2022, Mimarlık Mirası Yapıların İşlevlendirilmesi ve Enerji Verimliliği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 29–40. <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.16950/iujad.1103402>
- Batur, A., 2003, Kentsel Korumada Cephe Sürekliliği: Konuralp örneği. *Mimar.ist Dergisi*.
- Belediyesi, İ., 2021, *Tarih Koridoru, Süleyman Paşa Hamamı*.
- Beyaztaş, H., 2020, *Yaklaşık Sıfır Enerjili Konut Binası Hedefi Bağlamında Yapı Kabuğunun Kent Dokusuna Bağlı Olarak Yeniden Tanımlanması*. 25(1).
- Biçer, Ö. P., ve Fazıl Akdağ., 2020, Tarihi Yapılarda Ekolojik Yaklaşımlar; Talas Amerikan Koleji Kampüsü. *Online Journal of Art and Design*, 8(4), 322–346.
- Bradley, D., ve Kummert, M., 2005, New evolutions in TRNSYS - a selection of version 16 features. *IBPSA 2005 - International Building Performance Simulation*

- Association 2005, 107–114.
- Bughrara, K. S. M., Arsan, Z. D., Akkurt, G. G., 2017, Applying underfloor heating system for improvement of thermal comfort in historic mosques: The case study of Salepçioğlu Mosque, Izmir, Turkey. *Energy Procedia*, 133, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.390>
- Çelik, A., 2021, *Tarihi Yapılarda Yeni Eklerin Yapı ve Doku İle İlişkisinin Tasarım Kavramları Açısından İrdelenmesi*. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cho, H. M., Yun, B. Y., Yang, S., Wi, S., Chang, S. J., Kim, S., 2020, Optimal energy retrofit plan for conservation and sustainable use of historic campus building: Case of cultural property building. *Applied Energy*, 275(January), 115313. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115313>
- Cilasun, A., ve Bayram, G., 2016, Making Urban Heritage Visible by the help of Lighting: A Cistern Example in the Historical İzmir Kadifekale. *MEGARON / Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal*, 11(2), 273–281. <https://doi.org/10.5505/megaron.2016.17363>
- Crawley, D. B., Hand, J. W., Kummert, M., Griffith, B. T., 2008, Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs. *Building and Environment*, 43(4), 661–673. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.027>
- De Vita, M., Massari, G., ve De Berardinis, P., 2020, Retrofit methodology based on energy simulation modeling applied for the enhancement of a historical building in L'Aquila. *Energies*, 13(12), 8–11. <https://doi.org/10.3390/en13123289>
- Dikmen, Ç. B., 2011, Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, 14(2), 121–134. <https://doi.org/10.2339/2011.14.2>
- EFFESUS., 2013, *EFFESUS : Energy efficiency in European historic urban districts: A practical guidance, European Commission DG research*.
- Eldem, N., 1992, Tarih Bilinci ve Çağdaş Kişilik. Arradamento Dekorasyon.
- Erdoğan, A. O., 2020, Enerji Etkinliği Yönünden Mersin Yöresel Konutlarının Betonarme Eklentileri Öncesi Ve Sonrasının Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi Toros Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2014.12.010%0A>
- Ertuğrul, A., 2009, Hamam Yapıları ve Literatürü. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 7(13), 241–266.
- Fedorczak-Cisak, M., Radziszewska-Zielina, E., Orlik-Kozdoń, B., Steidl, T., & Tatara, T., 2020, Analysis of the thermal retrofitting potential of the external walls of podhale's historical timber buildings in the aspect of the non-deterioration of their technical condition. *Energies*, 13(18), 1–35. <https://doi.org/10.3390/en13184610>
- Franco, G., 2018, Solar powered energy and eco-efficiency in a UNESCO site. Criteria and recommendations for the National Park of Cinque Terre, Italy. *Energy and Buildings*, 174, 168–178. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.05.059>
- Galatioto, A., Ricciu, R., Salem, T., & Kinab, E., 2019, Energy and economic analysis on retrofit actions for Italian public historic buildings. *Energy*, 176, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.167>
- Genç, G., 2022, *Tarihi Yapıların Enerji Verimli İyileştirilmesi İçin Bir Karar Destek Sistemi Önerisi*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Genç, G., ve Beyhan, F., 2021, Energy Efficient Improvement of Historic Buildings: a Case Study in Sinop. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(18), 11–25. <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.730>
- Güleroğlu, S. K., Karagüler, M. E., Kahraman, İ., Umdü, E. S., 2020, Methodological approach for performance assessment of historical buildings based on seismic,

- energy and cost performance: A Mediterranean case. *Journal of Building Engineering*, 31(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101372>
- Hao, L., Herrera-Avellanosa, D., Del Pero, C., Troi, A., 2020, What are the implications of climate change for retrofitted historic buildings? A literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12187557>
- Harputlugil, G. U., 2007, Mimari Tasarım Süreci İçinde Bina Enerji Simülasyon Programı Uygulamalarının Yeri. *Teknoloji*, 10(4), 249–265.
- Hensen, J. L., 2003, Simulating Building Performance-Just how Useful is it? *Rehva Journal*, 3.
- Historic England., 2011a, Energy efficiency and historic buildings Insulating Flat Roofs. *Structural Survey*, 29(3), 16–17. <https://doi.org/10.1108/ss.2011.11029caa.019>
- Historic England., 2011b, Energy efficiency and Historic Buildings Insulating Pitched Roofs at Ceiling Level. *Structural Survey*, 29(3), 16–17. <https://doi.org/10.1108/ss.2011.11029caa.019>
- Historic England., 2011c, Energy efficiency and historic buildings Insulating Solid Ground Floors. *Structural Survey*, 29(3), 16–17. <https://doi.org/10.1108/ss.2011.11029caa.019>
- Historic England., 2016a, Energy efficiency and historic buildings: Insulating Solid Walls. *Historic England*, 29(3), 16–17.
- Historic England., 2016b, Energy Efficiency and Historic Buildings: Insulation of Suspended Timber Floors. *Energy Efficiency and Historic Buildings*, 86. <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/eehb-insulation-suspended-timber-floors/>
- Historic England., 2016c, Secondary Glazing for Windows. *Energy Efficiency and Historic Buildings*, 85.
- Historic England., 2018, *Energy Efficiency and Historic Buildings: How to Improve Energy Efficiency*. 1–50.
- Historic Environment Scotland., 2015, *Refurbishment Case Study 19 - Trial Church Heating: Radiant Panels and Air Source Heat Pump at Kilmelford Church*. <https://www.historicenvironment.scot/archives-and-research/publications/publication/?publicationId=97fe7075-3d8c-4b73-8ad5-a59300fa03e6>
- Hong, T., Chou, S. K., Bong, T. Y., 2000, Building simulation: An overview of developments and information sources. *Building and Environment*, 35(4), 347–361. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(99\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(99)00023-2)
- Ivanović-Šekularac, J. A., Čikić Tovarović, J. L., Šekularac, N. D., 2016, Restoration and conversion to re-use of historic buildings incorporating increased energy efficiency: A case study - the haybarn complex, hilandar monastery, Mount Athos. *Thermal Science*, 20(4), 1363–1376. <https://doi.org/10.2298/TSCI160208131I>
- IEA, 2008, *Energy Efficiency Policy Recommendations*. OECD/IEA, Paris
- Jain, A. S., Saikia, P., Rakshit, D., 2020, Thermal energy performance of an academic building with sustainable probing and optimization with evolutionary algorithm. *Thermal Science and Engineering Progress*, 17(April 2019), 100374. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2019.100374>
- Kadioğlu, E. K., Kaya, D., Altınay, M., 2019, *Türkiye 'nin Enerji Verimliliği Politikaların İncelenmesi ve ABD , AB Ülkeleri ile Japonya 'daki Gelişmelere Genel Bir Bakış Turkey 's Energy Efficiency Policy Analysis and An Overview of Developments in US , EU countries and Japan*. 416–434.

- Kamiloğlu, O., ve Başkan, S., 1999, *Kazikli Hacı Hamza Bin İlvaz Kervansarayı*.
 Karakök, M. E. Ç., ve Gökarslan, A. B., 2017, *Ek " Kavramının Atölye Ortamında Deneyimlenmesi : Mass ' Workshop 2015*. 54–78.
- Kayan, L. E., 2020, *Tarihi yapılardaki çağdaş eklerin koruma ve tasarım bağlamı üzerine bir araştırma*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Keskin, T., ve Güven, A., 2020, 15. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği. *Türkiye’nin Enerji Görünüm*. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası., 365–382.
- Khosla, S., ve Singh, S. K., 2014, Energy efficient buildings. *International Journal of Civil Engineering Research*., 5(4), 361–366.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511718786.042>
- Kılıç, A., 2015, *Tarihi Çevrede Yeni Yapı-Yeni Ek Bağlamında Norman Foster Yapıları*. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kıray, M. T., ve Karaman, Ö. Y., 2006, Tarihi Yapıların/Dokuların Yenilenme sürecinde “Çağdaş Cephe ve Çatı Elemanları” Kullanımı. 8. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, 1–7.
- Kocabıyık, Y., 2014, *Yeniden İşlevlendirme Kavramı ve Bu Kapsamda İTÜ Taşkılla Binasının İncelenmesi*. Maltepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü.
- Korumaz, M., Dülgerler, O. N., İyit, N., 2010, İstanbul’daki Bazı Tarihsel Yapılardaki İlave Kat Uygulamaları Üzerine Bir Değerlendirme Önerisi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 9(2), 144–162.
- Loli, A., ve Bertolin, C., 2018, Towards zero-emission refurbishment of historic buildings: A literature review. *Buildings*, 8(2).
<https://doi.org/10.3390/buildings8020022>
- Magrini, A., ve Franco, G., 2016, The energy performance improvement of historic buildings and their environmental sustainability assessment. *Journal of Cultural Heritage*, 21, 834–841. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.03.012>
- Martinopoulos, G., & Tsalikis, G., 2014, Active solar heating systems for energy efficient buildings in Greece: A technical economic and environmental evaluation. *Energy and Buildings*, 68, 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.09.024>
- Massarotti, N., Mauro, A., Normino, G., Vanoli, L., Verde, C., Allocca, V., Calcaterra, D., Coda, S., de Vita, P., Forzano, C., Palombo, A., Cosenza, P., 2020, Innovative solutions to use ground-coupled heat pumps in historical buildings: A test case in the city of Napoli, Southern Italy. *Energies*, 14(2).
<https://doi.org/10.3390/en14020296>
- Murgul, V., 2014, Features of energy efficient upgrade of historic buildings (illustrated with the example of saint-petersburg). *Journal of Applied Engineering Science*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.5937/jaes12-5609>
- Murgul, V., ve Pukhkal, V., 2015, Saving the architectural appearance of the historical buildings due to heat insulation of their external walls. *Procedia Engineering*, 117(1), 891–899. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.173>
- Mutlu, Y., 2012, Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi The energy potential of Turkey and its importance of renewable energy sources in terms of electricity production Mutlu YILMAZ. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33–54.
- Öktem Erkartal, P., ve Özür, M. O., 2016, Tarihi Dokuyu Taklit Etme/Yok Sayma *Fill InTheBlanks, Fener- Balat Workshop, İstanbul*, 145–155.
<https://doi.org/10.18192/jpp.v29i1-2.4949>
- Onecha, B., ve Dotor, A., 2021, Simulation method to assess thermal comfort in

- historical buildings with high-volume interior spaces—the case of the gothic basilica of sta. Maria del mar in barcelona. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su13052980>
- Orhan, G., ve Ekici, B. B., 2022, Farklı İklim Bölgelerinde Çatı Türünün Bina Isıtma ve Soğutma Yüküne Etkisi The Effect Of Roof Type On Building Heating And Cooling Loads İn Different Climate Zones. 43, 110–115. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1190487>
- Orhon, A. V., ve Altın, M., 2017, Mimari Sürdürülebilirlik İçin Bir Değerlendirme Aracı Olarak Benzetim Use of Simulation As a Sustainability Assessment Tool for Architecture. March.
- Örkmez, A. S., 2012, Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Isıl Konforun Değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özbalta, T. G., Yildiz, Y., Bayram, I., Yılmaz, O. C., 2021, Energy performance analysis of a historical building using cost-optimal assessment. *Energy and Buildings*, 250, 111301. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111301>
- Özdemir, S., ve Bektaş Ekici, B., 2020, Evaluation of the Energy Performance of Traditional Harput Houses: Şefik Gül House Sample. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, December 2020. <https://doi.org/10.46460/ijiea.799172>
- Öztürk, H. K., Atalay, Ö., & Yılcı, A., 2005, Yapılarda Kullanılan HVAC Sistemlerinde Kontrol ve Enerji Verimliliği. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 69–76.
- Pacheco, R., Ordóñez, J., & Martínez, G., 2012, Energy efficient design of building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3559–3573. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.045>
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C., 2008, A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40(3), 394–398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007>
- Pisello, A. L., Petrozzi, A., Castaldo, V. L., Cotana, F., 2014, On an innovative integrated technique for energy refurbishment of historical buildings: Thermal-energy, economic and environmental analysis of a case study. *Applied Energy*, 162, 1313–1322. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.05.061>
- Polat, Ö., Yeşildal, A., Fidan, R., Şahin, E., Cevherli, A., Sevil, Z., Narin, R., & Şenel, V., 2010, *Açık hava Müzesi* (T. Büyükkakın (ed.)).
- Rosa, F., 2020, Building-Integrated Photovoltaics (BIPV) in Historical Buildings: Opportunities and Constraints. *Energies*, 13 (14).
- Rospi, G., Cardinale, N., Negro, E., 2017, Energy performance and economic feasibility study of historical building in the city of Matera, Southern Italy. *Energies*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/en10122009>
- Sağlam, K., ve Tavşan, C., 2019, Tarihi Çevrede Çağdaş Eklerin Biçimsel ve Kavramsal Kriterlere Bağlı Karşılaştırılması. *Yakın Doğu Üniversitesi Yakın Mimarlık Dergisi*, 3(1), 48–65.
- Şahin, M., 2011, Bir Yanılsama: EK. TMMOB Mimarlık Dergisi 359: 33-39.
- Şahin, C. D., 2013, Energy Efficient Retrofitting of Historical Buildings : a Case Study on the Building of Basmane Semt Merkezi İzmir. December, 85.
- Şahin, Cem Doğan, Arsan, Z. D., Tunçoku, S. S., Broström, T., Akkurt, G. G., 2015, A transdisciplinary approach on the energy efficient retrofitting of a historic building in the Aegean Region of Turkey. *Energy and Buildings*, 96, 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.03.018>
- Şekularac, N. D., Šumarac, D. M., Čikić Tovarović, J. L. J., Čokić, M. M., Ivanović-

- Şekularac, J. A., 2018, Re-use of historic buildings and energy refurbishment analysis via building performance simulation (BPS) - A case study. *Thermal Science*, 2018(6), 2335–2354. <https://doi.org/10.2298/TSCI171124089S>
- Taş, Ç. S., 2019, Tarihi Camilerde Termal Konfor İncelemesi: Trabzon Çarşı Cami Örneği. Yüksek Lisans Tezi.
- Timur, B. A., 2019, Thermal Retrofitting on Traditional Buildings With Exterior Hall (Sofa): Urban and Rural Houses of Muğla. December.
- Tokuç, A., 2009, Bina Enerji Benzetim Araçları ve Seçim Ölçütleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(3), 20.
- TS 825, 2013, “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tuncel, Y. B., 2019, Modern Mimarlık Dönemi Konut Binalarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: İstanbul Bağdat Caddesi Örneği. *İstanbul Teknik Üniversitesi ? Fen Bilimleri Enstitüsü Modern*, 3, 1–9.
- Utkuğ, G. S., 2009, Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimar Tesisa Mühendisi Birliği. *4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, 21–36.
- Velioğlu, A., 1992, *Tarihi Çevre İçinde Mimari Tasarım ve Süreci Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Webb, A. L., 2017, Energy retrofits in historic and traditional buildings: A review of problems and methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77(May), 748–759. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.145>
- Yıldırım, Ş., 2021, *İşlev Değişikliğinin Tarihi Hamam Yapıları Üzerindeki Etki Ve Sorunları: Üsküdar Yeşil Direkli Hamam Örneği.* Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Yüceer, S. N., 2015, Yapıda çevre ve enerji. Nobel, Ankara.
- Zeren, M. T., 2010, Tarihi Çevrede Yeni Ek ve Yeni Yapı Olgusu. İstanbul: Yalın Yayıncılık.

WEB KAYNAKÇA

- URL-1: <https://tr.depositphotos.com/71197489/stock-photo-traditional-architecture-in-belgium.html>
- URL-2: <https://images.app.goo.gl/pDQpKrMqoaHp4VZ56>
- URL-3: <https://www.northlinkferries.co.uk/aberdeen-blog/the-city-of-performances-and-events/>
- URL-4: <https://www.arkitektuel.com/beyazit-devlet-kutuphanesi/>
- URL-5: <https://www.arkitera.com/haber/tabanlioglu-mimarlik-beyazit-kutuphanesini-yeniledi/>
- URL-6: <http://mimdap.org/2008/09/dodha-tarihi-muzesi-kozaya-girdi/>
- URL-7: <https://www.tekfursarayi.istanbul/tr/tefur-sarayi-muzesi#images1>
- URL-8: <https://www.tekfursarayi.istanbul/tr/tefur-sarayi-muzesi#images-1>.
- URL-9: <https://www.vitracagdasimimarlikdizisi.com/projeler/Kaz%C4%B1kl%C4%B1-Kervansaray%C4%B1-Restorasyonu-ve-Ic-ek-Kultur.aspx>
- URL-10: <https://www.diken.com.tr/bir-restorasyon-haberi-izmir-belediyesinden-200-yillik-binaya-modern-dokunus/>
- URL-11: <https://yapidergisi.com/islevsel-donusumde-yaraticilik/>
- URL-12: <http://www.hasmatik.com.tr/project-esma-sultan-yalisi.html>

- URL-13: <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/ankara/gezilecekyer/cengel-han-rahm-m-koc-muzes>
- URL-14: <http://www.muzeder.org/v2/index.php/component/k2/item/3-rahmi-koc-muzesi-ankara>
- URL-15: <https://ecarch.com/works/beyoglu-belediyesi/>
- URL-16: <https://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners/5038268028ba0d599b001102>
- URL-17: <https://www.arkitera.com/proje/museum-de-fundatie-ek-yapisi/>
- URL-18: <https://www.arkitektuel.com/royal-ontario-muzesi-kristal/rom-1140x650/>
- URL-19: <https://www.arkitera.com/proje/mariehoj-kultur-merkezi/>
- URL-20: https://www.ribapix.com/Clapham-Manor-Primary-School-Lambeth-London_RIBA70053# (<https://drmmstudio.com/project/clapham-manor-school/>)
- URL-21: <https://stadtbildberlin.wordpress.com/schwerpunktthema-energetische-sanierungen/#jp-carousel-3342>
- URL-22: <https://www.todoensolar.com/Colored-Solar-Panel>
- URL-23: <https://www.otsproje.com.tr/tr/proje-detay/kocaeli-suleyman-pasa-hamami.html?I=210>
- URL-24: <https://www.archdaily.com/21168/autodesk-announces-ecotect-analysis-2010-and-free-guide-to-sustainable-design>
- URL-25: <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP-r>
- URL-26: <https://www.iesve.com/>