

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**GELENEKSEL HARPUT KONUTLARININ ENERJİ ETKİN
İYİLEŞTİRİLMESİ: HACI KERİM SUNGUROĞLU KONAĞI**

Beyzanur KILIÇ

Yüksek Lisans Tezi

MİMARLIK ANABİLİM DALI

EYLÜL 2022

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**GELENEKSEL HARPUT KONUTLARININ ENERJİ ETKİN
İYİLEŞTİRİLMESİ: HACI KERİM SUNGUROĞLU KONAĞI**

Tez Yazarı
Beyzanur KILIÇ

Danışman
Doç.Dr. Nihal Arda AKYILDIZ

EYLÜL 2022
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı:	Geleneksel Harput Konutlarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: Hacı Kerim SUNGUROĞLU Konağı
Yazarı:	Beyzanur KILIÇ
İlk Teslim Tarihi:	30.05.2022
Savunma Tarihi:	30.09.2022

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Doç.Dr. Nihal Arda AKYILDIZ Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi	<i>İmza</i> Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. Yusuf YILDIZ Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi	Onayladım
Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Murat ŞAHİN Fırat Üniversitesi Mimarlık Fakültesi	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza
Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Geleneksel Harput Konutlarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: Hacı Kerim SUNGUROĞLU Konağı ” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

30.09.2022

Beyzanur KILIÇ





Babam'a,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgisi, tecrübesi ve pozitif bakış açısı ile beni yönlendiren, en yorucu dönemlerde dahi motive olmamı sağlayan, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen, yaptığım çalışma kapsamında yol gösterici olan, çalışma azmi ve işine olan tutkusuna hayran kalarak örnek almaya çalıştığım saygıdeğer hocam Doç. Dr. Nihal Arda AKYILDIZ’a,

Lisans eğitimi ile beraber lisansüstü eğitim sürecinde de öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum mesleki olarak yetişmemde emekleri oldukça fazla olan bilimsel, teknik vb. birçok sorunda kapısını çaldığım saygıdeğer hocam Doç. Dr. Betül BEKTAŞ EKİCİ ve tüm Fırat Üniversitesi Mimarlık Fakültesi hocalarına,

Tez kapsamında gerekli olan standartlar ve bu standartlara erişebilirliğime ilişkin sorular hususunda yönlendirici katkıları için Prof. Dr. Nihat TOSUN’a,

Çalışmaya konu olan ve günümüzde Elazığ Belediyesi Koruma, Uygulama ve Denetim Büroları (KUDEB) Birimi’ne ev sahipliği yapan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı’nın gerekli belge ve bilgilerini edinmem hususunda yardımcı olan Elazığ Belediyesi ve ilgili birimi KUDEP çalışanlarına,

Çalışmada kullanılan program özelinde birçok soruma cevap bulmamda desteklerini esirgemeyen sayın meslektaşım Resul ÖZLÜK’e,

Kendi sürecimi yönetirken şahsıma duydukları güveni her daim bana hissettiren, motivasyon ve hayat tecrübeleri ile bilfiil yanımda olan sevgili annem, babam ve akademik başarılarını her zaman heyecanla takip ederek örnek aldığım, bilgi ve tecrübeleri ışığında bana yön veren, çalışmalarım süresince yanımda olan ağabeyim Arş. Gör. Batuhan KILIÇ’a,

Süreç içerisinde manevi destekleri yadsınamayacak kadar büyük olan çok kıymetli dostlarıma, sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Beyzanur KILIÇ
ELAZIĞ, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xii
EKLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER	xiv
KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Çalışma Yöntemi ve Kapsamı	3
1.3. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	4
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE	12
2.1. Enerji Etkin Yapı	12
2.1.1. Kullanıcıya İlişkin Değişkenler	13
2.1.2. İklimle İlişkin Değişkenler	14
2.1.3. Yapıya İlişkin Değişkenler	17
2.2. Geleneksel Yapılarda Enerji Etkinliği	19
2.3. Geleneksel Elazığ-Harput Konutları	22
2.3.1. Geleneksel Elazığ-Harput Konutları Mimari Özellikleri	26
2.3.2. Geleneksel Elazığ-Harput Konutları Enerji Etkinlik Değerlendirmesi	29
3. MATERYAL VE METOT	31
3.1. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı	31
3.1.1. Yapının Tarihsel Değeri ve Korunma Durumu	33
3.1.2. Yapının Fiziksel Özellikleri	35
3.1.3. Yapının Enerji Etkinlik Değerlendirmesi	43
3.2. Yapının Modellenmesi ve Veri İşleme	45
3.2.1. Yapının Modellenmesi	45
3.2.2. Yapının Simülasyon Verilerinin İşlenmesi ve Kabuller	47
3.2.3. Simülasyon Modelinin Kalibrasyonu	51
3.3. Yapının Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Geliştirilen Senaryolar	53
4. BULGULAR.....	55
4.1. Yapının Mevcut Enerji Tüketim Değerlerinin Hesaplanması.....	55
4.2. Yapının Oluşturulan Senaryolar ile Enerji Tüketim Değerlerinin Hesaplanması	58
4.2.1. Dış Duvar Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 1)	58
4.2.2. İç Duvar Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 2).....	63
4.2.3. Çatı Döşeme Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 3)	68
4.2.4. Saydam Bileşen Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 4)	70
4.3. Optimum Senaryonun Geliştirilmesi	73
5. SONUÇLAR.....	79

KAYNAKLAR.....	82
EKLER	87
ÖZGEÇMİŞ	



ÖZET

Geleneksel Harput Konutlarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: Hacı Kerim SUNGUROĞLU Konağı

Beyzanur KILIÇ

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

Eylül 2022, Sayfa: xiv + 91

Sanayi devrimi sonrasında gelişen yeni dünya düzeni ile toplumların doğal çevreyle olan ilişkileri ve doğal enerjiyi kullanım düzeyleri oldukça önemli hale gelmiştir. Enerji tüketimi konusunda çok büyük paya sahip olan yapı sektöründe sınırlı kaynakların azalması ile oluşturulan ve çevreci olmayan yaklaşımlar yerini günden güne sürdürülebilir sistemler oluşturma gayesine bırakmıştır. Son yıllarda sıklıkla karşılaşılan sürdürülebilirlik çalışmalarında geçmişten günümüze ulaşan özgün nitelikleriyle değerini katlayan geleneksel yapıların, çevreci tasarım kriterleri ve enerjiyi etkin kullanma düzeyleri açıkça görünür olmaya başlamıştır. Bu nedenle, geleneksel yapılarda ortaya konan enerji etkinlik değerinin yükseltilmesi ve tarihi dokunun uzun yıllar yaşamasına fırsat verilmesi hedeflenmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Elazığ ili Harput bölgesinde varlığını koruyan özgün ve nitelikli yapılardan biri olan, Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın enerji etkinliğini artırmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışma kapsamında 4 adet senaryo ve bunlara göre şekillenen 1 optimum senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryolar girdi verilerinin tanımlanması ile bina simülasyon aracı olan DesignBuilder yazılımında modellenerek analiz edilmiş ve tüketilen ısıtma, soğutma, toplam enerji değeri ile CO₂ salım değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar, geleneksel yapının kimlik değerine zarar vermeyecek uygulamalar ile %36'ya varan enerji tasarrufu ve %38'e varan CO₂ salım değerinde azalma sağlanabileceğini ortaya koymuştur.

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı örneği ile iklimle dengeli tasarım içerisinde olan geleneksel yapıların yaşatılması ve enerji etkinlik değerlerinin artırılmasının mümkün olduğu görülmektedir. Bu çalışma yeni yapılacak ya da yeniden işlevlendirilecek yapılar için tasarımcıların kullanabilecekleri dikkate değer bir kaynak niteliğinde olması adına rehberlik edecektir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Geleneksel Mimari, Tarihi Yapı, Konfor Analizi.

ABSTRACT

Energy Efficient Improvement of Traditional Harput Housing in Context of Sustainability: Hacı Kerim SUNGUROĞLU Mansion

Beyzanur KILIÇ

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture

September 2022, Pages: xiv + 91

With the new world order that developed after the industrial revolution, the relations of societies with the natural environment and the level of use of natural energy have become very important. In the building sector, which has a very large share in energy consumption, the non-environmentalist approaches created by the reduction of limited resources have been replaced by the aim of creating sustainable systems day by day. In the sustainability studies that have been frequently encountered in recent years, the environmental design criteria and the level of energy efficient use of traditional buildings, which multiply their value with their unique qualities that have survived from the past to the present, have become clearly visible. For this reason, it is necessary to increase the energy efficiency value of traditional buildings and to allow the historical texture to live for many years.

Within the scope of this study, studies have been carried out to increase the energy efficiency of Hacı Kerim Sunguroğlu Mansion, which is one of the original and qualified structure that preserves its existence in the Harput region of Elazığ province. In this context, within the scope of the study, 4 scenarios and 1 optimum scenario shaped according to them were created. These scenarios were modeled and analyzed in DesignBuilder software, which is a building simulation tool with the definition of input data, and the consumed heating, cooling, total energy value and CO₂ emission values were calculated. The results revealed that up to 36% energy savings and up to 38% reduction in CO₂ emission value can be achieved with applications that will not harm the identity value of the traditional building.

With the example of Hacı Kerim Sunguroğlu Mansion, it is seen that it is possible to keep traditional buildings in a climate-balanced design alive and to increase their energy efficiency values. This study will guide to be a remarkable resource that designers can use for new or re-functional structures.

Keywords: Energy Efficiency, Traditional Architecture, Historical Building, Comfort Analysis.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Tez Akış Şeması	4
Şekil 1.2. Geleneksel Yapıların Araştırılma Sebepleri.....	8
Şekil 1.3. Analiz Edilen Geleneksel Yapı Türleri ve Dağılımı	9
Şekil 2.1. Türkiye İklim Bölgeleri	15
Şekil 2.2. Elazığ İli Türkiye Haritasındaki Konumu ve İl Haritası	23
Şekil 2.3. Tarihi Harput Kalesi	24
Şekil 2.4. Elazığ İli Komşu İller İlişkisi ve Çevrili Olduğu Baraj Gölleri	25
Şekil 2.5. Geleneksel Harput Sokak Genel Görünüşü	27
Şekil 2.6. Geleneksel Harput Konutu Genel Görüntüsü ve Sokak Cephesindeki Şahnişin Detayı	27
Şekil 3.1. Metodoloji Akış Şeması.....	31
Şekil 3.2. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Arazide Yerleşimi	32
Şekil 3.3. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Vaziyet Planı	32
Şekil 3.4. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı ve Sağır Müftü Konağı Güney Batı Görünümü	33
Şekil 3.5. Güneydoğu Odasında Tavan Ahşap Kirişleri Üzerindeki Sülüs Detayı	34
Şekil 3.6. Harput Sergi Salonu.....	35
Şekil 3.7. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Zemin Kat Restorasyon Planı	36
Şekil 3.8. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Üst Kat Restorasyon Planı	37
Şekil 3.9. Ocak Üzerinde Bulunan Süsleme Detayları.....	38
Şekil 3.10. Üst Kat Sofada Bulunan Çark.....	38
Şekil 3.11. Üst Kat Tavan Ahşap Kiriş ve Süslemeler.....	39
Şekil 3.12. Kirişlerde Yer Alan Kuran-ı Kerim Ayetleri	39
Şekil 3.13. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Düz Dam Restorasyon Planı	40
Şekil 3.14. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Kuzey Görünüşü.....	41
Şekil 3.15. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Güney Görünüşü.....	41
Şekil 3.16. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Doğu Görünüşü	42
Şekil 3.17. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Batı Görünüşü	42
Şekil 3.18. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Üç Boyutlu Model Güneybatı Perspektifi	46
Şekil 3.19. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Üç Boyutlu Model Kuzeybatı Perspektifi	46
Şekil 3.20. Isıl Bölgeler	48
Şekil 3.21. Gerçek ve Simülasyon Doğalgaz Verilerinin Karşılaştırılması	53
Şekil 4.1. Mahallerin Isıtma Enerjisi Tüketim Değerleri	55

Şekil 4.2.	Mahallerin Soğutma Enerjisi Tüketim Değerleri.....	56
Şekil 4.3.	Referans Yapı Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri	57
Şekil 4.4.	Referans Yapı CO ₂ Salım Değerleri	58
Şekil 4.5.	Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-1'e Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri.....	60
Şekil 4.6.	Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-1'e Göre Yapının CO ₂ Salım Değerleri (Yalıtım Türü).....	61
Şekil 4.7.	Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-1B'ye Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri (Kalınlık)	62
Şekil 4.8.	Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-2C'ye Göre Yapının CO ₂ Salım Değerleri (Kalınlık)	63
Şekil 4.9.	İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-2'ye Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri.....	64
Şekil 4.10.	İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-2'ye Göre Yapının CO ₂ Salım Değerleri..	65
Şekil 4.11.	İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-3B'ye Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri (Kalınlık)	66
Şekil 4.12.	İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-3B'ye Göre Yapının CO ₂ Salım Değerleri (Kalınlık)	67
Şekil 4.13.	Çatı Döşeme Detaylarına İlişkin Oluşturulan Yalıtım Türü Senaryo-4'e Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri.....	69
Şekil 4.14.	Çatı Döşeme Detaylarına İlişkin Oluşturulan Yalıtım Türü Senaryo-4'e Göre Yapının CO ₂ Salım Değerleri	70
Şekil 4.15.	Saydam Bileşen Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-4'e Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri	72
Şekil 4.16.	Saydam Bileşen Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-4'e Göre Yapının CO ₂ Salım Değerleri	73
Şekil 4.17.	Optimum Senaryoya İlişkin Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri .	74
Şekil 4.18.	Optimum Senaryoya İlişkin Yapının CO ₂ Salım Değerleri	75
Şekil 4.19.	Mevcut Yapı ve Optimum Senaryo'da Mahallerin Tüketilen Isıtma Enerjisi Değerleri	76
Şekil 4.20.	Mevcut Yapı ve Optimum Senaryo'da Mahallerin Tüketilen Soğutma Enerjisi Değerleri	77

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Enerji Etkin Bina Kavramına İlişkin Yapılmış Çalışmalar	5
Tablo 2.1. Bazı Aktiviteler ve Metabolizma Düzeyleri (MET)	14
Tablo 2.2. Giysi Türleri ve Isı Geçirme Direnç Miktarları (Clo).....	14
Tablo 2.3. İklim Bölgelerine Göre Optimum Yönlendirme	18
Tablo 2.4. İklim Bölgelerine Göre İklim Ölçütleriyle Oluşturulan Tasarım Kriterleri	18
Tablo 3.1. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın Enerji Etkinlik-Yapıya İlişkin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi	44
Tablo 3.2. Mahal Kullanım Alanları, Kullanıcı Yoğunluğu ve Faaliyet Şablonları.....	49
Tablo 3.3. Mahal İç Hava Standart Sıcaklıkları ve Havalandırma Özellikleri	50
Tablo 3.4. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'na Ait Simülasyon İçin Tanımlanan Veriler	50
Tablo 3.5. Kullanılan Malzemelerin Termofiziksel Özellikleri	51
Tablo 3.6. Uluslararası Ölçüm, Doğrulama ve Enerji İhtiyacı Standartları ve Protokollerinin doğrulama sınır değerleri	52
Tablo 3.7. Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değerleri.....	54
Tablo 3.8. 1 kWh Elektrik ve Doğalgazın CO ₂ Salım Değeri Karşılığı	54
Tablo 4.1. Dış Duvar Detayına İlişkin Yalıtım Türü Senaryolarında Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri	59
Tablo 4.2. Dış Duvar Detayına İlişkin 1B Senaryolarında Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri (Kalınlık)	61
Tablo 4.3. İç Duvar Detayına İlişkin Senaryolarda Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri.....	64
Tablo 4.4. İç Duvar Detayına İlişkin 2C Senaryolarında (Kalınlık) Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri	66
Tablo 4.5. Çatı Döşeme Detayına İlişkin Senaryolarda Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri	68
Tablo 4.6. Saydam Bileşen Detayına İlişkin Senaryolarda Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri	71
Tablo 4.7. Optimum Senaryoya İlişkin Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri.....	74

EKLER LİSTESİ

Ek- 1: Aylara Göre Elazığ İli Ortalama İklim Verileri	87
Ek- 2: Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Projesi Detay Çizimleri.....	88
Ek- 3: Kalorifer Tesisatı Projelendirme Esas Mahal İç Hava (Standart) Sıcaklıkları Çizelgesi	91



SİMGELER

cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
Clo	: Isı Geçirme Direnci
H	: Hacim
kg	: Kilogram
kWh	: Kilowatt saat
m	: Metre
m ²	: Metrekare
mi	: Ölçülen gerçek değer
MJ/m ²	: Birim metrekaredeki enerji kullanım yoğunluğu
$\overline{mp}$	: Ölçülen gerçek değerlerin ortalaması
Np	: 'p' aralığındaki verilerin sayısı
Si	: Simüle edilen değer
SO	: Saydamlık Oranı
U	: Isıl Geçirgenlik Değeri
U _D	: Dış Duvarın Isıl Geçirgenlik Değeri
U _T	: Tavanın Isıl Geçirgenlik Değeri
U _t	: Zemine Oturan Tabanın/Döşemenin Isıl Geçirgenlik Değeri
U _P	: Pencere Isıl Geçirgenlik Değeri
Y	: Yüzey Alanı
°	: Derece
°C	: Derece Celsius
%	: Yüzde
λ	: Isıl İletkenlik Katsayısı

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BES	: Bina Enerji Simülasyonu
CDP	: Carbon Disclosure Project
CV-RMSE	: Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error
EPS	: Expanded Polystyren Foam
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HVAC	: Heating, Ventilation and Air Conditioning
MBE	: Mean Bias Error
MET	: Metabolizma Düzeyi Birimi
M.Ö	: Milattan Önce
PV	: Fotovoltaik
SBTI	: Science Based Targets Initiative
TDK	: Türk Dil Kurumu
UNGC	: United Nations Global Compact
WCED	: World Commission on Environment and Development (Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu)
WRI	: World Resources Institute
WWF	: World Wide Fund for Nature
XPS	: Ekstrude Polystyren Foam

1. GİRİŞ

Enerji kavramı, bireysel ve toplumsal yaşam için gerekli ekonomik kalkınmanın temelini oluşturan bir kaynaktır. Tarihsel süreç içerisinde özellikle sanayi devrimi ve sonrasında gelişen ekonomik faaliyetlerin artışı, üretim ve tüketim dengelerini değiştirmiş olup beraberinde enerji kaynaklarına olan bağımlılığın da artmasına neden olmuştur. Artan ekonomik faaliyetler enerji kaynaklarının kontrolsüz tüketimini ve çevre sorunlarını gündeme getirmiştir. Kontrolsüz enerji tüketimi, iklim değişikliği gibi birçok önemli çevresel soruna da neden olmaktadır [1]. Geçmişten günümüze toplumların temel ihtiyacı olan enerji kavramı, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde önem kazanmış olup son yıllarda yapı sektöründe sürdürülebilir mimarlık kavramını sıkça gündeme getirmeye başlamıştır. Sürdürülebilir mimarlık; enerjinin etkin kullanıldığı, mevcut ekosisteme ve iklime uygun yapıların tasarlanmasıdır. Sürdürülebilir mimarlık politikaları; ekosistem ile dengeli, mevcut enerji tüketiminin en aza indirilme kaygısının var olduğu tasarımlar yapan ve aynı zamanda enerji etkin yapı tasarımının da ana temelini oluşturan bir kavramdır.

Yapı sektörü küreselde enerji ihtiyacının yaklaşık %31'inden, enerji kaynaklı karbondioksit emisyonlarının ise yaklaşık üçte birinden sorumludur [2]. Bu oranlara bakıldığında enerji tüketiminin yapılar çevrede büyük bir oranda gerçekleşmesi, var olan yapıların enerji etkin iyileştirilmesi ve birçok ülkenin bu konuda harekete geçmesine neden olmuştur. Geleneksel yapılar, var olan bu yapı stoğu içerisinde önemli düzeyde yer kaplamaktadır. Geleneksel yapıların sahip olduğu kültürel değerlerin yanı sıra yapı stoğundaki bu büyük oranlarıyla da enerji çalışmalarına konu olmalarının kaçınılmaz olduğu görülmektedir [3]. Caro ve Sendra [4], Avrupa tarihi binalarını enerji verimliliği hedeflerinden hariç tutsa da, binaların işletilmesini teşvik etmek ve tarihi şehirlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmak üzere, enerji iyileştirme planlarında listelenen konutların dahil edilmesinin faydalı olacağını ortaya koymuştur. Ancak bu değerlerin korunmasını tehlikeye atmayan enerji rehabilitasyon planları oluşturmak için güvenilir deneysel çalışmalar yapılması gerekliliği göz ardı edilmemelidir. Söz edildiği gibi enerji etkin tasarımlarının oluşturulma kaygısı; uzun yıllar varlığını korumuş, iklimle dengeli tasarım kriterleri göz önünde bulundurularak oluşturulmuş, sürdürülebilirlik değerleri olumlu yönde tartışılan *geleneksel yapı ve yapı çevrelerinin* de birçok araştırmaya konu olmasını sağlamıştır. Geleneksel yapılar, enerji performansı ile ilgili gerekli tekniklerin teknolojiye uzak olduğu dönemlerde inşa edilmesinin yanı sıra ısıtma amaçlı kullandıkları yakıtlar ile doğaya fazlasıyla zarar vermektedir. Bu yapılar her ne kadar günümüz yapılarının konfor koşullarından daha düşük seviyelerde bulunsalar da yapıldıkları dönem içerisinde sürdürülebilir kaygılar taşıyarak tasarlanmışlardır.

Kültürel Miras değerlerimiz arasında yer alan geleneksel yapıların geçmişin izlerini yok etmeden gelecek kuşaklara aktarılması, aktif şekilde günümüz yaşamına entegre edilmesi ve yeni kullanıcıları için yeterli konfor koşullarını sağlayacak duruma getirilmesi ile ilgili çalışmalar yeni

bir ihtiyaç kabul edilmektedir [5]. Bu bağlamda geleneksel çevrelerde enerji etkinliği düşünülen uygulamalar ile kültürel ve mekânsal sürdürülebilirliklerinin sağlanması hedeflenmektedir. Tez çalışması kapsamında tarihi yapılarda daha uygun konfor koşullarının sağlanarak, bu yapıların sürdürülebilir mekânlar haline gelmesinin sağlanması amacıyla, tarihi yapıların enerji verimliliğine yönelik müdahalelerin neler ve nasıl olabileceğinin, yaklaşık sıfır enerjili yapılar seviyesine nasıl getirilebileceğinin dünyadaki örnekler de göz önünde bulundurularak disiplinler arası bir çalışma ile araştırılması hedeflenmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Yapıların kültürel ve tarihi önemini sürdürme gerekliliğinin yanında enerji verimliliği önlemleri ve iç ısı konforu birleştirme hedefleri bilimsel alanda son yılların önemli konuları olmaktadır. Bu nitelikleri barındıran geleneksel mimarlık ürünlerinin değeri ise gün geçtikçe artmaktadır. Enerji Etkin Bina Tasarımı üzerine son yıllarda yapılmış olan çalışma sayısı oldukça fazla olmasına karşın, tarihi dokuda ve Geleneksel Harput Evlerinde bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır. Buradan hareketle çalışmada, Geleneksel Harput Evleri içerisinde yer alan ve tescilli yapı niteliğindeki Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın incelenmesi ile birlikte çalışmanın özgün değerinin ortaya konması ana hedefler arasında yer almaktadır.

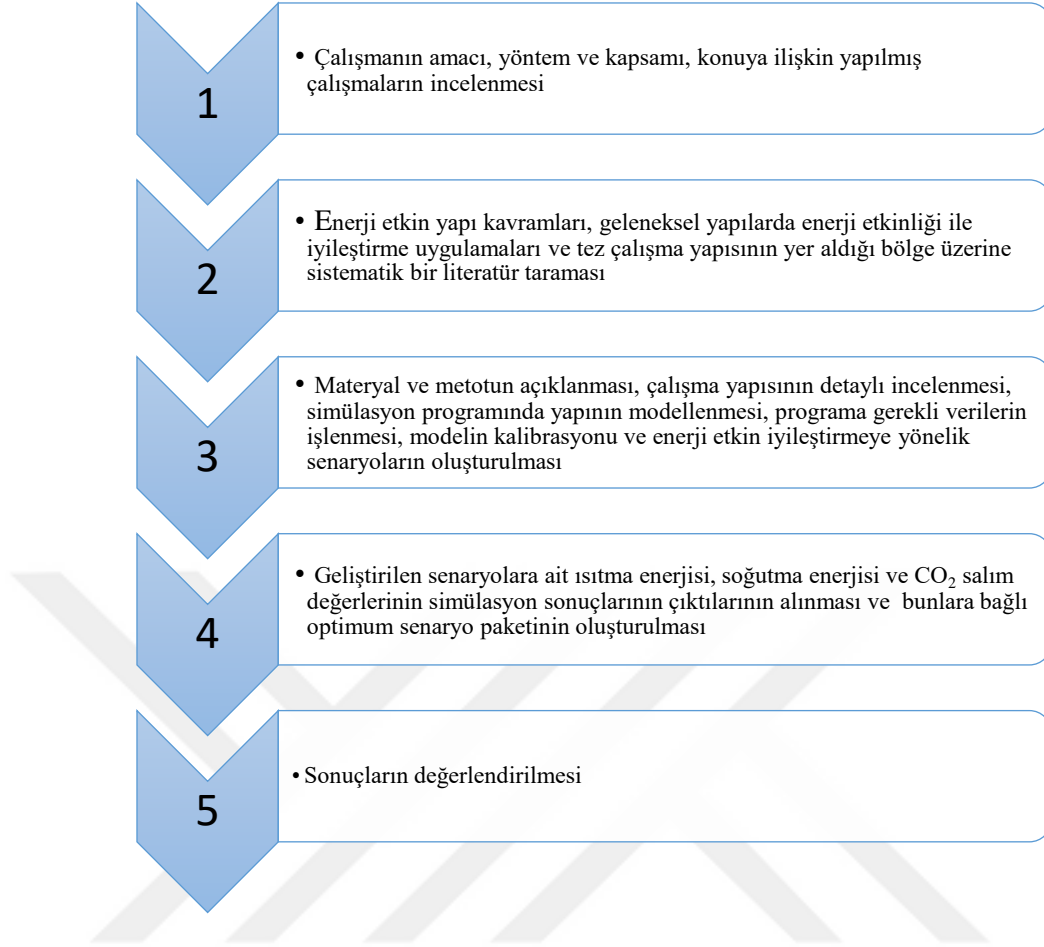
Çalışmada, Geleneksel Harput Evleri'nin geleneksel konut planlamalarının incelenmesi, değerlendirilmesi ve enerji etkinlik yönünden mevcut niteliğinin ortaya konmasının yanısıra mevcut durumunun enerji verimliliği açısından geliştirilmesi de hedeflenmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda çalışmaya konu olan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın:

- Geleneksel mimarinin bulunduğu çevreye uyumuyla şekillenen; mimari planlama kriterleri, iklim duyarlılığı, sürdürülebilirliği ve enerji korunumunda etkinliğinin tespiti,
- Yeni yapılacak ya da yenilenecek yapılar için iklimsel konfor koşullarının sağlanabildiği daha yaşanabilir mekânlar oluşturmadaki tasarım önerileri için kaynak ve rehberliği,
- Geleneksel yapıları Kültürel Miras Değerlerini koruyarak sürdürülebilir enerji etkin yapılar haline getirmek ve bu uygulamalar ile geleneksel doku içerisinde enerji etkin çalışmaların yaygınlaşmasını sağlamak,
- Fiziksel çevreyle beraber şekillenen geleneksel mimarinin uzun yıllar yaşatılabilmesi, özgün kimlik değerlerinin korunması ve geleneksel yapılarda enerjinin sürdürülebilirliği konusunda da taşıdığı yol gösterici niteliklerin ortaya konması hedeflenmiştir.

1.2. Çalışma Yöntemi ve Kapsamı

Bu çalışmada Elazığ iline bağlı Harput Mahallesi'ndeki Harput Sit Alanı sınırları içerisinde yer alan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı çalışma yapısı olarak seçilerek geleneksel konutların enerji etkin tasarım parametrelerinden yapıya ilişkin özellikleri yerleşme ölçeği, bina ölçeği, yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde araştırılmıştır. Konuya ilişkin daha önce yapılmış benzer bilimsel çalışmaların incelenmesi ve literatür taramasına yönelik nitel araştırmaların değerlendirilmesinin yanı sıra Geleneksel Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın ısıtma enerji performans analizleri için yöntem aracı olarak EnergyPlus yazılımını kullanan 'DesignBuilder' simülasyon programı seçilmiştir.

Tez sürecinin *ilk bölümünde*; çalışmanın amacı, yöntem ve kapsamı açıklanmış olup devamında ise konu ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. *İkinci bölümünde*, konuya ilişkin kavramlar ile ilgili literatür araştırması yapılmış olup konunun önemi ve niteliğinin daha iyi şekilde anlaşılması ve bu doğrultuda aktarılması hedeflenmiştir. *Üçüncü bölümde*, materyal metot, Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı mimari özellikleri ve tarihi değeri, konağın modellenmesi ve verilerin programa işlenmesi, oluşturulan simülasyon modelinin kalibrasyonuna ve son olarak da enerji iyileştirme çalışmaları için oluşturulan senaryolara yer verilmiştir. Elazığ Harput'ta varlığını koruyan, çalışmaya konu olan nitelikli yapı Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın enerji verimliliğini artırmaya yönelik çalışma kapsamında 4 adet senaryo oluşturulmuş ve bu senaryolara bağlı olarak şekillenen optimum senaryo geliştirilmiştir. *Dördüncü bölümde*, senaryolar bina simülasyon aracı DesignBuilder programında modellenerek gerekli verilerin tanımlanması sonucu analiz edilmiş ve tüketilen ısıtma, soğutma, toplam enerji değeri ile CO₂ salım değerleri hesaplanmış ve bulgular oluşturulmuştur. Son olarak *beşinci bölüm*, geleneksel yapının kimlik değerine zarar vermeyecek uygulamalar ile enerji verimliliğinin ne düzeyde artırabileceğine ait elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile tamamlanmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Tez Akış Şeması

1.3. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Sanayileşme ve teknolojik gelişmelerin artışı ile günümüzün önemli gündemlerinden biri haline gelmiş olan *enerji kavramı*, yapı sektöründeki tüketim değerleri ve yapının çevresel performansı ile doğrudan ilişkili halindedir. Yapı ve enerji ilişkisinin birçok parametreye bağlı olması ve teknolojik gelişmelerin getirdiği simülasyon programlarının bu parametrelerin hepsini bir arada değerlendirebiliyor olması bizlere sanal ortam üzerinde çok fazla çalışma yapabilmek fırsatını sunmaktadır.

Ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan birçok çalışma ile mevcut ya da inşa edilecek yeni yapıların sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik düzeylerinin bir arada değerlendirilmesi;

- Yapıların değerlendirme sonuçlarına göre tasarlanma ya da bu sonuçlara göre renovasyon planlamasını,
- Enerji tüketiminde düşük değeri ve çevreci yapı özelliklerinin uygulamalardaki artışını,
- Sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı ve etkin enerji verimliliği gibi konulara ilişkin yapılabilecek düzenleme ve yeniliklerin önemini vurgulamaktadır (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Enerji Etkin Bina Kavramına İlişkin Yapılmış Çalışmalar

ÇALIŞMA YILI	YAZAR ADI	ÇALIŞMA ALANI	YAPI TÜRÜ	İNCELENEN PARAMETRELER	KULLANILAN YÖNTEM	ANA BULGU
2012	[6]	Trabzon, Türkiye	Konut	-Yapı elemanlarının ısııl geçirgenlikleri (pencere) -Enerji ve maliyet hesabı	Simülasyon (Design-Builder)	Akıllı cam ünitelerinin ve düşük emisyonlu camların, bina enerji tüketimi açısından en verimli alternatifler olduğu ortaya konulmuştur.
2013	[7]	Limasol, Kıbrıs	Eğitim Yapısı	-Isıtma, soğutma, aydınlatma -Enerji tüketim değerleri	Simülasyon (iSBEMcy)	Bina kabuk parametrelerinin değişmesiyle oluşturulan senaryolar sonucu PV panel ekleme, pencere değişikliği, ısı yalıtımı ve güneş kırıcı uygulaması önerilmiştir.
2014	[8]	Nepal, İtalya	Kamu Yapısı	-Aydınlatma -CO ₂ emisyonu	Deneysel Simülasyon (DIALUX)	Tarihi yapıda, tarihi değere zarar vermeyecek şekilde enerji verimliliğini arttırmak için en uygun müdahalenin arayışı. Çatıdaki farklı PV paneller eklentisi ile toplam enerji üretimi ve güneş ışığı faktörünün aydınlatma üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.
2016	[9]	Delft, Hollanda	Ofis Yapısı	- Yapı elemanları ısııl geçirgenlik -Gölgeleme elemanı kullanımı - Opak ve saydam yüzey oranı	Simülasyon (Design-Builder)	İyi yalıtılmış bir cam değişikliği ile %7.5'a varan, duvar değişiklikleri ile yaklaşık %2.5 enerji tasarrufu ve gölgeleme elemanı ile %1.9 enerji tüketiminde azalış hesaplanmıştır.
2016	[10]	Roma, İtalya	Kamu Yapısı	- Yapı elemanları ısııl geçirgenlik katsayıları -Enerji tüketim değerleri -Isıtma ve soğutma	Simülasyon (TRNsys)	Tarihi ve modern iki binanın ısıtma soğutma yükleri ve enerji tüketim değerleri hesaplanarak, enerji iyileştirme senaryoları oluşturulmuştur.
2017	[11]	Tel Aviv, İsrail	Karma Yapı	-Isıtma -Soğutma -Yükseklik	Simülasyon (EnergyPlus, Ecotect)	Çok katlı yapılarda, yapı yüksekliğinin artması ile ısıtma soğutma yükünün arttığı ortaya konmuştur.

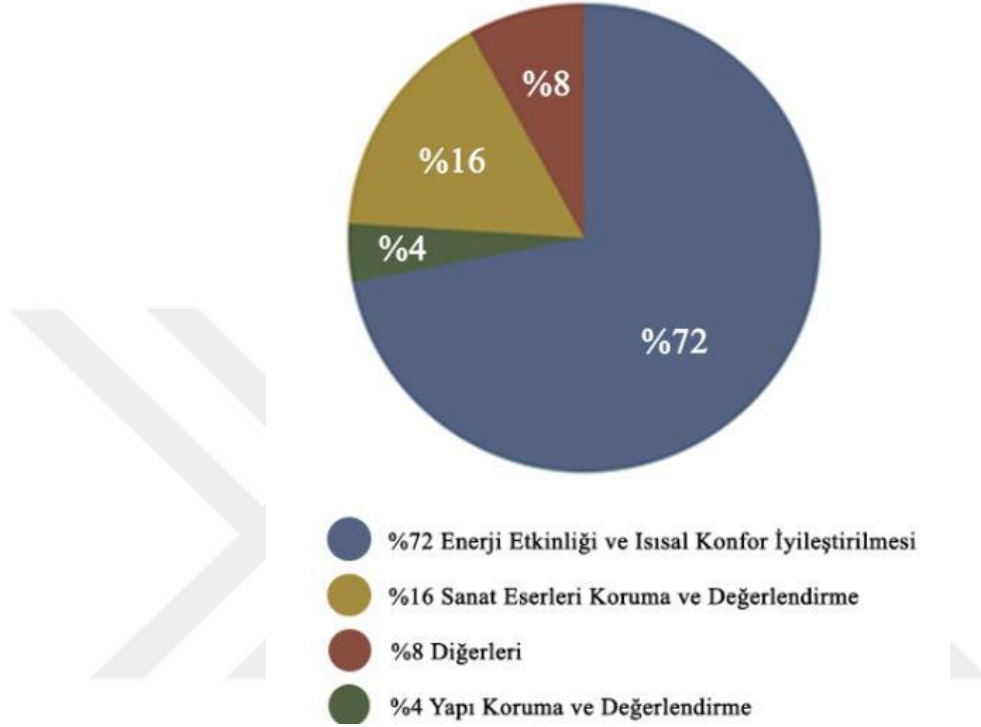
Tablo 1.1. (Devamı)

ÇALIŞMA YILI	YAZAR ADI	ÇALIŞMA ALANI	YAPI TÜRÜ	İNCELENEN PARAMETRELER	KULLANILAN YÖNTEM	ANA BULGU
2018	[12]	Vancouver, Kanada	Konut	-Yapı formu -Cephe hareketliliği -Tüketilen enerji	Simülasyon (EnergyPlus)	Çok katlı konut binalarının form ve cephe tasarımlarının enerji performansı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.
2018	[13]	Seul, Güney Kore	Konut	-Yapı elemanları ısııl geçirgenlik -Yapı yüksekliği -Tüketilen enerji	Simülasyon (EnergyPlus)	Yüksek katlı apartmanlarda, yapı yüksekliğinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.
2019	[14]	Hong Kong, Şanghay, Pekin Çin	Konut	-Yapı elemanları ısııl geçirgenlik katsayıları -Tüketilen enerji	Simülasyon (DesignBuilder, Revit)	Üç farklı iklim bölgesinde, gölgeleme elemanlarının yapı üzerindeki etkisi ısıtma soğutma yükleri hesaplanarak değerlendirilmiştir.
2019	[15]	Dahran, Suudi Arabistan	Konaklama Yapısı	-Yapı elemanları ısııl geçirgenlik katsayıları -Tüketilen enerji	Simülasyon (DesignBuilder)	Sonradan eklenen güneş kırıcıların, ısıtma ve soğutma yükleri üzerindeki etkisi ve maliyet durumu değerlendirilmiştir. Güneş kırıcı uygulamasının getirileri ile uygulamanın 2.1 yıl içinde amorti edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.
2019	[16]	Stockholm, İsveç	Konut	-Yapı Formu -Yükseklik -Yönlendirme -Tüketilen enerji	Simülasyon (EnergyPlus, Octopus)	Altı farklı bina formu ve yönlendirme senaryoları oluşturularak enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır.
2020	[17]	Atina, Yunanistan	Ofis Yapısı	-Opak ve saydam yüzey oranı -Yapı elemanları ısııl geçirgenlik -Yönlendirme -Tüketilen enerji	Simülasyon (DesignBuilder, EnergyPlus, Ladybug, Rhino, Grasshopper, Honeybee)	Bir binanın yönlendirmesi, incelenen iklim koşulundaki enerji talebini yalnızca küçük bir oranda etkilemiş olduğu ve soğutma yüklerini azaltmak için daha kompakt formlu yapılar tercih edilebileceği öne sürülmüştür.

Tablo 1.1. (Devamı)

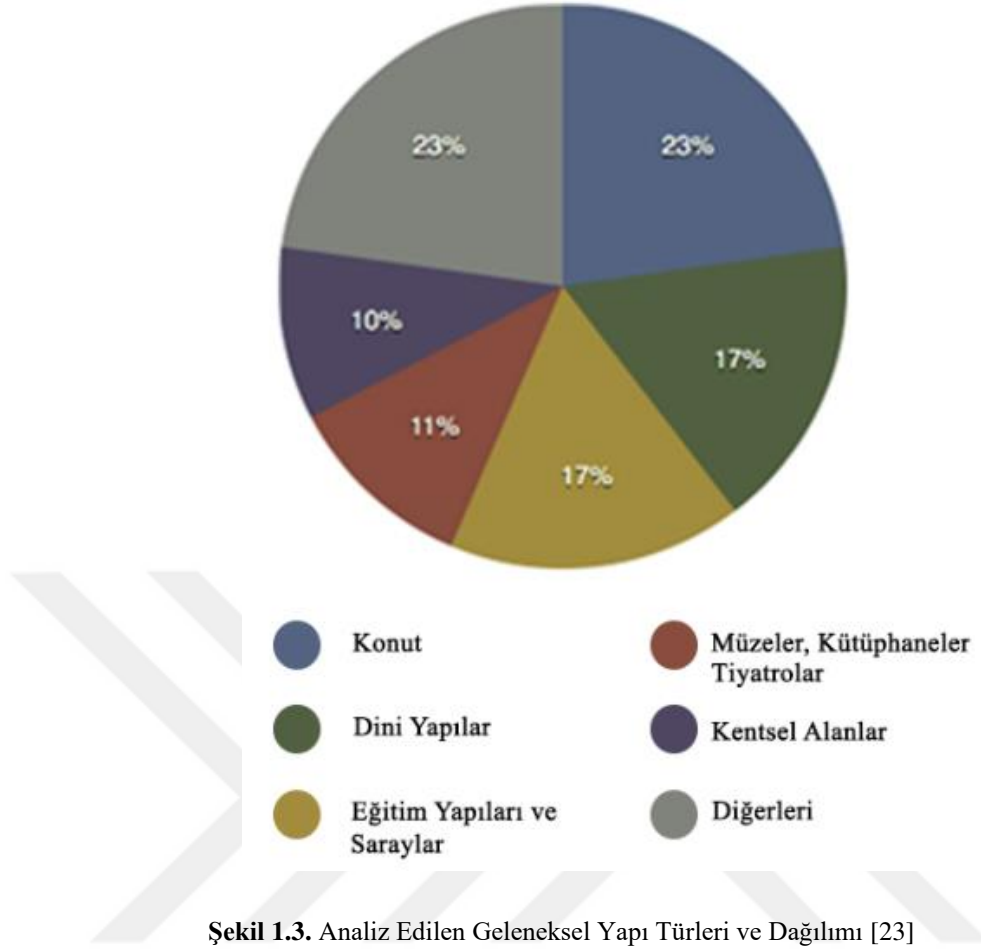
ÇALIŞMA YILI	YAZAR ADI	ÇALIŞMA ALANI	YAPI TÜRÜ	İNCELENEN PARAMETRELER	KULLANILAN YÖNTEM	ANA BULGU
2021	[4]	Sevilla, İspanya	Konut	-Yapı elemanları ısııl geçirgenlik katsayıları -Tüketilen enerji -CO ₂ emisyonu	Simülasyon (Design- Builder)	Kabul edilebilir koşullar altında ısııl konforu korumak için tarihi binaların her durumda, belirli kullanıcı davranış profiline bakılmaksızın, kış boyunca ısıı kayıpları en çok duvarlar olmak üzere sırasıyla çatılar, hava kaçakları ve camlardan kaynaklanmakta olduğu ve tüm bu unsurların yalnızca yenileme yoluyla iyileştirilebileceği görülmüştür.
2021	[18]	İstanbul, Türkiye	Konut	-Yapı formu -Yapı yüksekliği -Yapı yerleşme dokusu -Yapı elemanları ısııl geçirgenlik katsayıları -Opak ve saydam yüzey oranı	Simülasyon (Design- Builder)	Binalar arası mesafenin genişletilmesi ile %21 oranında ve bitişik nizam yerleşiminin tercih edilmesiyle %20 oranında, kare plan tipi dikdörtgen plan tipine göre %38 oranında ve 15 katlı binalar beş katlı alternatiflere göre %20 oranında, bina kabuğunun U-değerinin düşürülmesi sayesinde %22 ve saydamlık oranının %30'dan %60'a çıkarılması ile %20 oranında ısııtma enerjisi tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir.
2022	[19]	Gürkan, İran	Eğitim Yapısı	-Yeşil duvar kullanımı	Simülasyon (Design- Builder)	Bazı yeşil duvar türlerinin ısıı kaybını ve nihayetinde binanın toplam enerji kullanımını azalttığı görülmektedir. Yeşil duvarın sade formu ve sınırlı sayıda iç mekânı ile yapılarda daha verimli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.
2022	[20]	Samsun, Türkiye	Eğitim Yapısı	-Yapı elemanları ısııl geçirgenlik katsayıları -Tüketilen enerji	Simülasyon (Revit, Insight 360)	Pasif sistemlerde; yapı pencereleri ve dış duvarları üzerinde farklı U değerine sahip alternatifler incelenirken aktif sistemlerde ise bina ısııtma sistemi üzerinde değişiklikler yapılmış, PV paneller eklenmiş ve yapılan bu değişikliklerin ayrı ayrı ısııtma enerjisi kullanımına etkisi belirlenmiştir.
2022	[21]	Meksika	Dini Yapı	-Kullanıcı Yoğunluğu -Tüketilen enerji	Simülasyon (Design- Builder)	Bu çalışmada, yarı nemli ılıman iklime sahip tarihi bir dini yapı, doluluk düzeyinden analiz edilmiştir. Yaz dönemindeki bir aylık veriler ile sonuçlar açıkça soğutma ihtiyacı olduğunu göstermektedir.
2022	[22]	Ankara, Türkiye	Genel	-Yapı formu -Tüketilen enerji	Simülasyon (Design- Builder)	Güneşin hareket eksenini yatayda ve güneşin yeryüzüyle yaptığı açıyı düşeyde takip ederek biçimlenen eğrisel organik formlu binaların, daha fazla güneş enerjisi kazanımı sağladığı görülmüştür.

Geleneksel yapıların sahip olduğu tasarım kriterlerinden olan etkin enerji verimliliği ve ısısal konfor düzeyleri gibi özellikler, son yıllarda araştırma konuları içerisinde yüksek ilgi görmeye başlamıştır. Yapılan bilimsel araştırmalar, binaların mevcut enerji verimliliği ve ısısal konfor standartlarına göre güçlendirilmesini, tarihi ve geleneksel yapıların korunumunu, sürdürülebilirliğini ve enerji performanslarındaki katkılarını ortaya koymuştur.



Şekil 1.2. Geleneksel Yapıların Araştırılma Sebepleri [23]

Geleneksel yapıların enerji etkinliği ve sürdürülebilirliği üzerine yapılan araştırmaların konuyu ele alma sebepleri bir takım farklılık gösterebilmektedir (Şekil 1.2). Araştırmaların %72'si geleneksel alanlarda enerji verimliliğini ve ısısal konforu iyileştirmek amacıyla yapılmışken, %16'sı sanat eserlerini korumak ve iç koşullarını analiz etmeyi hedeflemiştir. Çalışmaların %4'ünde yapıların korunması ve dış duvar performans analizleriyle beraber iç mekân performans analizleri yapılmış, kalan %8'lik araştırma bölümü ise yenileme metodolojilerinin geliştirilmesi ile hem makro hem de mikro ölçek tasarımlarda enerjinin teorik ve sayısal incelemeleri gibi hedeflere sahiptir.



Şekil 1.3. Analiz Edilen Geleneksel Yapı Türleri ve Dağılımı [23]

Yapı ölçeğindeki enerji etkinliği performans analizlerinin geleneksel yapı türüne göre sınıflandırılması ise Şekil 1.3'te verilmiştir. Yapılan çalışmaların çoğu analiz edilen geleneksel bina türüne göre sınıflandırılmıştır. Martinez-Molina'nın [23] yaptığı çalışmaya göre konut binalarının analizleri toplam çalışmaların %23'ünü oluşturmaktadır. Aynı çalışmadaki değerlendirmede; dini yapılar %17, müze-tiyatrolar-kütüphaneler %11, eğitim yapıları-saraylar %17 ve kentsel alanlarla ilgili çalışmalar ise %10 olarak belirtilmektedir. Araştırmaların kalan %23'ü ise bu kategorilerde yer almamakta ve enerji verimliliği çalışmaları için yeni metodolojiler ortaya koyan teorik analizlerden oluşmuştur.

Geleneksel yapıların enerji etkinliği ve sürdürülebilirliği üzerine yapılan araştırmaların önemi ve değerlendirmesi her geçen gün artmaktadır. Bu araştırmalardan bazıları ise şu şekildedir:

Erdoğan [24], çeşitli tahribatlar sonucu yıkılan/bozulan bölümlerinin betonarme eklentiler ile renovasyonu yapılan yöresel Mersin konutlarının renovasyon öncesi ve sonrası yapı ısı kayıp ve kazanç durumlarını hesaplayıp karşılaştırarak; yöresel konutların kendi malzemeleriyle onarılmasından ziyade endüstriyel malzemelerin kullanılmasının görsel etkiyi bozmasıyla birlikte enerji etkinliğini de olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Tassiopoulou vd. [25], Atina'daki orijinal ve yenilenmiş geleneksel bir konutu karşılaştıran ve iklimlerden ziyade mevsimlere odaklanan enerji simülasyonları çalışmasına dayanarak; hem kış hem de yaz mevsimlerinde özellikle mevcut bina yönetmeliklerinin ısı gereksinimlerini karşılaştırmıştır. Çalışmada, koruma için tarihi bir binayı restore etmeye çalışan binaların ısı performansını değerlendirmenin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Özdemir [26], Geleneksel Harput mimarisini ele alarak Şefik Gül Evi örneği üzerinden DesignBuilder simülasyon programı aracılığıyla yapının ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerini hesaplamış ayrıca yeni tasarlanacak yapılar için geleneksel mimarinin enerji etkinliğindeki rolünü vurgulamıştır.

Arumägi ve Kalamees'in [27] çalışmasında, saha ölçümleri, enerji simülasyonları ve ekonomik hesaplamalar kullanılarak Estonya'daki geleneksel ahşap apartmanların enerji tüketimini ve potansiyel enerji tasarrufları analiz edilmiştir. Yenileme önerileri (farklı yalıtım önlemlerine dayanarak), HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) çözümleri ve enerji kaynakları, birincil enerji tüketiminde %20 ile %65 arasında bir azalma sağladığı ortaya konmuştur.

Közoğlu [28] çalışmasında, Sille - Konya Geleneksel konutlarının enerji etkinliğini değerlendirmek amacıyla; Konya Sille bölgesinden seçilen 3 geleneksel yapı ile aynı iklim-geometriye sahip referans yapıları BEPTR programı aracılığıyla modellenmiş, ısıtma soğutma yük hesapları yapılarak çıkan sonuçlar tartışılmıştır. Bulgular sonucunda geleneksel mimari anlayışın enerjiyi etkin kullanmadaki değeri ortaya konmuştur.

Morelli vd. [29], '*neredeyse sıfır*' enerji bina standardına ulaşmak için eski bir Danimarka binasında üç farklı güçlendirme önlemi ile ilgili senaryolar oluşturarak uygulamıştır. Bu araştırmacıların kullandığı üç prosedür; yalıtım malzemelerinin değiştirilmesi, pencere donanımı ve ısı geri kazanımlı (merkezi olmayan) mekanik havalandırma sisteminin kurulumu olarak seçilmiştir. Çalışmada enerji kullanımında %68'lik bir azalma elde edilerek; yeni Danimarka binaları için referans oluşturan bir çalışma ortaya konmuştur.

Ulukavak Harputlugil ve Çetintürk [30], Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi ile ilgili çalışmada; ısı konfor performans analizlerini Ecotect V5.20 simülasyon programında değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda bulundukları bölge iklimi ve topoğrafyasına uygun tasarım ile malzeme seçimlerinin yapıldığı geleneksel yapılarının ileride yapılacak yapılar için örnek niteliği vurgulanmıştır.

Martín Ocaña vd. [31], tarafından yapılan bir başka karşılaştırmalı çalışma, termografinin İspanya, Castillejo de Robledo'da hem modern hem de tarihi olmak üzere farklı bina türlerinde ısı kaybını tespit etmedeki faydaları ortaya koymuştur. Saha araştırması, güneş ışıınımını önlemek amacıyla gündoğumu ve günbatımında gerçekleştirilmiş, sonuçlar kullanılan tekniğinin (özellikle geleneksel binalarda) termal ataleti, modern binalardaki ısı kayıpları ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

Li vd. [32], tarafından yapılan çalışmada, modern ve tarihi binalar arasındaki karşılaştırmalı incelemeler yapılarak; tarihi binaların enerji verimliliği açısından büyük performans sergilediği ortaya konmuştur. Analiz edilen binaların modern binalara göre %28 daha az birincil enerji tükettiği doğrulanmıştır. Çalışma bulguları, tarihi binalar için ısıt koşulların tercih nedenlerini kullanıcı anketleri ile ortaya koymuştur.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Literatür taraması, geleneksel yapılarda enerji verimlilik çalışmalarının incelenmesi için temel bir metodoloji yapısının kurulmasına yardımcı olmaktadır. Literatür taramasının ilk bölümünde konuya ilişkin bir kavram olan enerji etkin yapının detaylı açıklaması yer almaktadır. Literatür taramasının ikinci bölümünde, geleneksel yapılarda enerji etkinliği, enerji etkin iyileştirme uygulamaları yer almaktadır. Literatür taramasının son bölümünde ise tez çalışmasına konu olan yapının bulunduğu bölge olan Elazığ-Harput ve bu bölgesinin geleneksel mimarisi hakkında bilgiler yer almaktadır.

2.1. Enerji Etkin Yapı

Lizon enerji etkin tasarımı, yapılarda iklimsel koşulların yapıya olumsuz etkilerinin oluşmasını engelleyen ya da iklimsel koşulları kullanarak mekanik sistem gereksinimini en aza indirmeye çalışan tasarımlar olarak açıklamaktadır [33]. Enerji etkin tasarım, tüm çevresel koşulların göz önüne alınarak, enerjinin mümkün olabildiğince verimli kullanılabilmesi ile oluşan tasarımlardır. Yapıya dahil edilen mekanik sistemler yardımı ile oluşan aktif enerji sistemleriyle ve mekanik sistemlere ihtiyaç duymadan enerji etkinliğini arttıracak pasif enerji sistemleriyle, enerji etkin yapılar sağlamak mümkündür. Yapının havalandırma, aydınlatma, ısıtma ve soğutma durumlarının performansını arttırmak için bu sistemler kullanılır.

Çevre ve çevre sorunları, iklim, enerji gibi konular 1970’li yıllarda uluslararası platformlarda gündem olmaya başlamıştır. O yıllardan beri enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır [34]. Küresel ölçekte değerlendirdiğimiz zaman, enerji kayıplarının büyük yüzdesinin yapıya ait olduğunu ortaya koyan çok sayıda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılmış ve hala yapılmakta olan konuya ilişkin çalışmalar enerjinin etkin kullanımı ve bu konuda daha ileriye gitmeye yönelik yeni gelişmeleri hedeflenmektedir. Günümüzde yapıların enerji etkinlik değerinin artırılması, enerji ve çevre ile alakalı problemlere çözüm üretilmesine bağlıdır. Enerji üretim ve tüketim sonucu çıkan maliyetleri en az düzeye çekmek için; ekonomik, siyasi, çevresel vb. birçok parametre bir arada değerlendirilmeli uygun stratejik çözümler üretilmelidir.

Türkiye’de ilk olarak 2007 yılında enerji verimliliği konusuyla ilgili olarak Enerji Verimliliği Kanunu uygulanmaya başlanmıştır. Bu kanundan sonra, binalardaki enerji verimliliği üzerine detaylı çalışmalar yapılabilmesi adına; Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği gibi birçok mevzuat yayımlanmıştır. Bu mevzuatlarla beraber, 2012’de Enerji Verimliliği Strateji Belgesi yayımlanmıştır. Bu belgede; 2023’te 2011

yılının tüketim miktarına göre, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) başına tüketilen enerjinin en az %20'lik oranla azaltılması amaçlanmıştır. Yapılan stratejik planlamalar ile binaların enerji ihtiyaçlarını azaltarak yenilenebilir enerji kaynakları ve sürdürülebilir yapı tasarımlarını ön plana çıkarmak hedeflenmiştir [35].

Türkiye'nin Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı [36], 2017-2023 yıllarını kapsamaktadır. Bu eylem planındaki temel amaç, enerji üretimi ve tüketimi arasındaki tüm basamaklarda verimliliği artırarak hem mikro hem de makro ölçekte fayda sağlayabilmektir. 2019 ve 2023 yılları arasını ele alan On Birinci Kalkınma Planı'nda [37] ise, enerji talebinin kaliteli, sürdürülebilir, güvenli ve uygun maliyetlerle sağlanması ana tema olmuştur. On Birinci Kalkınma Planı Konut Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu'nda [38]; uygun mevzuatlar ve stratejiler altında yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak, çevreye duyarlı ve enerjinin verimli kullanıldığı sürdürülebilir konut politikalarının, proje ve tasarımlarının önemine değinilmektedir. Aynı zamanda özellikle yenilenebilir alternatif enerji kaynakları ile enerji etkinlik değeri önemsenerek yapılacak her türlü çalışma ve projeye destek verilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır.

Gerekli konfor koşulları sağlanırken, en az enerji tüketiminin hedeflendiği, doğal kaynakların doğru ve yerinde kullanıldığı, sürdürülebilirliğin ön planda olduğu tasarımlar oluşturmak için etkili olan enerji etkin tasarım parametreleri; kullanıcıya ilişkin değişkenler, iklime ilişkin değişkenler ve yapıya ilişkin değişkenler olarak üç ana başlıkta toplanabilmektedir.

2.1.1. Kullanıcıya İlişkin Değişkenler

İnsan vücudu enerji üretilirken, fizyolojik açıdan sağlıklı hissedebilmesi ve ısı konfora erişebilmesi için dış yüzey sıcaklığının 37°C'ye sabitlenmesi gerekmektedir. Buna göre, insanların yaşamsal faaliyetlerini belirli bir kalite düzeyinde devam ettirebilmesi için ısı konfor şartlarının yerine getirilmesi gerekmektedir. Isıl konfor, ısı çevre ile kurulan bağdaki memnuniyet düzeyini ifade etmekte olup tamamen duyuşsal bir kavramdır [39]. Özdemir [40], insanların ısısal konfor düzeyinin, kullanıcının durumuna ve fizyolojik bazı faktörlere bağlı olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda, kullanıcıya ilişkin enerji etkinlik kriterlerini, kullanıcı niteliği ve fizyolojik parametreler olarak iki başlıkta incelemek mümkün olmaktadır.

Kullanıcı Niteliğine İlişkin Parametreler; ırk, cinsiyet, yaş, aktivite düzeyi, giysi türü olarak sıralanabilir [41]. Aktivite düzeyi, insan vücudunun birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak bilinen enerji durumunu etkileyen bir değişkendir. MET birimi ile ifade edilen metabolizma düzeyi, insanın yaptığı eylemin türüyle yani aktivite düzeyi ile direkt bağlantılıdır. ASHRAE 55-2013 ısı konfor şartlarının açıklanmasında ve değerlendirilmesinde sıkça karşılaştığımız bir standarttır ve bu standarda göre bazı aktivitelerin metabolizma düzeyleri Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. Bazı Aktiviteler ve Metabolizma Düzeyleri (MET)

AKTİVİTE TÜRÜ	METABOLİZMA DÜZEYİ (MET)
Uyuma	0.7
Yatma	0.8
Oturma	1
Ayakta İş Yapmadan Durma	1.0
Ayakta Hafif İşler Yapma (Alışveriş vb.)	1.6
Oturarak Hafif İşler Yapma (Ofiste, evde)	1.2
Ayakta Orta Ağırlıkta İş Yapma (Tezgahtarlık vb.)	2
Ayakta Ağır İş Yapma	3

Giysilerin termal düzeyi, ısı yalıtım direncini belirlemektedir. Isı yalıtım direnci ise kullanıcı ile dış çevre arasındaki ısı transferini doğrudan etkilemektedir [40]. Bu yüzden giysiler de iklimsel konfor şartlarının belirlenmesi için oldukça önemli bir kullanıcı niteliğine ilişkin parametre olmaktadır. Giysilerin toplam ısı direnci için kullanılan birim Clo' dur ve 1 Clo yaklaşık olarak 0,155 m² K/W'a karşılık gelmektedir [34]. Giysilerin ısı geçirme direnç miktarları Tablo 2.2'de verilmektedir.

Tablo 2.2. Giysi Türleri ve Isı Geçirme Direnç Miktarları (Clo)

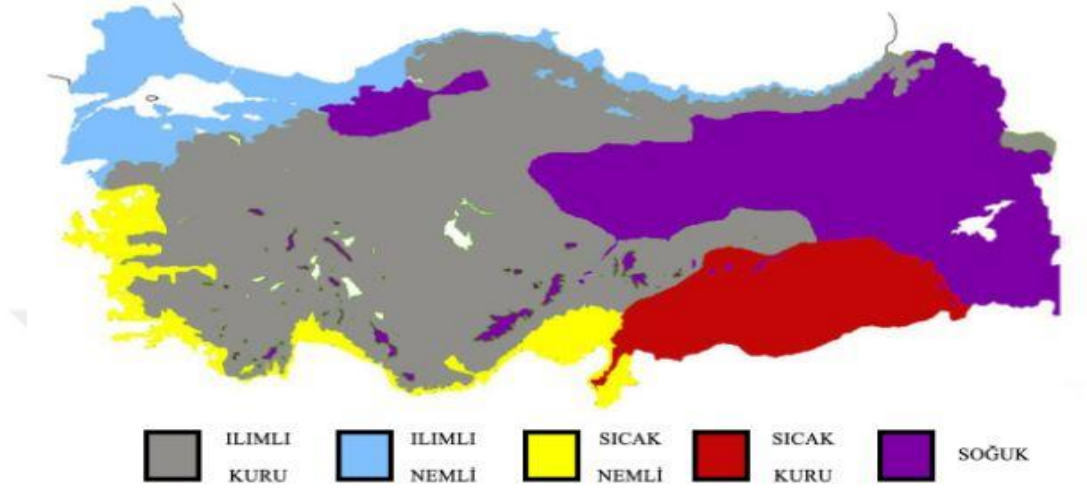
GIYSİLER	ISI GEÇİRME DİRENCİ (Clo)
Kışlık	0.8-1.2
Yazlık	0.35-0.60
Mevsimlik	0.60-0.80

Fizyolojik değişkenler, kişinin ortalama vücut sıcaklığı, terleme miktarı, kalp ritmi gibi objektif veriler ile termal hissediş, görülür terleme gibi sübjektif verilerin tümünü kapsamaktadır [42]. Kişilerin aynı ortamda kendilerini konforlu veya konforsuz hissetmeleri ise sübjektif olan etmenlere bağlı değişkenlik gösterebilmektedir.

2.1.2. İklima İlişkin Değişkenler

İklim, yerkürede belirli bir alanın hava olaylarına bağlı olarak uzun sürede göstermiş olduğu etkilerin ortalaması sonucu ortaya çıkan durumdur [43]. Yerkürede iklim; alanın topografik yapısı, deniz seviyesine göre yüksekliği, denize olan konumu, dağların yönlenmesi gibi birçok faktörün bir araya gelişi ile oluşmaktadır. Mimaride iklim, tasarımı etkileyen en önemli parametrelerden biri olmaktadır. Sürdürülebilir mimarlık anlayışında, iklimin rolü oldukça yüksektir. Sürdürülebilir bir yapıda; araziye yerleşim, yapı form özellikleri, mekân organizasyonu, yapı kabuğu özellikleri ve yapı malzemeleri gibi tasarım kriterleri kayda değer yer tutmakta olup bu kriterlerin değerlendirilerek yapılacağı tasarımlarda, iklim doğrudan etkili olmaktadır.

Türkiye’de yapılan iklim ile ilgili mevcut ve geleneksel çevre çalışmalarında, iklim bölgeleri beş grupta toplanmaktadır. Bunlar; Şekil 2.1’de görüldüğü gibi soğuk, ılıman nemli, ılıman kuru, sıcak nemli ve sıcak kuru şeklindedir [44, 45, 46, 47].



Şekil 2.1. Türkiye İklim Bölgeleri

Soğuk iklim bölgelerinde, yılın neredeyse yarısından fazlasında sıcaklığın 0 °C’ un altında olduğu görülmektedir. Ortalama en düşük sıcaklık -20 °C civarındadır [47]. Yazlar kısa, kışlar ise uzun sürer. Yağışlar yaz aylarında varlığını yağmur olarak gösterirken, kış aylarında kar ve dolu olarak göstermektedir. Ülkemizin iç ve doğu kesiminde görülen soğuk iklimde bulunan illerimiz Ağrı, Ardahan, Bayburt, Bitlis Bingöl, Bolu, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kastamonu, Kars, Muş, Sivas, Tunceli, Van, Yozgat şeklinde sıralanabilir [47, 48, 49].

Ilıman Kuru İklim, soğuk iklim ile benzer özellikler göstermekte olup gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı çoktur. Sıcaklık ortalamaları yazın -5 °C ile 30 °C arasında değişiklik göstermektedir. Ülkemizin ağırlıklı olarak iç bölgelerinde görülen ılıman kuru iklim tipinin yaşandığı iller; Afyon, Aksaray, Ankara, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Iğdır, Isparta, Karaman, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Kütahya, Uşak, Malatya, Nevşehir, Niğde şeklinde sıralanabilir [47].

Ilıman Nemli İklim, Karadeniz’in kuzey sahil hattının Balıkesir’e kadar uzandığı bölgedir. Çok soğuk kışlar ve çok sıcak yazlar yerine, mevsimler daha ılıman sıcaklık değerleri aralığında seyretmektedir. İnsan konforu için en uygun özelliklere sahip iklim bölgesidir. Yaz aylarında nem faktörünün önüne geçebilmek adına havalandırma göz ardı edilmemelidir. Bu iklim bölgesinde yer alan illerimiz; Amasya, Artvin, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Düzce, Edirne,

Giresun, İstanbul, Karabük, Kırklareli, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Yalova, Zonguldak şeklinde sıralanabilir [47].

Sıcak Kuru İklimde, yaz ayları oldukça sıcak ve kuru özellik göstermektedir. Gece ile gündüz arasındaki, yaz ve kış mevsimleri arasındaki sıcaklık farkı çok yüksektir.

Ülkemizin güneydoğu kesimlerinde görülen bu iklim bölgesinin içinde yer alan iller şu şekildedir; Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş, Kilis, Mardin, Siirt, Şırnak, Şanlıurfa [47, 48, 49].

Sıcak Nemli İklim, ülkemizin güney ve batı sahil kesimlerinin Balıkesir'e kadar uzandığı bölgede görülen iklimdir. Yağış görülme oranı ve nem oranı çok yüksektir. Gece ile gündüz ve kış ile yaz arasındaki yıllık sıcaklık farkı düşüktür. Sıcak nemli iklim bölgesinde yer alan illerimiz; Adana, Antalya, Aydın, Denizli, Hatay, İzmir, Manisa, Mersin, Muğla, Osmaniye şeklinde sıralanabilir [47, 48, 49].

Yapıda enerji korunumunu etkileyen ve iç ortam konforunu belirleyen iklime ilişkin faktörler ise şu şekilde sıralanmaktadır:

- Hava Sıcaklığı,
- Güneş Işınımı,
- Hava Nemliliği Ve
- Rüzgâr

Hava sıcaklığı, 24 saatlik gün döngüsünde tekrar eden ve güneşin yükselirken yaptığı açılara göre periyodik olarak değişen iklim elemanıdır [50]. Bu iklim elemanı; enleme, mevsime, bakıya, eğime, yüksekliğe ve saate bağlı olarak farklılık göstermektedir. Ekvatora doğru ilerledikçe ve yaz mevsimleri süresince sıcaklık artış göstermektedir [51]. Uzun'un [52] ifade ettiği gibi aynı enlemde olduğu halde yerleşmeler arası sıcaklık farklılığı oluşmasının sebeplerinden bazıları güneş radyasyon şiddeti, zemin özelliği, dünya-atmosfer ilişkisi, güneş ışınlarının atmosferden geçerken oluşan değişim miktarı ve yükselti şeklinde sıralanabilir. Mimarlık ile ilgili yapılan çalışmalarda sıcaklık değerlerinin 10 yıllık ortalaması kullanılmaktadır [40]. Meteoroloji her saatteki sıcaklık değerini günlük ve aylık olarak 10 yıllık ortalamalar şeklinde düzenlemektedir. Sıcaklığın düzenli ölçümleri ve toparlanan veriler enerji ile ilgilenen sektörler için oldukça önemlidir.

Güneş, yeryüzündeki tüm sistemlerin varoluşu için gerekli enerji kaynağıdır. Yapı ölçeğinde güneşten hem aydınlatma hem de ısıtma enerjisi bakımından istifade edilirken; Gülten ve Aksoy [53], güneşin sürdürülebilir enerji kaynaklarının en önemlisi ve kent ölçeğinde yararlanılması zorunluluk haline gelen bir unsur olduğunu söyleyerek kentsel planlamada da güneşin rolünü vurgulamaktadır. Güneş ışınları dünyamıza direkt ya da yayınık olarak ulaşabilmektedir. Bu ışınların, yapıya ulaşması yapı konumu ve yüksekliğine bağlı olduğundan uygun tasarım kriterleri belirlenmelidir. Çünkü güneş ışınları; yapının ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerini direkt olarak etkiler. Sıcak dönemlerde güneşin fazla ısıtma etkisi gölgeleme ve çeşitli kontrol elemanlarıyla

engellenebilirken, soğuk dönemde ise güneş ışıınımları ısı kazancı sağlayabilmektedir. Güneş ışıınımları gözetilerek yapılacak tasarımlarda yapının enerji etkin değerini yükseltmek mümkündür.

Hava nemliliği, dünya üzerindeki çeşitli kaynaklardan buharlaşma yoluyla havaya karışan suyun buhar basıncı olarak ifade edilmesidir. Nemli hava kütesinin sıcaklığa bağlı olarak içerisinde taşıdığı su buharı miktarı değişiklik göstermektedir. Bağıl nem; belirli bir koşul altındaki havanın içindeki su buharı miktarının, aynı koşullar altındaki havanın su buharına doymuş olduğu durumdaki oranına karşılık gelmektedir. Özgül nem ise; birim ağırlıktaki kuru hava içerisindeki su buharı ağırlığıdır [50]. Meteoroloji istasyonları gün içerisinde belirli saat dilimlerinde hava bağıl nem ölçümünü yapıp aylık ve yıllık ortalama verilerini oluşturmaktadır. Bağıl nem; hava sıcaklığının en düşük olduğu zamanlarda en yüksek değerleri görürken, hava sıcaklığının en yüksek olduğu zamanlarda da en düşük değeri görmektedir. Kısaca, sıcaklık arttıkça bağıl nem oranı düşmektedir. Güneş ışıınımlarının su buharı ve bulutlar tarafından absorbe edilmesi nem oranı yüksek olan bölgelerde ısıtım şiddetini düşürmektedir. Nem oranı düşük bölgelerde, sıcak gündüzler ile soğuk geceler oluşmaktadır. Sıcak ve nem oranı fazla bölgelerde nem oranını düşürecek, sıcak ve nem oranı düşük bölgelerde ise nem oranını artıracak yapı tasarımları yapılmalıdır [54].

Rüzgâr, atmosferdeki basınç farklılığının yüksek basınçtan alçak basınca doğru hava hareketi oluşturması durumuna denir. Rüzgâr, yapı ve kent ölçeğinde tasarımı etkileyen önemli parametrelerdendir. Sıcak ve nemli bölgelerde rüzgâr istenen ve serinletici etkisinden faydalanan bir durum iken, soğuk ve kuru bölgelerde ise istenmeyen, kontrol altına alınması gereken bir unsur olmaktadır [55]. Hakim rüzgarın yönü, yapıların bulundukları iklim bölgesi ve diğer parametreler göz önüne alınarak rüzgar kontrolünün sağlandığı tasarımlarda pasif olarak ısı konfor değerini artırmak mümkündür.

2.1.3. Yapıya İlişkin Değişkenler

Enerji etkin kullanımlar için kullanıcıya ve iklime ilişkin değişkenlere ek olarak yapıya ilişkin değişkenler de incelenmelidir. Yapıya ilişkin değişkenler; yapının konumu, yapı ve hacimlerin yönlendirilmesi, yapı ve yakın çevre ilişkisi, yapı formu, yapı kabuğu optik ve termofiziksel özellikler şeklinde sıralanabilir.

Yapı Konumunun, enerji etkin binaların tasarımı için doğru uygulamalar sağlanarak ısı kayıp ve kazançlarını önemli oranda etkileyeceği belirtilmektedir [56]. Arazinin konumu, yönelmesi, eğim durumu, bitki örtüsü gibi birçok parametre değerlendirilip en uygun konumlanma tasarlanmalıdır.

Yapı ve Hacimlerin Yönlendirilmesi, ile iklim elemanları ile beraber tasarımda önemli düzeyde etki oluşturmaktadır. Güneş ışıınımları, rüzgâr gibi parametreleri yapının farklı yönleri bakan

hacimleri arasında ısıtma ve soğutma kazanç/kayıp farklılıkları oluşturmaktadır. Türkiye'deki iklim bölgelerinin çeşitliliği yapıların uygun yönlenme durumlarını da değiştirmektedir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. İklim Bölgelerine Göre Optimum Yönlendirme

İKLİM BÖLGESİ	OPTİMUM YÖN G-D	İDEAL YÖNLER B-G-D
Soğuk	22 °	20 ° -45 °
Ilımlı Kuru	12 °	10 ° -56 °
Ilımlı Nemli	10 °	13 ° -35 °
Sıcak Kuru	12 °	0 ° -40 °
Sıcak Nemli	3 °	10 ° -19 °

İklim bölgelerine göre makro ve mikro ölçekte; sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik değerlerinin düşünülerek en uygun tasarımlar yapılması gerekmektedir. İklimle dengeli tasarımlar oluşturabilmek adına, mevcut beş iklim bölgesine göre iklim ölçütleriyle oluşturulmuş tasarım kriterleri Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4. İklim Bölgelerine Göre İklim Ölçütleriyle Oluşturulan Tasarım Kriterleri

BÖLGE/ ÖLÇÜT	SOĞUK	ILIMAN KURU	ILIMAN NEMLİ	SICAK KURU	SICAK NEMLİ
YAPI KONUMU	Yamaç Alt Bölgeleri	Yamaç (Alt)	Yamaç (Üst)	Vadi	Vadi Sırtı
YAPININ YÖNLEN-DİRİL-MESİ	Güneyden 22° Güneydoğuya Bakacak Yerleşim	Kuzeydoğu-Güneybatı Aksında Güneye 12 ° Yerleşim	Güneyden 10° Güneydoğuya Bakacak Yerleşim	Güneyden 18° Güneydoğuya Bakacak Yerleşim	Güneyden 3° Güneydoğu Veya Kuzeye Bakan Yerleşim
YAPI VE YAKIN ÇEVRE İLİŞKİSİ	Topografyaya uygun bitişik nizam tasarımı yapılmalı ve yapıdan uzakta iğne yapraklı bitkilendirme ile yapı yakınında orta boy yaprak döken bitki kullanımı tercih edilmeli	Topografyaya uygun bitişik nizam tasarımı yapılmalı ve binalara uzak yaprak dökmeyen bitkiler tercih edilerek rüzgâr kontrolü sağlanmalı	Sıcak dönemler için yapıda hava akımı sağlayacak rüzgâr yönlendirmeleri, soğuk dönemler için rüzgâr kontrolü sağlanmalı	Yapılaşma birbirine gölge oluşturacak şekilde gölgeli sokak/cadde kurgusu oluşturulmalı ve avlu ya da yapı yakınında bitkilendirme ile ışınım kontrolü sağlanmalı	Ayrık nizamlı yapılaşma planlanarak binalar arası hava akışına ve rüzgârdan faydalanmaya müsaade edilmeli
YAPI FORMU	Kompakt form Kare ya da kareye yakın Boyutlar 1:1,1 veya 1:1,3	Kompakt form Kare ya da kareye yakın Boyutlar 1:1,1 veya 1:1,3	Serbest form Boyut: 1:1,6	Avlulu kompakt form Yatayda yaygın planlama Boyut: 1:1,3	Zeminden yükseltilerek hava akımı sağlanan uzun ve yüksek form Boyut: 1:1,3 veya 1:1/7
YAPI KABUĞU	Saydam yüzey azaltılmalı ve ısı kaybı ile yoğunlaşma kontrolü için ısı geçirgenlik katsayısı düşük kabuk tasarımı yapılmalı Çatılar eğimli olmalı	Sıcak dönemde ısı kazancı, soğuk dönemde ısı kayıplarını azaltmak için ısı geçirgenlik katsayısı düşük kabuk tasarımı Çatılar eğimli olmalı	Sıcak dönemde ısı kazancı, soğuk dönemde ısı kayıplarını azaltmak için ısı geçirgenlik katsayısı düşük kabuk tasarımı Çatılar eğimli olmalı gölgeleme elemanı kullanılmalı	Isısal konfor için en uygun, ısı depolama kapasitesi yüksek kabuk tasarımı Sıcaklık kontrolü için cephe dar derinlik fazla formlar olmalı	İç ısı konforunun enerji etkinliğini sağlayabilmek için düşük ağırlıklı yüksek yalıtımlı malzeme kullanımı Yapı kabuğunda soğutma önceliği

Yapı ve Yakın Çevre İlişkisi; yapılar arası yatay ve düşey mesafeler, birbirleriyle olan ilişki içerisinde güneş ve rüzgâr gibi parametreler için tasarımı büyük oranda etkileyebilmektedir. Yapıların bulundukları iklim bölgesi, konumları, yönlenme şekilleri kendi aralarındaki temas şekil ve düzeyini değiştirebilmektedir. Yapının konumlanacağı bölgedeki mevcut yapılaşma yoğunluğu da enerji etkinlik düzeyinde oldukça farklılığa neden olabilmektedir [57]. Yapı yoğunluğu fazla olan bölgelerde hava akım hızı düşmekte, hava sıcaklığı ve kirlilik oranı ise artmaktadır. Artan hava kirliliği ile güneş ışınları etkisi oldukça zayıflamakta ve bitki dokusunu olumsuz yönde etkileyerek nem oranının düşmesine neden olmaktadır. Ancak kentsel alanda kırsala göre rüzgâr hızı daha düşük olsa da kentlerdeki yapı yüksekliklerinin fazla olması, kendi içlerinde alansal hava akımları oluşturabileceğini göstermektedir. Bu durumlar yapının kentsel veya kırsal alanda tasarlanacak olmasının da önemli olduğunu ve dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Yapı Formu, enerji etkin yapı tasarımında enerji tüketimini düşürebilmek için yapı kabuk alan büyüklüğünün ısı kayıp ve kazanç üzerindeki etkisi göz önüne alınarak tasarım yapılmasında oldukça önemli bir parametredir. Kabuk alanı artışı, ısı kayıplarını artırmaktadır. Aynı hacimdeki farklı geometrik yapıların formları basitleştikçe ısı kaybı azalmaktadır. Y/H oranı arttıkça ısı kayıp oranları da artmaktadır [40]. Yapı tasarımlarında yapının formu kış ayları için ısı kaybını düşürecek, yaz ayları için ısı kazanımı sağlayacak nitelikte olmalıdır.

Yapı Kabuğu, yapının iç ve dış ortamla ilişkisini ayıran saydam ve opak yapı elemanlarından oluşur [58]. Yapının çevresiyle yaptığı ısı alışverişi yapının kabuğu aracılığıyla olmaktadır. Bu yüzden yapı kabuğunun *Optik Ve Termofiziksel Niteliği*, birim alandaki ısı kayıp/kazanç durumu ile buna bağlı olarak gelişen enerji kazanım ve kayıplarını ortaya koymaktadır. Bektaş [59], iç ortam konforu için oldukça önemli olan yapı kabuğu tasarımında, çevresel faktörlerden gerektiğince fayda sağlanması ve buna uygun tasarımlar yapılması aynı zamanda istenmeyen koşullar için de koruyucu bir bariyer görevi görmesi gerekliliğini belirtmektedir. Yapı kabuğu optik özellikleri, güneş ışımasını yutuculuğu, yansıtıcılık ve geçirgenlik katsayılarıdır. Yapı kabuğunun termofiziksel özellikleri ise, toplam ısı geçirme katsayısı, saydamlık oranı (SO), genlik küçültme faktörü ve zaman geciktirmesi şeklinde sıralanabilir.

2.2. Geleneksel Yapılarda Enerji Etkinliği

Bilimsel çalışmalarda kırsal, yerel ya da bölgesel mimari olarak adlandırılabilen geleneksel mimarlık ile sürdürülebilir mimarlık arasında güçlü bir ilişkinin var olduğu ve sürdürülebilir mimarlık kriterleri incelendiğinde ise geleneksel mimarlık öğretilerinin alt yapısını oluşturduğunu söylemek mümkün olmaktadır [60]. Bu nedenle sürdürülebilir yapıların tasarlanmasıyla ilgili süreçlerde, uzun yıllardır özgün nitelikleriyle var olmuş olan geleneksel yapıların planlama ve uygulama çözümlerinin değeri günden güne artmaktadır. Akyıldız [61], geleneksel yapıların enerji etkinlik değerleri, çevreci uygulamaları, yenilenebilir pasif sistemleri ele alışı ve tasarım

kararlarındaki birçok olumlu niteliğin bilimsel araştırmacılar tarafından tartışmasız kabul görmekte olduğunu belirtmektedir. Gezer [62] ise, geleneksel yapıların yerinde üretilebilen yerel malzemelerin akıllı çözümleriyle oluşturulduğunu ve yenilenebilir doğal malzemelerin kullanılarak ısıtma soğutma yüklerinin düşük seviyelere çekildiğini, tüm bunlara dayanarak geleneksel yapıların sürdürülebilirlik değerinin yüksek olduğunu vurgulamaktadır.

Geleneksel mimarlık, deneme ve yanılma yöntemleri sonucu yüzyıllar içerisinde oluşmakta ve her coğrafyada o bölgenin ihtiyaç ve imkanları dahilinde şekillenmektedir. Kısacası; geçmişten beri iklimle dengeli ve enerji etkin yapı tasarımının var oluşu geleneksel yapıların, sürdürülebilirlik için çok önemli bir kaynak niteliğinde olduğunu göstermektedir. Ancak günümüz sürecinde geleneksel yapıların büyük bir bölümü ısıtma, soğutma, aydınlatma ihtiyaçlarına cevap vermesi için eski sistemleri kullanmaktadır. Sürdürülebilir olmayan ve doğaya zarar veren bu sistemler yapıların enerji maliyetlerinin ve doğaya zarar verme oranlarının oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

Günümüzde sürdürülebilirlik bağlamında gelecek kuşaklar için yaşatmamız gereken, ve geçici olarak koruyuculuğunu yapmış olduğumuz yapıların tümüne Mimari Kültürel Miras denilmektedir [63]. Bu yapılar geçmiş yıllarda yaşanmış kültürleri, ekonomik ve sosyal durumları, yaşam standartlarını bizlere yansıtmaktadır [64]. Geçmişten izleri bizlere açıkça sunan bu yapıların yaşatılabilmesi için, içinde bulunulan mevcut dönem ihtiyaçlarına yeterli ölçüde cevap verecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Buna dayanarak geleneksel yapıların günümüz koşullarına uyum sağlayabilmesi adına yapılara çeşitli müdahaleler yapılması gerekmektedir. Bakım, tamir etme, restorasyon ve yeniden işlevlendirme gibi müdahalelerle kültürel miras niteliği taşıyan tüm bu yapılar, geçmişten birer hatıra gibi düşünülerek işlevi olmadan ayakta kalan yapı kütleleri olmak yerine tarihle ilgili aktif bilgi edinilebilecek ve yaşatılarak işlev kazandırılabilen bir kaynağa dönüştürülmüştür [65]. Genellikle geleneksel yapılarda iyileştirme önerilerinin yapı kabuğu üzerinden ya da aktif sistemler ile oluşturulan değişiklikler ile sonuç verdiği görülmüştür [66]. Ancak aktif sistemler ile geliştirilen iyileştirme senaryolarının enerji tüketim değerleri üzerinde daha etkin olduğu görülse de tarihi doku üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Bu yüzden günümüz koşullarına adapte edilen geleneksel yapıların mevcut potansiyel niteliklerinin korunması ve bu hususa dikkat edilerek gerekli müdahalelerin yapılması oldukça önem taşımaktadır.

Geleneksel doku süreç içerisinde oldukça fazla kullanılmış, zamana ve kullanıma bağlı tahribatlar yaşamış yapılardan oluşmaktadır. Geleneksel doku içerisinde yer alan tahribata uğramış bu yapıların ısıl köprülerin oluşması ile yapı kabuklarındaki ısı kayıp oranları oldukça fazladır. Yapı kabuklarındaki bu ısı kayıplarının sebepleri arasında saydam yüzeylerin önemli düzeyde olduğu görülmektedir. Isı kayıplarının fazla düzeyde yaşandığı zayıf noktaların tespiti üzerine farklı sistemler bulunmaktadır. Termal kameralar ve blower door testleri ısı kaybının olduğu zayıf noktaların tespiti için kullanılmaktadır.

Termal kamera analizleri, çeşitli donanımlar ile direkt temas kurmadan kızılötesi dalga boyu spektrumunda sıcaklık modellerini algılamayı sağlayan cihazlarla görüntülemeler yapılmasıdır. Çalışan ve Türkoğlu'na [67] göre bu kameralar ile gözle tespiti olmayan ancak önemli sorunlara sebep olabilecek durumların ortadan kaldırılması mümkündür. Termal kameralar ile oluşturulan görüntülemelerde açık renkler sıcak bölgeleri, koyu renkler ise soğuk bölgeleri temsil etmektedir.

Blower door testi, bir fan yardımıyla yapılarak mekanın içi basınçlandırılır ve sonrasında mekandaki hava emiş ile ortam dışına aktarılır. Bu süreçte mekandan ve fan içerisinden geçen hava basıncı manometre ile ölçülür. Ölçülen değerler bilgisayar programları tarafından işlenerek gazın oda içerisinde ne kadar kaldığı ve kaçak bölgeleri gibi veriler elde edilmektedir.

Yapı kabuğunda ısı performansını etkileyen diğer bir faktör yapı kabuğunun toplam ısı iletim değeridir. Yapı kabuğundaki ısı iletim durumunun tespitinde ısı akış ölçer cihazları ve sıcaklık algılayan proplar kullanılabilir. Bu tespitler ile duvarın iç ve dış sıcaklıkları belirlenir. Bunlar programlara işlenerek duvardaki ısı geçiş değerleri tespit edilmektedir. Geleneksel yapılarda tercih edilen bir yöntem ise yapı kabuğundan alınan numunelerin laboratuvar ortamında yapılan deneylerle ısı performans değerlendirmeleri gerçekleştirilmesidir [65]. Geleneksel yapıların enerji tüketim değerlerinin düşürülmesi için genellikle bina kabuğu üzerinde değişiklikler yapılmaktadır. Bina kabuğu üzerinde yapılabilecek değişiklikler tarihi yapıda sanatsal ve mimari değerleri koruyabilmek adına yalıtım uygulamaları olabilmektedir. Bu uygulamalar duvarların yalıtımı, döşemelerin yalıtımı, pencere ve kapılarda yalıtım ve hava sızdırmazlık şeklinde ele alınabilir.

Geleneksel yapılarda duvarların yalıtımı, yapı üzerinde görsel olarak değiştirici etkiye sahip olabilmektedir. Geleneksel yapılarda görsel etkinin değişmesi istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle bu uygulamalar için çeşitli kısıtlamalar söz konusudur. Yapılacak her müdahale ve işlem için ilgili kurumlardan izin alınması gereklidir. Tarihi yapılarda iç ve dış duvar yalıtım uygulamalarını görmek mümkündür. Bazı uygulamalarda iç duvarların tamamında yalıtım görülürken bazı uygulamalarda ise dış duvarların iç kısmında yalıtım uygulamaları görülmektedir. Geleneksel yapıların çoğu kendi dönemine ait öğeleri içerdiği için duvar yalıtımında öncelikli olarak duvar konstrüksiyon tespiti yapılmalıdır. Duvar yapı malzemeleri değişkenlik gösterebilmekte olup her tarihi yapı için malzemelerin detayları ve ısı performansını etkileyen değerleri belirlenmelidir. Sonrasında tercih edilebilecek yalıtım malzemelerinin performansları farklı olsa da aranması gereken en önemli özellik su buharı geçirimsiz olmasıdır. Bunun nedeni yapı duvarında oluşabilecek nem ve su sorunlarının önüne geçebilmektir. Yapılan bilimsel çalışmalarda kenevir-kireç esaslı kompozitler, mineral yünler, ahşap elyafı levhalar, koyun yünü yalıtım malzemesi, keten lifli keçeler ve selüloz lifli yalıtım malzemelerinin kullanılabilir yalıtım malzemelerinden olduğu görülmektedir [65]. Geleneksel yapı üzerine olan çalışmalarda cam yünü ve taş yünü de yalıtım malzemesi olarak seçilebilmektedir. Bu uygulamalar yapılırken en önemli husus yapının özgünlük değerine zarar vermemektir.

Geleneksel yapılarda çatıların yalıtımı, yapıda ısı kayıplarının fazla olmasından kaynaklı olarak oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle yalıtım çoğu zaman gerekli bir müdahale olabilmektedir. Kıрма çatılar, düz çatılar ve çatıda yer alan bacaların enerji kaybına sebebiyet vermeyecek ve yapının özgünlük değerine zarar vermeyecek şekilde yapılması gereklidir. Suyla ilişkinin fazla olduğu kabuk elemanı olan çatıların uygulaması için nemli olsa dahi yalıtım özelliğini devam ettirebilecek malzemeler tercih edilmelidir. Bu özellikteki malzemeler için doğal elyaf, koyun yünü, ahşap ve kenevir elyaf örnek olarak verilebilmektedir [65].

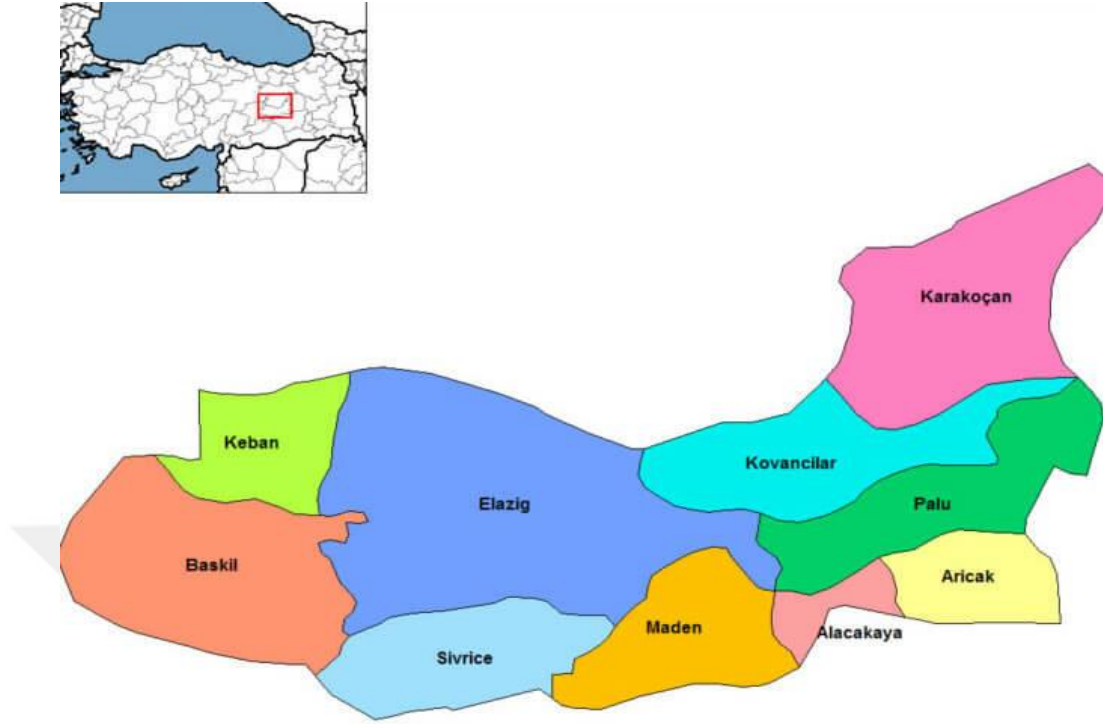
Geleneksel Yapılarda Döşemelerin Yalıtımı, zemine oturan döşemeler ve ahşap kirişli döşemelerin yalıtılması olarak ele alınabilir. Geleneksel yapıda zemine oturan döşemelerin yalıtımında köpüklü cam, extrüde polistiren, poliüretan köpük, fenolik köpük gibi malzemeler kullanılmaktadır. Geleneksel yapıda ahşap kirişli döşemelerin yalıtımında ise, selüloz lifleri, koyun yünü, kenevir, odun elyafı gibi doğal lif içerikli malzemeler tercih edilebilir [65]. Bu malzemelerin tercih edilmesi nefes alabilen özellikleri, hava ile nem geçişlerine yavaşça izin vermeleri ve akustik performansları ile açıklanabilmektedir.

Geleneksel Yapılarda kapı ve pencereler, hareketli eleman olmaları deformasyona uğrama hızlarını artırmaktadır. Bu yapı elemanlarında hava sızdırmazlığının önüne geçilebilecek müdahaleler yapılabilmektedir. Pencere çerçevesi iyileştirmeleri, pencerelerde çift veya üçlü cam kullanımı, kepenk ve gölgeleme elemanı çözümleri uygulanabilecek müdahale seçeneklerindendir [65].

2.3. Geleneksel Elazığ-Harput Konutları

Literatür çalışmalarında, tarihçilerin Elazığ şehrini, Harput'un devamı niteliğinde bulduğu ve çok yeni bir yerleşim yeri olarak kabul etmelerinden dolayı, Elazığ ve Harput'un geçmişini beraber inceledikleri görülmektedir. 4 bin yıllık tarihiyle Harput, günümüzde Elazığ kent merkezinden beş kilometre uzaklıkta bulunan bölgedeki ilk yerleşim alanıdır. Elazığ-Harput genel tarihi, iklim özellikleri ve mimarisinin bir arada incelenmesi, iki bölgeyi daha iyi analiz etme ve değerlendirebilme adına oldukça önemlidir. Bu bölümde, Elazığ-Harput yerleşimlerine ait genel bilgi, coğrafi ve iklimsel özellikler, geleneksel konut mimarisi ve enerji verimliliğinden söz edilmektedir.

Yukarı Fırat havzasında yer alan Elazığ, deniz seviyesinden 1067 metre yükseklikte olup Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde yer alan bir şehirdir. Elazığ, Türkiye haritasındaki konumu ve il haritası Şekil 2.2'de görülmektedir. Elazığ şehri, 1834'te Harput bölgesinin elverişsiz coğrafi koşullarından ötürü Reşit Mehmet Paşa tarafından günümüzdeki mevcut merkez konumunda kurulmuş bulunmaktadır [68]. Şehrin geçmişi çok fazla olmasa da bölgenin bütün olarak ele alınması ve Harput aslına dayanıyor oluşu Elazığ'ı tarihi açıdan oldukça nitelikli kılmaktadır.



Şekil 2.2. Elazığ İli Türkiye Haritasındaki Konumu ve İl Haritası [69]

Fırat Irmağı'nın geçtiği, verimli ve nitelikli bir ova üzerinde oluşu, kayalık yapısı ile doğal sığınaklara sahip olması, hayvan çeşitliliğinin oldukça fazla olması gibi nedenlerle Harput ve bulunduğu yörenin tarihi, Paleolitik (Yontma Taş Devri M.Ö. 10.000) döneme dayanır. M.Ö. 2000 yıllarında 'İşuva' adıyla anılan Elazığ ve yöresinin, yazılı tarihteki bilgilerine Hitit tabletlerinde rastlamaktadır [70].

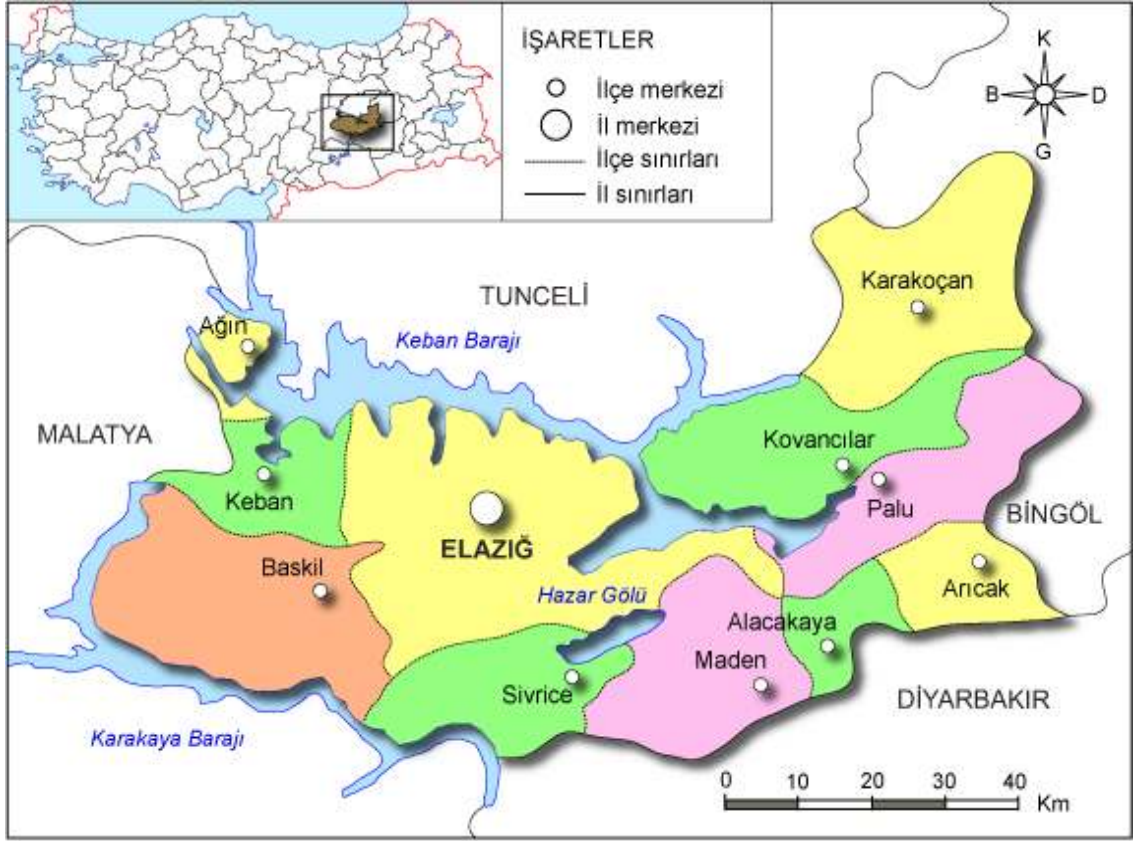
Harput yöresinin tarihinde, bölgenin kullanım amacına dair belge ve yapı bulunmamasına karşın Urartuların yapı izlerini görmek mümkündür. Harput Kalesi'ne baktığımızda bulunduğu yer ve üstünde bulunan Urartulara ait izler ile bölgenin sivil yapılaşmaya göre planlandığı düşünülmektedir [71]. Tarihi Harput Kalesi'nin (Şekil 2.3) askeri ve stratejik bakımdan oldukça önemli bir konumda olması, birçok medeniyet tarafından dikkate değer bulunmasına ve yüzyıllar boyunca sürekli olarak el değiştirmesine neden olmuştur. Ayrıca tarihi İpek ve Baharat yolunun Anadolu'dan geçmesi de bölgenin sosyal, ekonomik, kültürel anlamda gelişmesini sağlamıştır [72].



Şekil 2.3.Tarihi Harput Kalesi

19. yüzyıl sonlarına kadar tarihi ve kültürel değerini koruyan Harput, öncesinde mezra olan bugünkü Elazığ şehir merkezine doğru zaman içerisinde nakledilmesiyle önemini yitirmeye başlamıştır. Cumhuriyet tarihiyle beraber tamamen Elazığ'a nakledildiği söylenen Harput kenti, önceleri ilçeye daha sonra ise merkeze bağlı bir mahalleye çevrilmiştir [71]. Elazığ ve Harput, bulundukları konumun yanı sıra birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olmanın getirdiği kültürel ve tarihi zenginlikleri ile günümüzde bölgedeki değerini korumaya halen devam etmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında ve Yukarı Fırat havzasında yer alan Elazığ toplamda 9151 km²'lik alana sahiptir. 40° 21 ile 38° 30 doğu boylamları, 38° 17 ile 39° 11 kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Doğu ve batı uzunluğu 150 km iken, kuzey ve güney yönündeki genişliği 65 km'yi bulmaktadır [73]. Elazığ; doğuda Bingöl, kuzeyde Tunceli, batıda Malatya, güneyde ise Diyarbakır illeriyle komşu olup Malatya ve Tunceli'ye barajlar ile bağlantı oluşturmasıyla bölgede geçiş güzergahı görevi görmektedir (Şekil 2.4). Türkiye'nin her yerine karayollarıyla bağlantı kurmakta ve aynı zamanda havayolu, demiryolu ile de birçok yere doğrudan ulaşımına sahiptir. Elazığ ilindeki yaklaşık 86 km²'lik bir alana sahip olan Hazar Gölü ve Fırat Nehri ile kollarından oluşan akarsular önemli su kaynaklarını oluşturmaktadır. Aynı zamanda Elazığ ili; Keban, Kralkızı, Karayaka, Özlüce baraj gölleriyle çevrilidir.



Şekil 2.4. Elazığ İli Komşu İller İlişkisi ve Çevrili Olduğu Baraj Gölleri [74]

Çalışmaya konu olan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nı içinde barındıran Harput ise, Elazığ ilinin 5 km kadar kuzey doğusunda yer alır. Çevresine göre yüksekte, plato yüzeyinde kurulmuştur. Çok dik yamaçlarla ve oldukça engebeli bir coğrafyayla çevrilidir. Öztürk [71], Harput Kalesi ile coğrafyaya uygun surlarla çevrenişin Harput'un doğu kısmında yer aldığını ve bu surların Harput'un dışarıyla olan ilişkisinde kuzeyde Meteris Kapısı, güneyde Hüseyin Kapısı, batıda ise Dağ Kapısı ile sağlandığını belirtmektedir. Günümüzde bu surların büyük bir bölümünün izlerine rastlamak ise pek mümkün değildir. Harput platosu, güneyden kuzeye doğru yükselir. Harput'ta yükselti yaklaşık 1400 ile 1450 metre arasında değişmekteyken kuzeye gittikçe yükselti 1650 metreye çıkabilmektedir. Topografinin oldukça dik olması, Elazığ ovası ile Harput'un yerleştiği plato arasındaki güney bölgede eğimin %40'larda olmasını açıklamaktadır. Uluova taban olarak kabul edildiğinde Harput plato yüzeyinin buraya göre bağıl yükseltisi 500-600 metreyi bulmaktadır. Platonun güneye doğru yükseltisinin azalması çoğu zaman mevsimlik akarsuların yönünü belirtmekte ve güney kesimde parçalanmalara neden olmaktadır [75]. Daha net bir ifade ile Harput kenti, genellikle mevsimlik akarsuların bulunduğu girintili vadiler arasında kalan ve Elazığ Ovası başta olmak üzere çevresinde bulunan diğer düşük yüksekliğe sahip alanlara hakim olan sırtlardan birine kurulmuştur.

Elazığ ve Harput, Doğu Anadolu bölgesinde yer almakta olup, karasal iklim özelliği göstermektedir. Uzun ve şiddetli geçen kışları, sıcak ve kısa geçen yaz aylarıyla karasal iklimi; bölgenin bilhassa iç kısımları ve kuzeydoğusuna doğru ilerledikçe daha da şiddetlenmektedir [76]. Ancak kentin çevresinde yapılan baraj gölleriyle, iklimde kısmen ılımanlaşmalar görülmektedir. 1938-2021 yılları arasında aylara göre Elazığ ili ortalama sıcaklık (°C), güneşlenme süresi (saat) ve yağış (mm) verileri Ek-1’de verilmiştir.

Çalışma alanının bulunduğu Harput iklimi, Elazığ ile karşılaştırıldığında daha elverişsiz koşullara sahip olduğu görülmektedir. Karadoğan ve Tonbul’a [75] göre, kış aylarındaki daha düşük sıcaklık değerleri, kar yağış oranı ve karla örtülü gün sayıları bunu açıkça göstermektedir. Harput’un Elazığ’a göre daha avantajlı sayılabileceği terselme olayı kış aylarında Elazığ ovasında sıkça meydana gelen bir durumdur ve Elazığ’a oranla daha az sisli gün geçirdiğini göstermektedir. Elazığ ve Harput’un rakımları arasındaki fark da azımsanmayacak kadar fazladır ve bu da birçok açıdan iklimleri arasında değişikliğe neden olmaktadır. Bölgede kuzeybatı hakim rüzgar yönüdür. Elazığ’ın kuzey yönü coğrafi elemanlar ile kapalı güney yönü ise açıkken, Harput’un tüm yönlerden açık bir plato oluşu Munzur Dağları’ndan gelen sert rüzgârların Harput’a tesir etmesine neden olmaktadır. Ancak Pancarlık Dağları sayesinde bu sert rüzgarların Elazığ’a inemiyor ve ovayı etkileyemiyor olması, Harput ikliminin Elazığ iklimine göre daha sert olmasını açıklayan faktörlerdendir [77].

Yaz mevsiminde Harput, Elazığ’a oranla daha konforlu iklim şartlarına sahiptir. Yaz aylarında serin esen rüzgârlarıyla Elazığ merkezine göre 2-3 derece kadar daha düşük sıcaklık değerleri oluşturmakta ve bu da Harput’un daha iyi ortam koşulları sunmasını sağlamaktadır. Tüm bu detaylar Harput ile Elazığ arasındaki rakım farkı ile Harput’un bir plato sahasında olup çevresinin açık ve korunaksız oluşundan kaynaklandığını göstermektedir. Bu koşullar günümüzde Harput için ulaşılabilirlik ve yaşanabilirlik sorunlarını da halen beraberinde getirmektedir.

2.3.1. Geleneksel Elazığ-Harput Konutları Mimari Özellikleri

Elazığ Harput yüzyıllarca farklı medeniyetlere ev sahipliği yapmasıyla bölgede çok çeşitli sivil mimari örnekleri ortaya çıkmıştır. Diğer Anadolu kentlerinde de görüldüğü gibi Geleneksel Elazığ Harput konutlarının mimarisinin şekillenmesinde de coğrafi koşullar, iklim özellikleri, sosyo-kültürel kazanımlar gibi birçok parametre söz konusudur. Mimari özellikleri yakın bölgedeki diğer illerin geleneksel konutlarıyla benzerlik gösterse de bazı farklılıkların olduğunu söylemek mümkündür.

Harput engebeli ve zorlu coğrafyaya sahip olduğu için evler genelde sarp kayalar ya da dağ yamaçları üstünde Şekil 2.5’te görüldüğü gibi bitişik nizamda bazen de düzlük dar sahalarda içerisinde yine sıkışık planlamaya sahip şekilde yapılmıştır [78].



Şekil 2.5. Geleneksel Harput Sokak Genel Görünüşü [79]

Geleneksel Elazığ Harput evlerinin ana cepheleri genelde sokağa bakmaktadır ve bu cephelerde bulunan çıkmalar, yöredeki ismiyle şahnişinler, kazandırmış olduğu hareketlilik ve cephedeki estetik değer açısından oldukça önemlidir. Şekil 2.6’da Geleneksel Harput konutu genel görüntüsü ve sokağa cephesindeki şahnişin görünmektedir.



Şekil 2.6. Geleneksel Harput Konutu Genel Görüntüsü ve Sokak Cephesindeki Şahnişin Detayı [79]

Karakaş [80], evlerin büyüklüklerinin genellikle ailelerin ekonomik durumlarını yansıttığını belirtmektedir. Dar gelirli ailelerin küçük evlerde yaşamasıyla beraber, gelir durumuna göre büyük ev ve konaklar da şekillenmiştir.

Geleneksel Elazığ Harput konutlarında köşk odayla beraber nadiren üç katlı yapılar olduğu görülse de genelde tek ve iki katlı yapı örnekleri bulunmaktadır [72]. Evler büyük çoğunlukla iç sofalı olacak şekilde planlanmıştır ve dış sofalı ya da sofa bulunmayan evlere neredeyse rastlanmamaktadır. Öztürk [71], Geleneksel Harput Konutlarını tek katlı ve iki katlı evler olarak sınıflandırmıştır. Tek katlı ve iki katlı evler de kendi içlerinde alt başlıklara ayrılmıştır:

Tek katlı evler;

- İç Sofalı, İki Yüzlü, İki Odalı Plan,
- İç Sofalı, İki Yüzlü, İkiden Fazla Odalı Plan şeklinde ikiye ayrılmıştır.

İki katlı evler ise;

- İç Sofalı, İki Yüzlü, İkiden Fazla Odalı, Şahnişinsiz Plan,
- İç Avlulu, İki Yüzlü, İki Odalı, Şahnişinli Plan,
- İç Sofalı, İki Yüzlü, İkiden Fazla Odalı, Şahnişinli Plan,
- İç Sofalı, İki Yüzlü, İkiden Fazla Odalı, Şahnişinli Özel Plan şeklinde dört grupta incelenmiştir.

Geleneksel Elazığ Harput konutları incelendiğinde, genel yapı malzemeleri taş ve kerpiç iken yer yer ahşap ve metal de kullanılmıştır. Yapı elemanlarında kullanılan malzemeler şu şekildedir:

Duvarlarda; zemin katlarda genellikle taş, üst katlarda ise belirli yüksekliklerden sonra aralara ahşap hatıl atılarak hem taş hem de kerpiç kullanılmıştır. Dış yüzeyleri sıfır derzli kireç harçla sıvanmışken iç yüzeyler saman takviyeli çamur ile sıvanmıştır.

Tavanlarda; birçok Anadolu yapısında olduğu gibi ahşap cisirlerin duvarlara veya dikmelere oturtulması ardından ise oluşan bu tabanın üzerinin ahşap tahta veya kamışlarla örtülme tekniği uygulanmıştır [80].

Döşemelerde; alt katlarda genellikle ahır olarak planlanan Harput konutlarında doğal zemin şeklinde bırakılmışken, zemin katın yaşam alanı olarak planlandığı konutlarda ise ahşap tahta kaplama ya da doğal sal (kayrak) taşı şeklinde görülmektedir. Üst kat döşemelerinde ise çoğunlukla yine ahşap kaplama ve sal (kayrak) taşına yer verilmişken, bazı yapılarda toprak harçlı sıva ile sıvanıp bırakıldığına da rastlanmaktadır.

Dam ve saçaklar; 20. Yüzyıla kadar yapıların üst kat ahşap tavan üzerine killi toprak örtülmesiyle oluşturulmuştur. Ancak üst örtünün dam olarak yapılması, sık olarak bakım istemesi ve iklim koşullarına karşı elverişsizliği nedeni ile yapı ömrünü kısaltmaktadır. Bu nedenle son dönemlerde yapılan geleneksel evlerde üst örtünün kırma veya beşik çatı olarak düzenlendiği görülmüştür. Damlı yapıların saçakları yaklaşık 20 cm civarındadır. Evin dış duvarlarında ahşap

kirişler kullanılarak yapılan saçakların, yapıda çıkmaların olduğu yerlerde 50 cm'ye kadar çıktığı görülmektedir.

Kapılarda ise; dış kapıların arkadan metallerle desteklenmiş çift kanatlı ahşap malzemeli, iç kapıların da genellikle tek kanatlı ve aynı şekilde ahşap olduğu görülmektedir.

Pencerelerde; tamamen ahşap malzeme kullanılmıştır. Mekân büyüklüğüne göre pencere ebatları değişiklik göstermektedir. Çoğunlukla zemin katlarda olsa da pencerelerin genelinde korunma amaçlı olduğu kadar estetik değer kazandırması amacıyla da metal korkuluklar yapılmıştır.

Bacaların; az sayıdaki yapıda ilk halini koruduğunu onun dışındaki yapılarda ateş tuğlası veya üst örtünün sac ile örtüldüğü durumlarda ise sac ile kaplandığını söylemek mümkündür.

Merdivenler; çoğu yapıda iki kollu şekilde planlanmıştır. Malzeme olarak sadece taş veya sadece ahşap olabildiği gibi her ikisinin bir arada kullanıldığı örneklerle rastlamak da mümkündür.

Yapılarda çok fazla süslemeye yer verilmemesine rağmen bazı örneklerde süslemeler; giriş cephesinde metal, ahşap ve taş malzeme ile dikkat çekmektedir. Giriş kapısının üstünde şahnişin bölümünün altında ve üstündeki pencere korkuluklarında metal işçiliklerinin yer aldığı da görülmektedir. İç süslemeler konusunda geleneksel mimaride neredeyse pek örnek yer almamaktadır [79]. Yapı içinde süslemeye yer veren çok az sayıdaki konaklardan biri teze konu olan ve çalışmanın yapıldığı Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'dır.

2.3.2. Geleneksel Elazığ-Harput Konutları Enerji Etkinlik Değerlendirmesi

Dünya üzerinde fiziki çevrenin günden güne kötüleşmesi ve zarara uğraması sonucunda önlemleri alabilmek adına birçok bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapı sektörünün mevcut zararlardaki rolü oldukça fazladır ve mimari planlamalar için sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik kavramlarını önemli hale getirmiş bulunmaktadır [81]. Ancak Yılmaz ve Keleş [82], sürdürülebilirlik kavramının, insanların mağaralarda yaşadığı dönemlerde kuzey yerine güneyi tercih etmesiyle bile varlığını görünür kıldığını söylemektedir.

İnsanlar doğası gereği bilimsel kaynakların yeterli olmadığı dönemlerde dahi barınma ihtiyaçlarını bulundukları iklim, coğrafya ve diğer koşulları gözeterek şekillendirmeye çalışmıştır. Ayrıca geleneksel yapılaşmaların, yapı ya da kent ölçeğinde oluşu fark etmeksizin iyi değerlendirmeler sonucu ortaya çıktığını göstermektedir. Tüm bunlar; geleneksel mimarinin enerji etkinlik değerlerinin incelenerek, günümüz koşullarında tekrar değerlendirilebileceği ve yeni yapılaşmalar için yol gösterici nitelikte olabileceği anlamına gelmektedir.

Harput, engebeli dik yamaçlardan ve tepelerden oluşan oldukça zorlu bir coğrafyaya sahiptir. Aynı zamanda bir plato düzlüğünde yer alışı ve rakım olarak Elazığ şehir merkezinden oldukça yüksekte olmasıyla da Elazığ şehir merkezine oranla daha zorlu iklim şartları taşımaktadır. Bu da geleneksel mimari özelliklerinin şekillenişinde az da olsa farklılıkları ortaya koymaktadır.

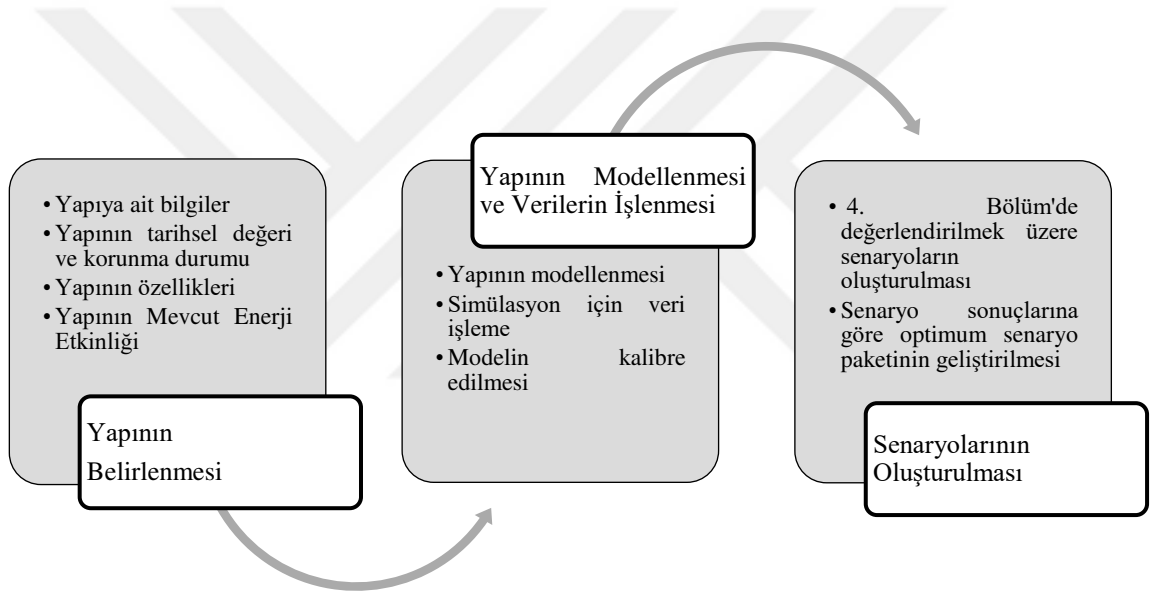
Geleneksel Harput evlerinde zemin kat ve üst kat büyük çoğunlukta arazinin engebeli oluşuyla beraber form almıştır. Yapıların birbirleriyle kimi yerlerde üst üste gelecek şekilde şekillenmesi söz konusu iken kimi yerlerde ise dar alanlara ayrı ayrı ama oldukça sık şekilde yerleşmiş durumda olduğu görülür. Ancak Elazığ evleri, arazinin düz ve engebesiz oluşu ve ilk dönemlerinde kullanıcı yoğunluğunun yüksek olmaması gibi nedenlerle genellikle ayırık nizam olarak uygulanmıştır. Bu durum; yapı alanını iyi tanımak ve coğrafyanın imkânlarını bilerek tasarım yapmanın daha az maliyet, iş gücü, zaman gibi parametrelerle sürdürülebilirlik bağlamındaki değerini vurgulayan örneklerinden biri olmaktadır. Aynı zamanda Harput coğrafyasında bitişik nizam yapılaşma yapılarak dış hava ile temasın azaltılmak istenmesi enerji etkinliği açısından oldukça önemlidir.

Geleneksel Elazığ Harput konutlarında bina yönlendirilmesi yapının konumlandırılacağı alana göre değişiklik gösterse de çoğu yapıda manzaraya ya da sokağa yönelme durumu görülür ve bununla beraber güney dışındaki cephelerde saydam yüzey oranının düşük tutulmaya çalışılması söz konusudur. Bu ise yapılarda ısı kaybının azaltılmaya çalışıldığını yani enerji etkinlik kaygılarının söz konusu olduğunu açıkça ortaya koyar.

Bina kabuğunda geleneksel ve ekolojik malzemeler kullanılmıştır. Yapım teknikleri ve kullanılan yapı malzemeleri ise yörenin kendi malzemelerinin kendi işçilik teknikleri ile yapılması sonucu ortaya çıkmıştır. Bu da sürdürülebilirliği doğrular nitelikteki parametrelerdendir.

3. MATERYAL VE METOT

Geleneksel yapıların mevcut enerji etkinlik durumunu inceleyerek enerji verimliliği üzerine değerlendirme yapma amacıyla ele alınan bu yaklaşım için tez kapsamında örnek bir yapı modeli seçilmiştir. Söz konusu çalışma için Elazığ-Harput'ta yer alan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı örneklem olarak seçilmiştir. Bu bölümün işleyişi toplamda üç adımdan oluşmaktadır (Şekil 3.1). Bölümün ilk adımında yapıyla ilgili konum, tarihsel değer, fiziksel ve mimari özellikler yer almaktadır. İkinci bölümde ise yapının simülasyon aracı olarak seçilen programda modellenmesi ve akabinde programa gerekli verilerin işlenmesi ile devam etmektedir. Bölümün son adımında ise yapının enerji etkin iyileştirmesine yönelik senaryolar oluşturulmuştur.

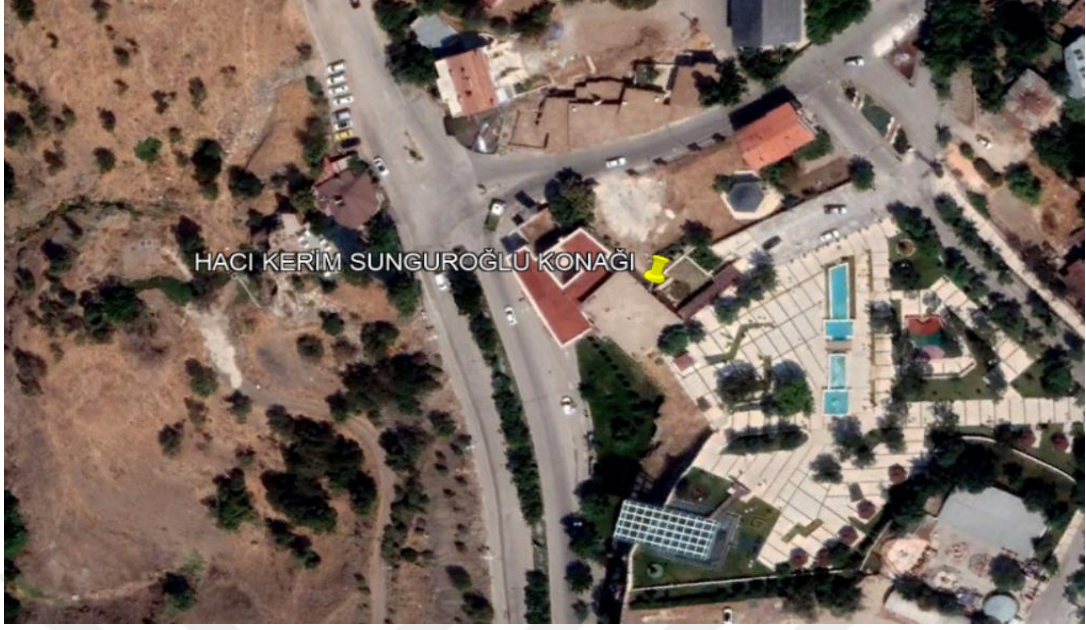


Şekil 3.1. Metodoloji Akış Şeması

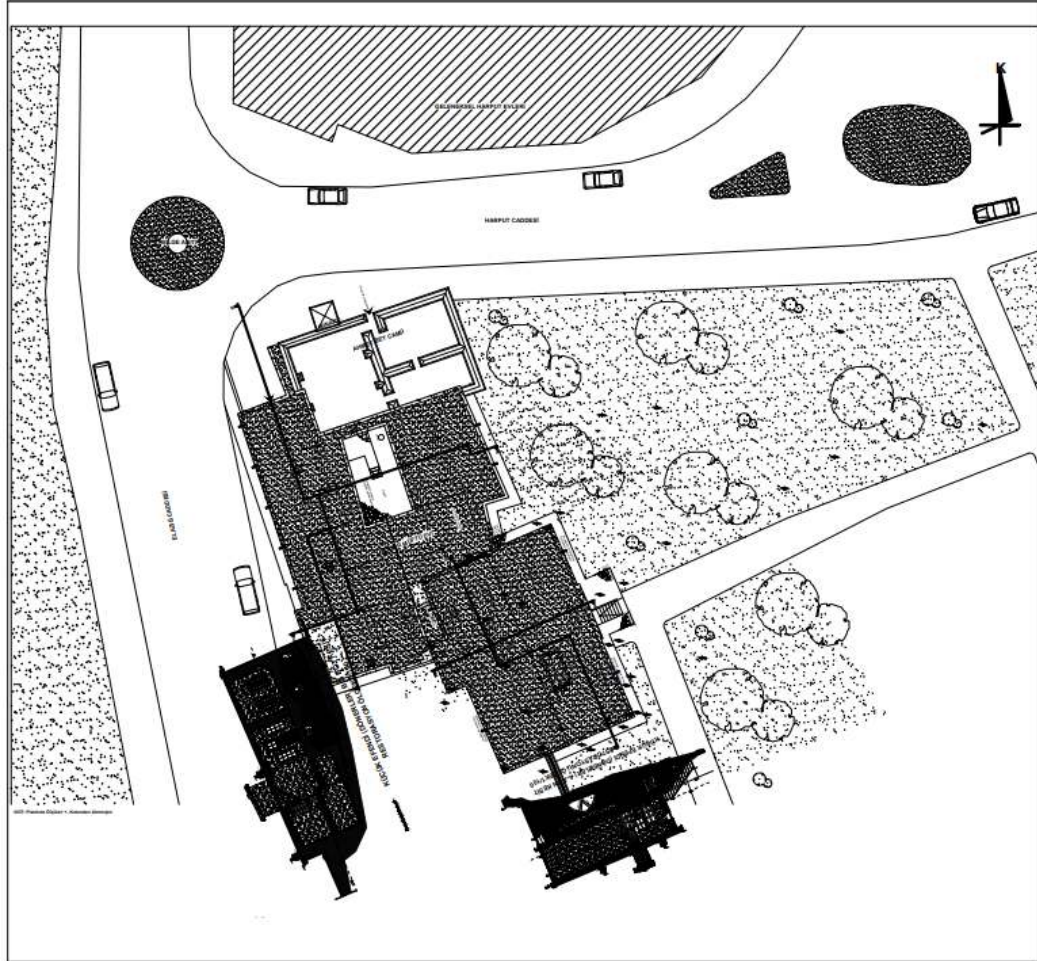
3.1. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı; Elazığ İlının Harput Mahallesi geleneksel konut bölgesi olan Harput Sit Alanı içerisinde, dik bir yamaç üstünde yer almaktadır. Tam adresi, 'Harput Mahallesi, Ahmet Kabaklı Bulvarı, No:2 Elazığ' şeklindedir.

Şekil 3.2'de konağın arazide yerleşimi ile bitişik olarak planlandığı yapıyla olan ilişkisi görülmekte iken Şekil 3.3'te restorasyon vaziyet planı görülmektedir.



Şekil 3.2. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Arazide Yerleşimi



Şekil 3.3. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Vaziyet Planı

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın güneyi fazlasıyla dik engebelere sahiptir. Yapı bulunduğu alanın topografik özelliklerine uygun şekilde planlanmıştır. Sağır Müftü Konağı Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın kuzeyinde, zemin katta bitişik nizam oluşturacak şekilde konumlanmıştır (Şekil 3.4). Yapının doğu, batı ve güneyi ise mevcut araziye göre şekillenmiş olup başka bir yapı ile ilişkili değildir.



Şekil 3.4. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı ve Sağır Müftü Konağı Güney Batı Görünümü

3.1.1. Yapının Tarihsel Değeri ve Korunma Durumu

Çalışma kapsamında ele alınan Tarihi Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı, Harput'a güneybatıdan girişte sağ tarafta, güneybatı dış surlarının üzerine yapılmıştır. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı, doğu batı yönünde çok eğimli bir alan üzerine bitişik nizamla zemin ve üst katıyla beraber iki katlı olacak şekilde yöresel yapı malzemeleri kullanılarak inşa edilmiştir. Yapı, Harput Kentsel Sit Alanı içerisinde yer almakta olup Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nun 30.05.1985 tarihli ve 1089 sayılı kararıyla tescillenmiştir. Bölgedekiler tarafından Dönerler Evi ve Küçük Efendi Konağı isimleriyle de bilinmektedir.

Aytaç [83], yapının aslında iki bölümden oluştuğunu ancak doğudaki haremliğin günümüze kadar varlığını koruyamadığını belirtmektedir. İleri yaşlı insanlardan ve bazı kaynaklardan edinilen bilgiye göre yapının zamana karşı koyamayan haremlik bölümü, üstü saçaklı dış avlu planlamalı,

iki katlı ve düz toprak damlıydı [84]. Günümüze ulaşan asıl inceleme konusu olan selamlık kısmı, doğu batı yönündeki eğimli arazi yapısına uyum sağlayarak batı tarafından manzaraya hakim olacak şekilde eğime göre yükseltilmiştir. Konağın doğu tarafındaki avlu arazi eğimlerine uygun şekilde kotlanmalar oluşturmuş ve bunlar merdivenler ile aşılmıştır.

Aytaç [83], Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın Geleneksel Harput Konutları içinde geçmişten bugünlere gelen en önemli tarihi konak olduğunu ifade etmektedir. Topografyaya hâkimiyeti, yapı elemanları ve özellikleri, yapı malzemeleri, çok nadir görülen iç süslemelere sahip oluşu gibi birçok faktör konağın değerini ortaya koymaktadır.

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'na ait bir kitabe bulunmamaktadır. Bu durum yapıyı inşa ettiren ve yapıldığı tarih ile ilgili net bir bilgi olmadığını göstermektedir. Ancak yapı sahiplerinden alınan bilgiye göre 19. Yüzyılın ortalarında dedeleri tarafından Harput'taki en iyi ustaya, 100 altın verilerek yaptırılmıştır [79]. Aytaç [83], çalışmaları sırasında üst katta yer alan güneydoğu bölümündeki odanın tavanındaki ahşap kirişlerin üstünde 'Maşallah olsun mübarek muradımız hasıl ey Hak Tebarek sene 1177' yazılı 4 sülüs (Arap harfleriyle yazılan süslü bir yazı türü) yazısına rastlamıştır (Şekil 3.5). Miladi olarak 1763 yılında yapının inşa edildiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.5. Güneydoğu Odasında Tavan Ahşap Kirişleri Üzerindeki Sülüs Detayı

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı 1995 yılına kadar konut olarak kullanılmıştır. 2006 yılında Elazığ Belediyesi yapıyı kamulaştırmış ve aynı yıl içerisinde rölöve, restitüsyon, restorasyon çalışmalarını hazırlayarak 2008-2009 yıllarında yapının restorasyon çalışmaları yapılmıştır [85].

Bu restorasyon çalışmalarında; yapının neredeyse tüm duvarları sağlam zemine erişinceye dek sökülmüş ve ardından dam seviyesine kadar duvarlar, döşemeler, doğramalar ve zemin kaplamaları aslına uygun şekilde tekrar inşa edilmiş aynı zamanda kuzey bölümdeki tonoz, strüktürel sorunlardan dolayı çelik konstrüksiyon ile yeniden yapılmıştır. Konağın üst katı 2020 yılından itibaren Belediye İmar ve Şehircilik Müdürlüğü KUDEB (Koruma Uygulama ve Denetim Bürosu) ve Elazığ Belediye Başkanlık Makamı olarak kullanılmaktadır. Alt katı ise Şekil 3.6’da görüldüğü üzere, Elazığ Belediyesi’ne bağlı Harput Sergi Salonu olarak kullanıma açılmıştır [86].



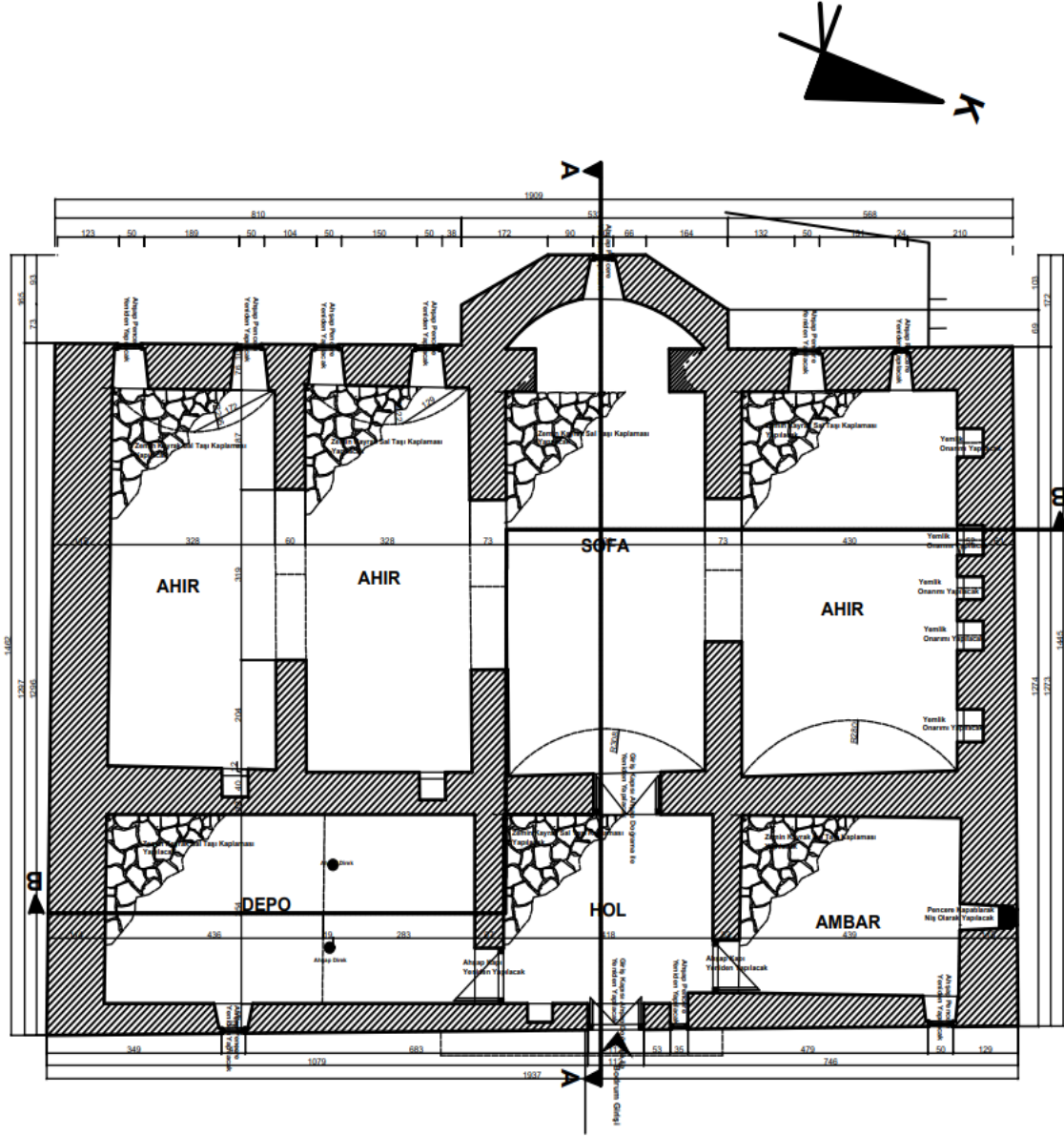
Şekil 3.6. Harput Sergi Salonu [86]

3.1.2. Yapının Fiziksel Özellikleri

Planlama, zemin ve üst kat olacak şekilde düzenlenmiştir. Konağın tek girişli olan zemin katı samanlık ve ahır şeklinde kullanılırken üst kat ise yaşam alanı olarak kullanılmıştır. Konak yaklaşık 13m x 20m ebatlarda dikdörtgen planlıdır. Her iki kata giriş de doğu cephesinden yapılmaktadır. Zemin katın planlaması şu şekildedir (Şekil 3.7):

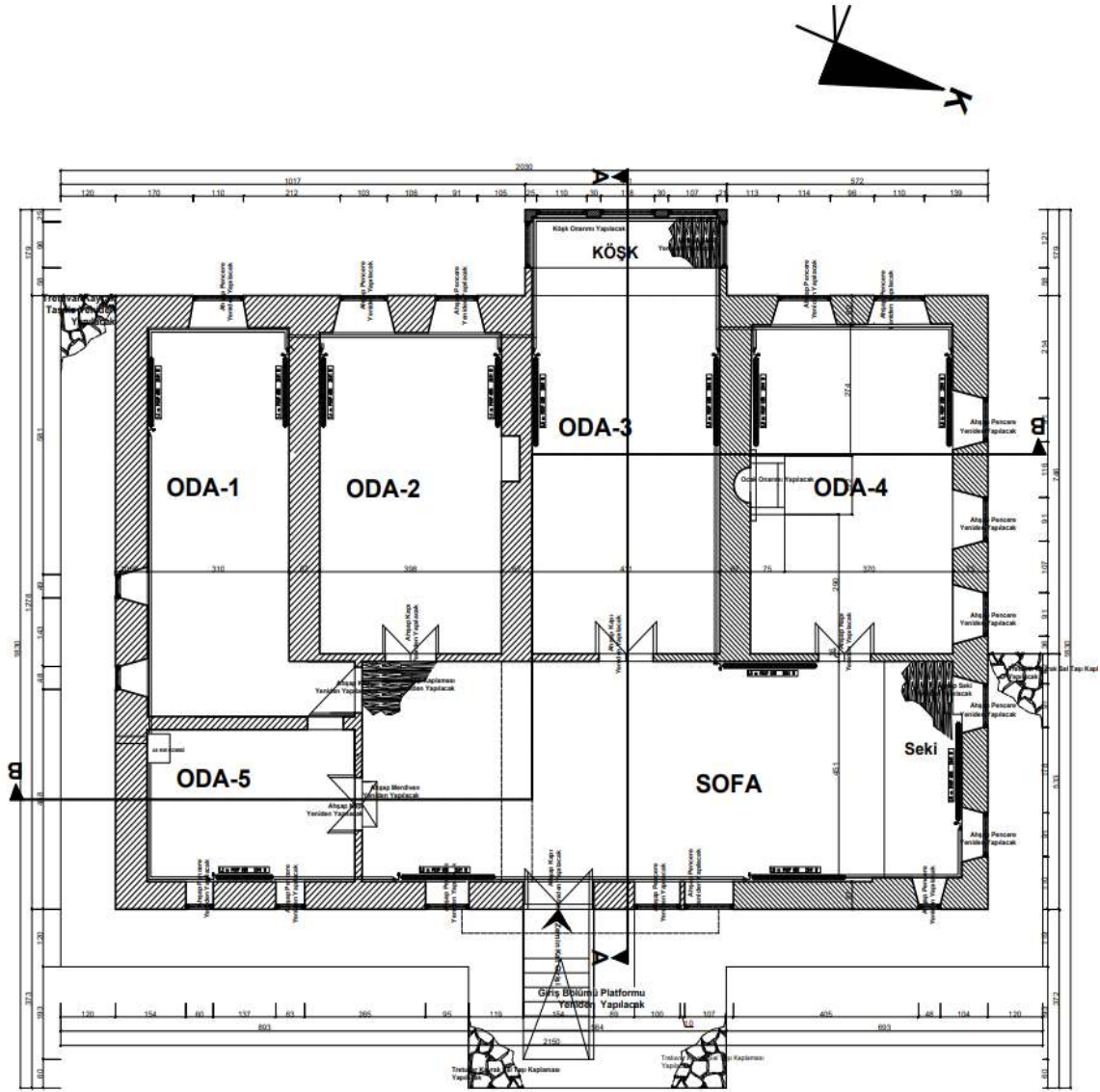
Doğu cephesindeki çift kanatlı ahşap kapı ile hole varılmaktadır. Holün kuzeybatı ve güneydoğusunda bulunan iki kapıyla iki ayrı ambar/depo alanına ulaşılır. Hole girişte karşıda bulunan çift kanatlı ahşap kapı vasıtasıyla ise sofaya geçiş yapılır. Sofanın üstü yuvarlak beşik tonoz ile örtülüdür ve batı duvarı dairesel şekilde olup ortasında bir tane mazgal pencere bulunmaktadır. Sofanın kuzey duvarından kemer açıklığıyla bir ahır bölümü mevcutken, güney duvarında bulunan kemer açıklığı ile aynı şekilde kemerli geçişi tekrar eden paralel şekilde

yerleşmiş art arda sıralı 2 ahır bölümü bulunmaktadır. Kuzeydeki ahır bölümünün, batı duvarında iki tane mazgal pencere ve yine aynı ahır bölümünün kuzey duvarında ise beş adet hayvanlar için yapılmış yemlik bulunmaktadır. Sofanın güneyinde kala ahır bölümlerinde toplamda iki adet mazgal pencere ve ilk kemerli geçişteki bölümün doğu duvarında bir adet niş mevcuttur.



Şekil 3.7. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Zemin Kat Restorasyon Planı

Yaşam alanı olarak tasarlanan üst kat mekân organizasyonları şu şekildedir (Şekil 3.8) : Üst kattaki sofa bölümüne çift kanat ahşap kapı ile yine zemin katta olduğu gibi doğu cephesinden giriş sağlanır. Sofanın kuzey kısmında bir niş, mazgal pencere ve ahşap seki bulunmaktadır.



Şekil 3.8. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Üst Kat Restorasyon Planı

Batı duvarında ise; çift kanatlı 3 kapı ile Oda-2, Oda-3 ve Oda-4'e geçişler sağlanır. Üst katta bulunan odalar aynı malzemeler ve tekniklerle yapılmış olup benzer mimari planlama taşımaktadır. Oda-3'te benzer tasarım öğeleri haricinde dışarı taşkın şekilde ahşaptan yapılmış şahnişin yer almaktadır. Oda 4'te dekoratif işlemlerin olduğu taş bir ocak bulunmaktadır (Şekil 3.9). Oda-5, çift kanatlı ahşap kapı ile girilen ve diğer mahallere göre iki basamak kadar daha yüksek kotta bulunan mutfak bölümüdür. Bu mutfak bölümünde; ahşap malzemeli toprak dama çıkış merdiveni ve Oda-1 ile direkt bağlantı oluşturan 1 adet mazgal pencere bulunmaktadır. Sofanın güneydoğu köşesinde Oda-5'in girişinde; küçük çocukların, bebeklerin banyo yapması ve diğer kullanıcıların abdest almaları için kullandıkları sofadan yaklaşık 10 cm daha düşük kotta, taştan imal edilmiş bir çark bulunmaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Ocak Üzerinde Bulunan Süsleme Detayları



Şekil 3.10. Üst Kat Sofada Bulunan Çark

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın üst katında bitkisel, dekoratif ve geometrik iç süslemeleri dikkat çekmektedir. Üst katta sofa tavanının ortasında bulunan göbek bölümünde ve şahnişinin yer aldığı Oda-3 içerisindeki tavan kaplamasında bulunan ahşap süsleme örnekleri ile yine üst katta Oda-4'te Şekil 3.9'da verilen ocak üzerinde yer alan süslemeler oldukça önem taşımaktadır. İç süsleme örneklerinin yer aldığı Oda-2'de yuvarlak ahşap kirişler her iki kenardan 50 cm boyunca kare kesitli hale getirilmiş ve içe doğru pahlanarak Şekil 3.11'de görüldüğü gibi biçimlendirilmiştir. Kirişler üzerinde benzer motifler yer almaktadır [79]. Tavanda yer alan süslemelerde kök boya ile yapılmış kahverengi, sarı, mavi, beyaz ve kırmızı birçok renkte farklı motif bulunmaktadır. Şekil 3.12'de görüldüğü gibi odaların kirişleri üzerinde farklı ebatlarda Kuran-ı Kerim'den alınmış ayetlerle bezenmiştir.



Şekil 3.11. Üst Kat Tavan Ahşap Kiriş ve Süslemeler

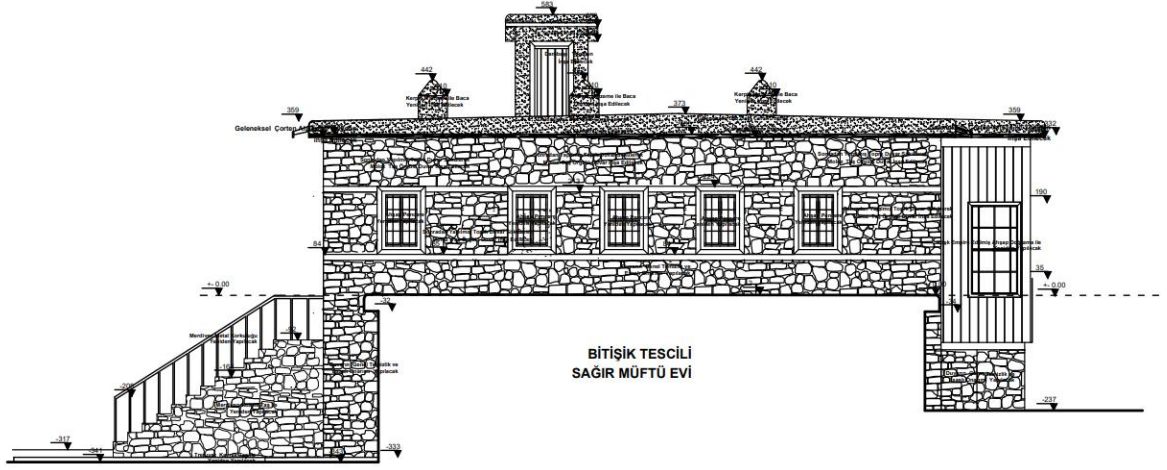


Şekil 3.12. Kirişlerde Yer Alan Kuran-ı Kerim Ayetleri [79]

Üst örtü yapısı, 35 cm yükseklikte ve 30 cm dışarı taşkın saçağıyla düz dam olarak planlanmıştır (Şekil 3.13). 4,5 m² taban oturumlu dam başına Oda-5'teki ahşap merdiven aracılığıyla çıkılmaktadır. Dam başından düz dama geçiş ise dam başının kuzey duvarındaki tek kanatlı kapı ile sağlanmaktadır. Dam başı, sadece düz dama geçiş için kullanılmasının yanı sıra dam onarım işleri için gerekli aletlerin olduğu bir ardiye görevi görmektedir. Toplamda altı adet baca yer almaktadır. Aynı zamanda dam üzerinde 4 adet, dam başında 1 adet olmak üzere toplamda 5 adet çörten ile su tahliyesi yapılmaktadır.

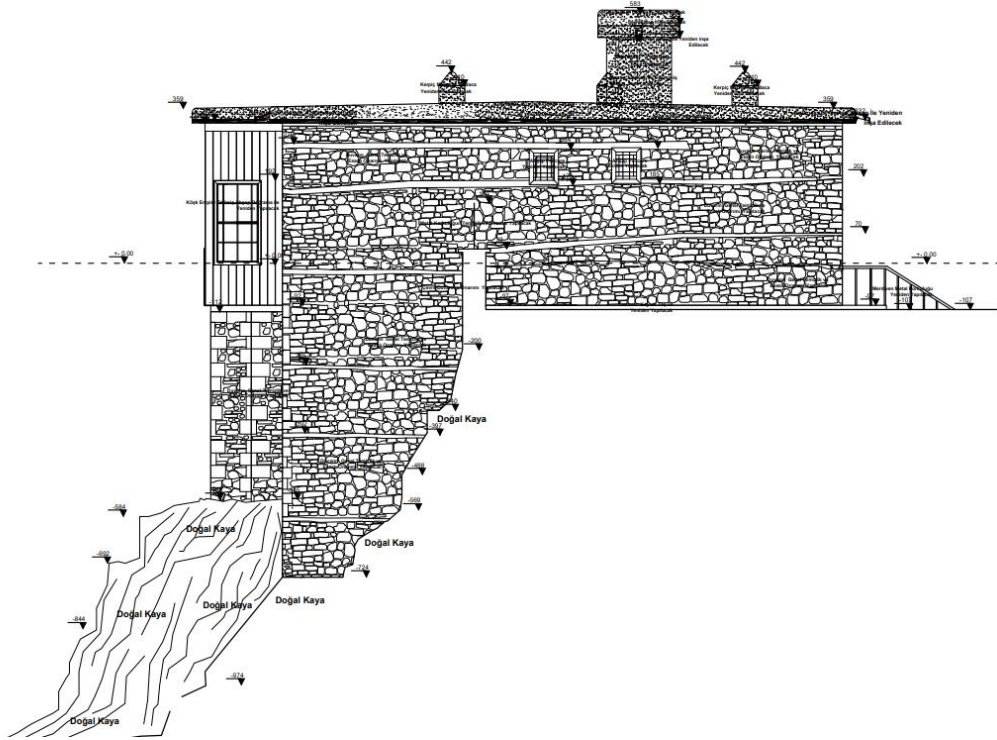


40



Şekil 3.14. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Kuzey Görünüşü

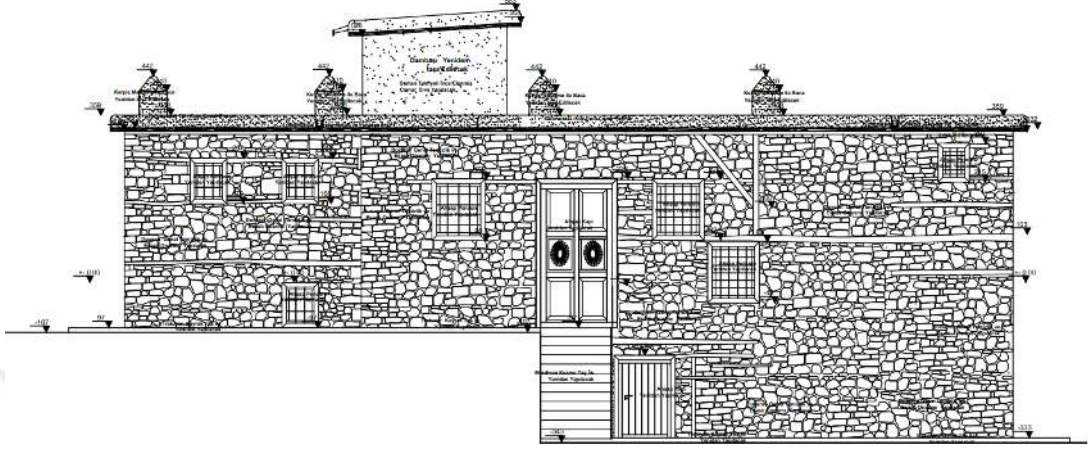
Güney cephe, yapının oturduğu eğimli araziye uygun şekilde form almıştır. Üst katta; 2 adet pencere ve şahnişinin köşe penceresi görülmekte olup, arazi dışındaki bahçe duvarıyla sınırlandırılması da cephede dikkat çeken özelliklerinden olmuştur (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Güney Görünüşü

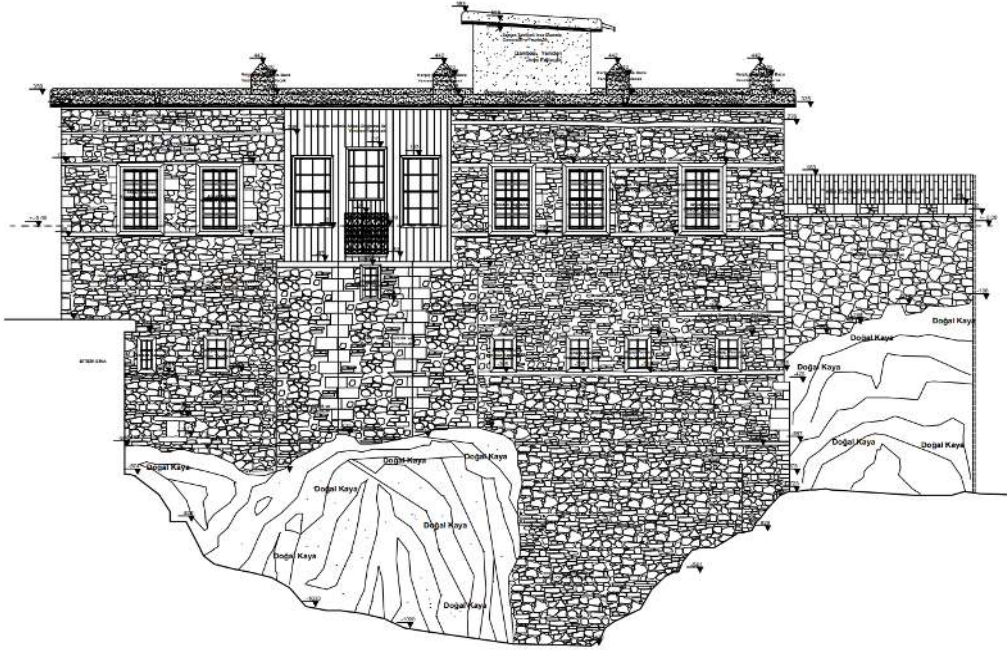
Doğu Cephesi, eğime bağlı olarak şekillenmiş olup, zemin ve üst katın girişi buradan sağlanmıştır (Şekil 3.16). Üst kat girişi için, 12 basamaklı taş malzemeli ve metal korkuluklu

merdiven kullanılmaktadır. Zemin kat girişinde ise yine eğime göre biçimleniş söz konusu olmuştur. Cephe farklı ebatlarda ve kotlarda dağılmış olan pencereler, oldukça dikkat çekicidir.



Şekil 3.16. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Doğu Görünüşü

Batı Cephesi, zemin kat orta bölümde yer alan beşgen formdaki sur kalıntısı ve onun üzerine yerleştirilmiş olan ahşap şahnişinle oldukça dikkat çekmektedir (Şekil 3.17). Bu beşgen yapının, sur kalıntılarından günümüze ulaşan tek burç olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 3.17. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Restorasyon Batı Görünüşü

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı, Geleneksel Elazığ-Harput konutlarının mimari özelliklerini taşıyan nitelikli bir yapıdır. Yapıda yöresel yapı malzemelerinin geleneksel yapım teknikleriyle uygulandığı görülmektedir.

Dış duvarları, 60 ile 80 cm arasında değişmekte ve ahşap hatıllarla desteklenmiş olup kaba yonu taş duvar örgülüdür. İç duvarlar, zemin beden duvarlarının üst katlara da taşındığı duvarlar dışında 15 ile 25 cm arasında değişmektedir. Dam başı bölümü duvarları 30 cm kalınlıkta kerpiç olarak yapılmıştır. Düz dam, ahşap kiriş ve kaplama üzeri sıkıştırılmış saman içerikli elenmiş topraktan yapılmıştır. Zemin kat döşemeleri, restorasyon planlarında kayrak sal taşı kaplaması şeklinde gösterilmiştir. Üst kat döşemeleri bütün odalarda, samanla karışık toprak sıva üzeri ahşap kaplamadır. Tavanların neredeyse tamamı ahşap ile kaplanmıştır. Yapıda bulunan tüm kapı ve mazgal pencereler boyut farklılığı göstermesine rağmen tümü ahşap malzemelidir. Yapıya ait restorasyon projesi detay çizimleri Ek-2’de yer almaktadır.

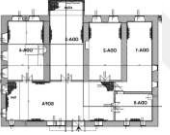
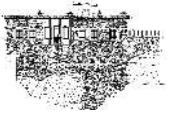
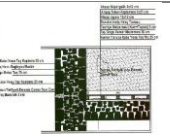
3.1.3. Yapının Enerji Etkinlik Değerlendirmesi

Sürdürülebilir tasarımlar yapmak; geleneksel ve mevcut yapıların korunmasını, yeni yapılan tasarımların uzun yıllar kullanılmasını, enerji ve kaynakların doğru şekilde tüketimini mümkün kılmaktadır. Fiziksel çevre ve iklime bağlı ölçütler, mimarlıkta enerji etkinliği için önemlidir. Yapının konumlanacağı arazi topografyası, hakim rüzgar yönü ve diğer iklim faktörleri gibi birçok önemli parametre göz önüne alınarak yapı tasarlanmalıdır.

Geleneksel yapıların; mimari tasarım kararları ve uygulama şekilleri sayesinde, sürdürülebilir ve enerji etkin nitelikte olmalarıyla ilgili fazlasıyla bilgi edinilebilmektedir. Enerji etkin yapı tasarımı kullanıcıya ilişkin, iklime ilişkin ve yapıya ilişkin değişkenler gibi farklı başlıklar altında değerlendirilmektedir. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı arazideki konumu, form özellikleri, mekân organizasyonu, bina kabuğu ve malzeme özellikleri şeklinde detaylıca incelenmiştir. Bu incelemeler sonucu enerji etkin yapıda yapıya ilişkin değişkenlerin tasarım kriterlerine ilişkin değerlendirme yapılmıştır (Tablo 3.1).

Geleneksel Harput Evleri içerisinde yer alan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı’nın, enerji etkinliği konusunda birçok kaygıyı taşıyarak tasarlandığını söylemek mümkündür. Özellikle; bulunduğu araziye uyumlu yerleşimi, sonradan kendisine eklenen yapıyla bitişik nizam oluşturarak kuzey cepheyi sınırlaması, mekân organizasyonunda aydınlatma ve iç hava kalitesi için sirkülasyonu sağlayabilecek yeterli açıklıklar oluşturulması, yerel yapı malzemelerinin ve tekniklerin kullanılmasıyla enerji ve zaman israfının önüne geçilmek istenmesi gibi birçok unsur yapının enerji etkin yapı olma niteliklerini ortaya koymaktadır.

Tablo 3.1. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın Enerji Etkinlik-Yapıya İlişkin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

HACI KERİM SUNGUROĞLU KONAĞI		DEĞERLENDİRME
	Arazi Yapısına Uygunluk ve Yerleşim Özellikleri	Yapı, eğimli arazi gözetilerek planlanması ile olumlu bir özellik taşıırken, güney cephede bulunan açıklık oranın diğer cephelere oranla daha az olmasıyla da olumsuz bir özellik taşımaktadır.
	Form Özellikleri	Sağır Müftü Konağı'nın bitişik nizam ile kuzey cepheyi sınırlandırması dış havayla temas eden yüzey alanını azaltmıştır. Aynı zamanda bu yapılaşma, zemin kattaki açıklıkların kapanmasını sağlamış ve tüm bunlar ısı kaybını düşürecek özellikler olduğundan, enerji etkinlik düzeyi için olumludur.
	Mekan Organizasyonu (Planlama)	Mekan yönlendirmeleri genellikle kuzey, güney ve batı şeklindedir. Üst katta kuzeyde bir oda, güneyde ise iki oda planlanması ısıtma ihtiyacının göz önüne alındığını gösterebilir. Ancak genel mekan organizasyonu düşünüldüğünde hem olumlu hem de olumsuz nitelikler taşımaktadır.
	Yapı Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikler	Yapı kabuğunda, yöreye ait geleneksel yapı malzemeleri kullanılmıştır. Tedarik ve uygulama için kolaylık sağlaması sürdürülebilirlik için oldukça önemlidir. Şahnişin ile kış aylarında daha fazla güneş ışığını alabilir hale gelmiş olan yapı, bu şekilde ısıtma enerjisini olumlu yönde etkilemiştir.
	Yapım Teknikleri ve Yapı Malzemeleri	Yapının bina kabuğunda, zemin kaplamalarında, doğramalarında, dam başı ve düz dam bölümünde yerel malzemeler kullanılarak geleneksel uygulamalar yapılmıştır. Bunlar yapının enerji etkin niteliği için olumlu etmenlerdir.

Geleneksel yapıların sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik niteliği için olumlu tasarım kararları gözlemlenebilir olsa dahi günümüz dönem ihtiyaçlarına tam anlamıyla cevap veremedikleri ve enerji sarfıyatı konusunda içinde bulunduğumuz dönem yapılarına göre büyük bir orana sahip oldukları görülmektedir. Yapıların diğer kuşaklara aktarılmasını sağlarken bu sorunların önüne geçmek ve enerji etkinlik değerlerini artırmak onların sosyal ve mekânsal sürdürülebilirliğini

güçlendirmiş olacaktır. Böylece geleneksel yapıların sadece yaşatılması değil aynı zamanda günümüz hayatına dahil edilebilirliği de artmış olacaktır.

3.2. Yapının Modellenmesi ve Veri İşleme

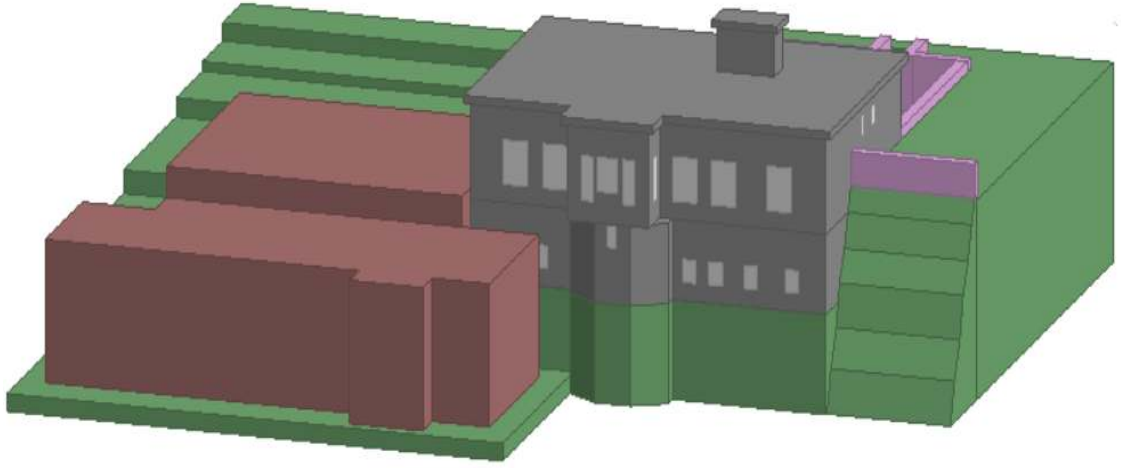
Bina Enerji Simülasyonu (BES), yapıların termal yüklerini ve enerji performans değerlerini hesaplayabilmek amacıyla kullanılan araçlardır. Bu araçların kullanım amaçları genellikle yeni yapılacak binaların ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi birçok parametrelerinin enerji kullanımını ölçmektir. İlk olarak 1980 yıllarında ortaya çıkan BES araçları kompleks ve detaylı sistemlerin modellenmesi ve analizleri yapılması amacıyla geliştirilmiştir [87].

BES araçları olası istenmeyen yanlış analizleri meydana getirebilir. Bu nedenle, yapının modellenmesi süreciyle başlayan ve akabinde kullanıcının manuel olarak tanımlaması gereken birçok parametrenin programa tüm detayları ile işlenmesi belirsizlikleri ortadan kaldırabilmek ve simülasyon sonuçlarının doğruluğunu arttırabilmek adına oldukça önemlidir. Bu simülasyon araçlarından bahsedilen şekilde en doğru sonuçları elde edebilmek için çalışma yapısı modellenirken konum, yönlenme ve iklim verileri belirlenmelidir. Yapıya yapı elemanları ve malzemeleri detaylarıyla işlenmelidir. Sonrasında yapının fonksiyon bilgisi tanımlanmalı ve kullanımına dair kişi yoğunluğu, kullanım saatleri, ısıtma, havalandırma ve aydınlatma bilgileri işlenmelidir.

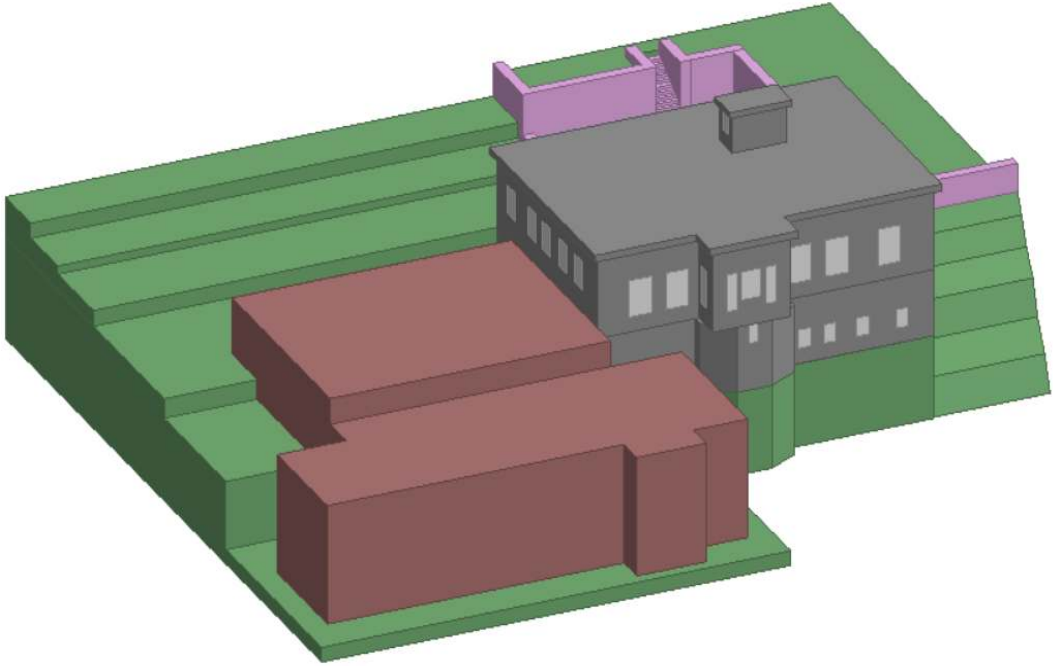
Tez çalışmasında, Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın enerji etkinliği ve geliştirilecek senaryoların istenilen parametrelerdeki simülasyon hesaplamaları için DesignBuilder programı BES aracı olarak kullanılacaktır. DesignBuilder, üç boyutlu modellemeye beraber ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma gibi birçok analizi yapmaya imkân veren dinamik bir yazılımdır. Dinamik bina enerji simülasyonunun faydaları arasında doluluk yoğunluğu, HVAC işletimi, ısıtma soğutma enerji analizleri ve aydınlatma işletimi gibi zamana bağlı değişkenleri tanımlayabilmek bulunmaktadır. Program, yapılan analiz sonuçlarını yıllık, aylık, günlük, saatlik ve alt saatlik zaman aralıklarına göre elde etmek ve değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

3.2.1. Yapının Modellenmesi

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı enerji verimliliği çalışmaları yapılmak üzere restorasyon planları esas alınarak DesignBuilder programında üç boyutlu olarak modellenmiştir (Şekil 3.18 ve Şekil 3.19). Yapıyla bitişik nizamlı olan Sağır Müftü Konağı, ısı ve kütle geçişine karşı tamamen yalıtılmış şekilde kabul edilen, adyabatik bir blok olarak modellenmiştir. Yapının topoğrafyayla olan ilişkisi modelde gösterilmiş olup mevcut durumdaki konumuna göre yönlendirilmiştir.



Şekil 3.18. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Üç Boyutlu Model Güneybatı Perspektifi



Şekil 3.19. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı Üç Boyutlu Model Kuzeybatı Perspektifi

3.2.2. Yapının Simülasyon Verilerinin İşlenmesi ve Kabuller

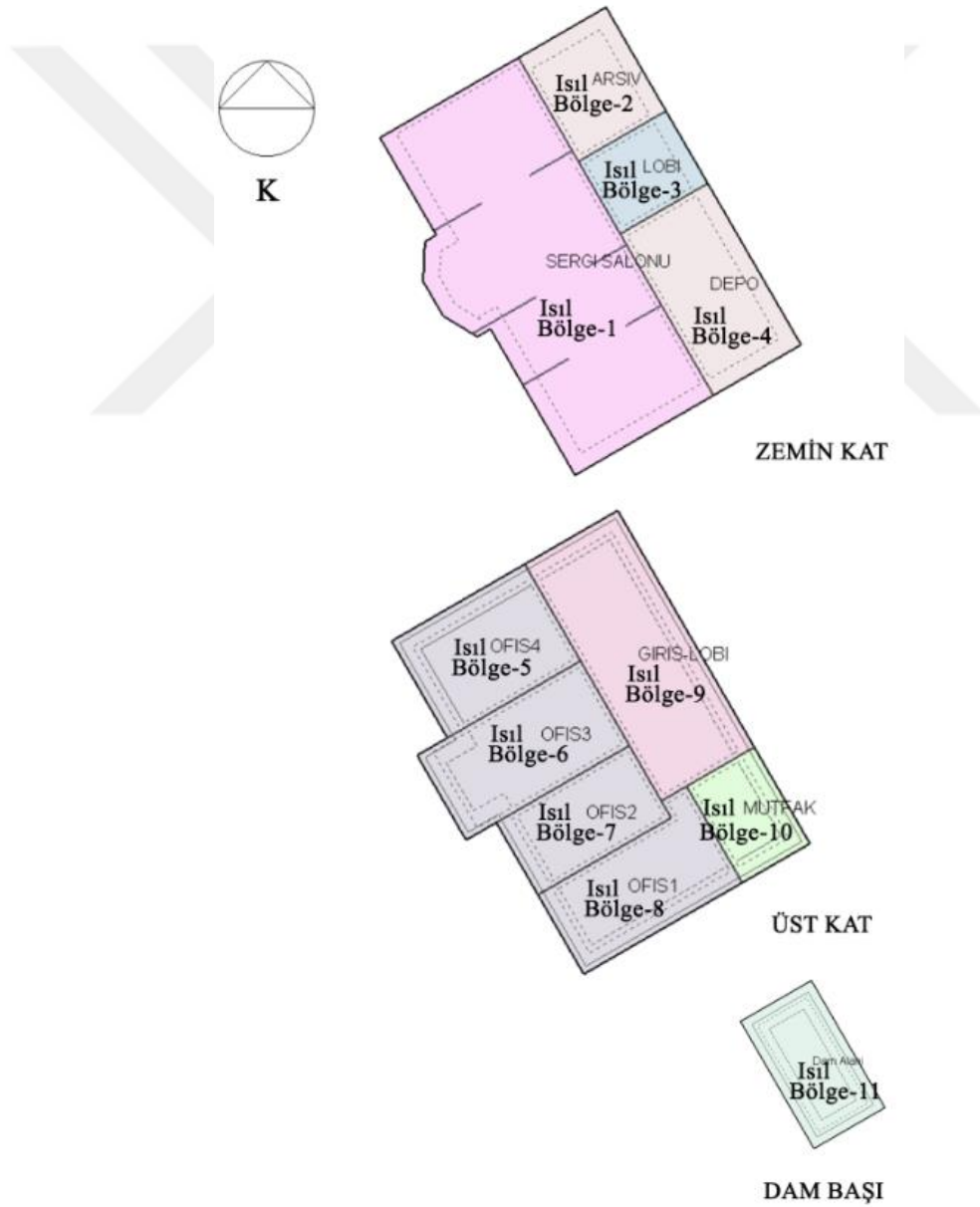
Tez kapsamında gerçekleştirilen uygulamalar için dikkate alınan ön kabul ve sınırlılıklar ilgili konu başlıkları içerisinde tekrar bahsedilecek olmakla beraber, şu şekilde özetlenebilir:

- Örnek model olarak Elazığ ili, Harput Mahallesi geleneksel konut bölgesi içerisinde yer alan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı seçilmiştir.
- Yapıyla bitişik nizam olacak şekilde konumlanmış olan Sağır Müftü Konağı adyabatik bir blok olarak modellenmiştir.
- Yapının modellenmesi için restorasyon projesi planları ve malzeme bilgileri referans alınmıştır (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).
- Çalışmada örnek olarak ele alınan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın kullanılan toplam alanı 395,3 m² dir.
- Kullanılan simülasyon programında, yapının yer aldığı Elazığ iline bağlı Harput Mahallesi'ne ait konum verisi bulunmadığından model için konum, Harput'un Elazığ merkezine olan yakınlığı ve dış hava sıcaklığı benzerliğinden ötürü Elazığ olarak tanımlanmıştır. Ancak deniz seviyesinden yüksekliği Harput verisi esas alınarak programa manuel olarak 1400 m olacak şekilde işlenmiştir.
- Bina enerji simülasyon programlarında hazır olarak kullanılmak üzere üretilmiş iklim datalarından Elazığ iline ait iklim verileri programa 'Weather File' sekmesinden tanımlanmıştır.
- Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nda ısıtma için merkezi doğal gazlı kazan sistemi, soğutma için ise elektrikli merkezi klima sistemi kullanıldığı kabul edilmektedir. Havalandırma pencereler ile doğal olarak yapılmaktadır.
- Yapı günümüzdeki işlevine uygun olacak şekilde kamu yapısı olarak ele alınmış olup hafta içi 08.00 ile 17.00 saatleri arası kullanıldığı kabul edilmiştir.
- Yapının ısıl konfor durumu günümüz kullanımına göre değerlendirildiğinde tüm mahallerin aktif şekilde kullanıldığı görülmüş ve bu şekilde kabul edilmiştir.
- Mahallerin faaliyet şablonları günümüz kullanım durumlarına göre şekillenmiştir.
- Yapının toplam 13 kullanıcısı olduğu kabul edilmiştir.
- Çalışmada uygun iç ortam sıcaklıkları için TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları Çizelge 2- Kalorifer Tesisatı Projelendirme Esas Mahal İç Hava (Standart) Sıcaklıkları referans alınmıştır [88].
- Farklı tür ve boyutlardaki yapılar için enerji tüketimini ifade etmek ve karşılaştırabilmek amacıyla en sık kullanılan gösterge MJ/m²'deki enerji kullanım yoğunluğudur [89, 90, 91]. Bu tez çalışmasında ısıtma ve soğutma tüketim değerlerini göstermek amacıyla

birim olarak 1 m²'deki değerleri karşılaştırabilmek adına kWh/m² (Kilowatt saat/metre-kare) seçilmiştir.

- CO₂ salınım değerleri kg (kilogram) birimiyle ifade edilmiştir.

Üç boyutlu modelleme yapıldıktan sonra Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı kat planları üzerinde simölasyon için gerekli adımlardan biri olan ısı bölgeleme yapılmıştır. Isıtma ve soğutma değerleri aynı olan mekanların gruplandırılmasında kullanılan temel ısı birime ısı bölge denmekte olan ısı bölgeleme yapı içinde aynı alan koşullarına sahip ve benzer gereksinimleri olan mahallerin sınıflandırılması durumuna denmektedir [90]. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı mahallerin kullanım durumlarına göre 11 ana ısı bölgeye ayrılmıştır (şekil 3.20).



şekil 3.20. Isıl Bölgeler

Tablo 3.2. Mahal Kullanım Alanları, Kullanıcı Yoğunluğu ve Faaliyet Şablonları

	Mahal Adı	Isıl Bölge	Kullanım Alanı (m²)	Metrekare Başına Düşen Kişi Sayısı (kişi sayısı/m²)	Faaliyet Şablonu
Zemin Kat	Sergi Salonu	Isıl Bölge-1	127,95	0,0150	Hall (Büyük Salon)
	Arşiv	Isıl Bölge-2	18,79	0,0250	Store Room (Depo)
	Lobi	Isıl Bölge-3	14,04	0,0947	Reception (Resepsiyon)
	Depo	Isıl Bölge-4	31,52	0,0250	Store Room (Depo)
Üst Kat	Ofis-1	Isıl Bölge-8	31,40	0,1110	Generic Office Area (Ofis)
	Ofis-2	Isıl Bölge-7	25,75	0,1110	Generic Office Area (Ofis)
	Ofis-3	Isıl Bölge-6	38,70	0,1110	Generic Office Area (Ofis)
	Ofis-4	Isıl Bölge-5	31,90	0,1110	Generic Office Area (Ofis)
	Giriş-Lobi	Isıl Bölge-9	57,63	0,1008	Reception (Resepsiyon)
	Mutfak	Isıl Bölge-10	13,72	0,1080	Food Preparation Area (Yiyecek Hazırlık Alanı)
Dam	Dam Başı	Isıl Bölge-11	3,92	0,1173	Circulation Area(corridors and stairways) (Sirkülasyon Alanı)

Mahallerin kullanım alanları, metrekare başına düşen kişi sayısı ve oluşturulan ısı bölgelemelere bağlı faaliyet şablonları Tablo 3.2’de yer almaktadır. Kış aylarında mahallerin ısıtma sıcaklıkları TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları Çizelge 2- Kalorifer Tesisatı Projelendirme Esas Mahal İç Hava (Standart) Sıcaklıklarına göre belirlenmiş olup mekan havalandırma özellikleriyle beraber Tablo 3.3’te verilmektedir. Standardın ilgili çizelgesi Ek-3’te yer almaktadır. Ofis olarak kullanılan mahallerde ısıtma sıcaklığı 22°C’dir. Sergi salonu, depo, arşiv ve sirkülasyon alanı olarak kullanılan mahallerde ısıtma sıcaklığı 15°C olup lobi ve mutfak olarak kullanılan mahallerde ise 20°C’dir. Yaz aylarında istenilen soğutma sıcaklıkları soğutmanın olduğu mahallerde 26 °C olarak belirlenmiştir [26].

Tablo 3.3. Mahal İç Hava Standart Sıcaklıkları ve Havalandırma Özellikleri

	Mahal Adı	Isıtma Sıcaklığı	Soğutma Sıcaklığı	Havalandırma	Yönü
Zemin Kat	Sergi Salonu	15°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneybatı
	Arşiv	15°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneydoğu
	Lobi	20°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneydoğu
	Depo	15°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneydoğu
Üst Kat	Ofis-4	22°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Kuzey ve Güneybatı
	Ofis-3	22°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneybatı
	Ofis-2	22°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneybatı
	Ofis-1	22°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güney ve Güneybatı
	Giriş-Lobi	20°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Kuzey ve Güneydoğu
	Mutfak	20°C	26 °C	Doğal Havalandırma	Güneydoğu
Dam	Dam Başı	15°C	26 °C	-	-

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'na ait yapılacak simülasyonlar için tanımlanan diğer gerekli veriler Tablo 3.4'te gösterilmektedir. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı zemin kat ve üst kat yapı elemanlarına ait malzeme verileri restorasyon projesi referans alınarak DesignBuilder Programı içerisinde yer alan kütüphane aracılığıyla tanımlanmıştır (Tablo 3.5). Geleneksel yapıda duvar kalınlıkları farklılık gösterebilmektedir. Bu sebeple modelde dış duvarlar ortalama 70 cm, iç duvarlar ise ortalama 40 cm kabul edilerek malzeme bilgileri işlenmiştir.

Tablo 3.4. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'na Ait Simülasyon İçin Tanımlanan Veriler

Ortalama Kullanıcı Yoğunluğu (kişi/m ²)	Ortalama	0,0329
Isıtma	Yakıt	Doğalgaz
Soğutma	Yakıt	Elektrik
Havalandırma	Doğal Havalandırma	Var
Ekipman	Ekipman Isı Kazançları (W/m ²)	11,77
Gıysi Yalıtım Değerleri (clo)	Yaz Ayları	1
	Kış Ayları	0,5
Kullanım Saatleri	Hafta içi	08.00-17.00
	Hafta sonu	-
Aydınlatma	Aydınlatma güç yoğunluğu (W/m ² -100lux)	5

Tablo 3.5. Kullanılan Malzemelerin Termofiziksel Özellikleri

ÜST KAT	Malzeme	Kalınlık (cm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Isıl İletkenlik Katsayısı λ (W/mK)	U Değeri (W/m ² K)
Dış Duvar	Dış Kaba Yonu Taş	10	2200	1,40	1,427
	Kireç Harcı Bağlayıcı Madde	2	1600	0,70	
	Moloz Taş Örgü	49	2200	1,40	
	İç Kaba Yonu Taş	5	2200	1,40	
	Saman Takviyeli Elenmiş Çamur Sıva	2,5	1960	1,21	
	Kireç Sıva	1,5	1600	0,70	
İç Duvar	Saman Takviyeli Elenmiş Çamur Sıva	2,5	1960	1,21	1,814
	Kaba Yonu Taş Örgü	35	2200	1,40	
	Saman Takviyeli Elenmiş Çamur Sıva	2,5	1960	1,21	
Zemine Oturan Döşeme	Sal (Kayrak) Taşı Kaplama	5	2700	2,10	2,763
	Toprak Dolgu (Kum)	10	1950	2,00	
	Sıkıştırılmış Toprak	10	1460	1,28	
Ara Kat Döşeme	Ahşap Kaplama	3	650	0,14	0,613
	Ahşap Izgara	12	700	0,17	
	Söndürülmüş Kireç Tortusu	2	1600	0,85	
	Tesviye (Kum+Toprak)	5	1950	2,00	
	Taş Dolgu Kemer Malzemesi	30	2200	1,40	
	Kaba Yonu Taş Tonoz	25	700	1,40	
Tavan (Çatı Döşemesi)	Saman Takviyeli Elenmiş Çamur Sıva	30	1960	1,21	0,433
	Sıkıştırılmış Toprak	30	1460	1,28	
	Saz(Kamış) Örtü	4	510	0,12	
	Ahşap Mertek	3	700	0,17	
	Ahşap Kiriş	20	700	0,17	
Pencereler	Ahşap Doğramalı Tek Cam				5,894
Dış Kapı	Ahşap				2,823

3.2.3. Simülasyon Modelinin Kalibrasyonu

Yapıların enerji tüketimlerini simülasyon programları aracılığıyla daha iyi yansıtip daha güvenilir sonuçlar verebilmek için bu simülasyonlar kalibre edilmelidir. Literatürde, kalibrasyonun en sık rastlanan yöntemi yapının faturalarını ya da ölçülen iç oda sıcaklıklarını simülasyon verileri

ile kıyaslamaktır. Kalibrasyona göre yapının ısı özelliklerini, iç kazanım değerlerini, hava değişim oranlarını ve modelin diğer girdilerini değiştirerek düzenleme yapılabilmektedir [92].

Bina modelinin kalibrasyonu için ASHRAE Kılavuzu (2002)'ndaki yaklaşımlar esas alınmıştır (Tablo 3.4). Simülasyon sonuçlarının güvenli değer taşıdığı, aylık değerler için Ortalama Sapma Hatası olan MBE (Mean Bias Error) (Denklem 3.1) $\pm 5\%$ aralığında ve CV-RMSE (Coefficient of Variable Root Mean Squared Error) (Denklem 3.2) $+15\%$ 'in altında olmasıyla kabul görmektedir. MBE ve CV-RMSE aşağıdaki denklemler kullanılarak [90, 93].

$$MBE (\%) = \frac{\sum_{i=1}^{Np} (mi - si)}{\sum_{i=1}^{Np} mi} \quad (3.1)$$

$$CV-RMSE (\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{Np} (mi - si)^2 / Np}}{\overline{mp}} \quad (3.2)$$

Formüllerde kullanılan katsayılar şu şekildedir:

Np: 'p' aralığındaki verilerin sayısı,

$\overline{mp}$: ölçülen gerçek değerlerin ortalaması,

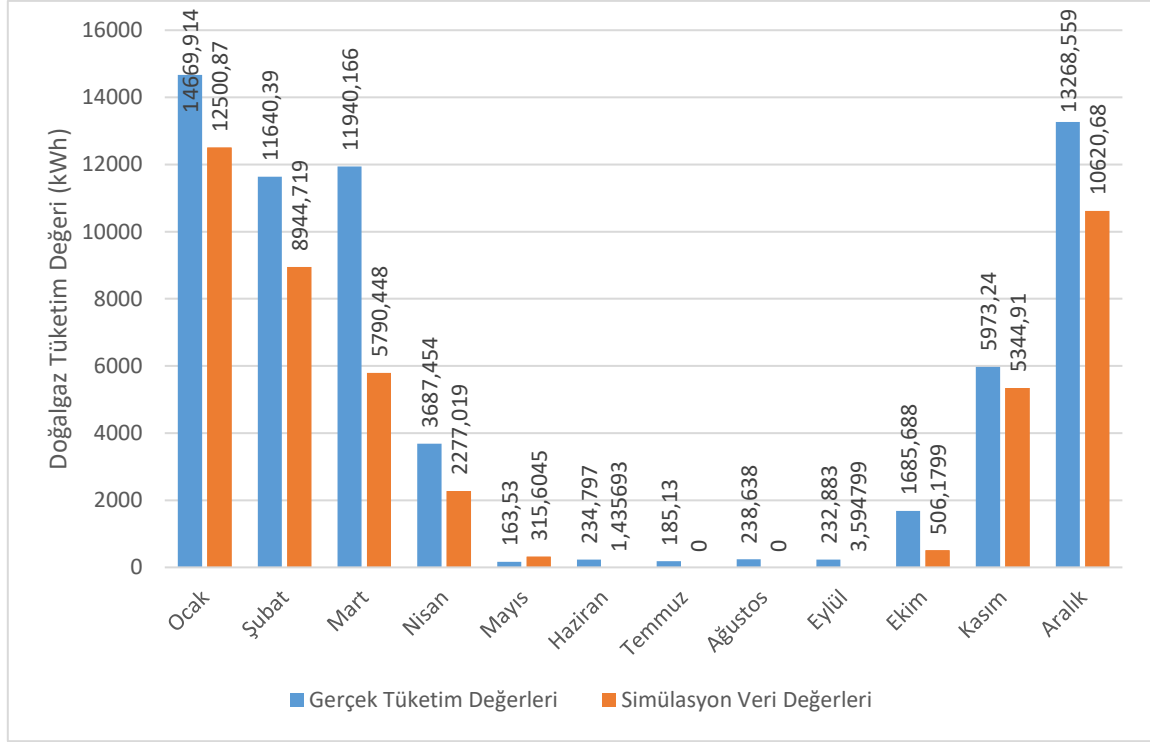
mi: ölçülen gerçek değer,

si: simüle edilen değerdir.

Tablo 3.6. Uluslararası Ölçüm, Doğrulama ve Enerji İhtiyacı Standartları ve Protokollerinin doğrulama sınır değerleri [94]

ASHRAE Kılavuzu (2002)		
	MBE	CV RMSE
Saatlik	$\pm 10\%$	30%
Aylık	$\pm 5\%$	15%

Modelin kalibrasyonu için gerekli gerçek tüketim değerlerinin 12 aylık bir döngü boyunca kontrol edilebilmesi adına 2021 yılı doğalgaz faturaları edinilmiş ve hesaplamalarda kullanılmıştır. Şekil 3.21'de karşılaştırmak adına 2021 yılı aylık olarak gerçek ve simüle edilen doğalgaz tüketim değerleri gösterilmektedir. Yapının yıllık toplam doğalgaz enerji tüketim değeri gerçekte 63920,389 kwh iken simülasyon sonucu elde edilen veri 53409,886 kwh şeklindedir.



Şekil 3.21. Gerçek ve Simülasyon Doğalgaz Verilerinin Karşılaştırılması

Şekil 3.20'deki veriler esas alınarak modelin doğruluğunu teyit etmek amacıyla MBE(%) ve CV-RMSE(%) değerleri Denklem 3.1 ve Denklem 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda $MBE_{aylık} \%0.275$, $CV-RMSE_{aylık}$ ise $\%4,854$ değerleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Tablo 3.6'da yer alan değer aralıklarında olup, modelin simülasyon değerlerinin güvenli olduğunu göstermektedir.

3.3. Yapının Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Geliştirilen Senaryolar

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın tüketilen enerji değeri ile buna bağlı olarak CO_2 salımı hesaplanmıştır. Enerji etkinlik değerini artırmak adına yapılabilecek müdahaleler oldukça çeşitli olup Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı için yapı bileşenleri üzerinde yapılan değişiklikler ile çeşitli senaryolar düzenlenmesi hedeflenmiştir. Toplamda 4 adet ana senaryo ve 1 adet optimum senaryo paketi oluşturulmuştur. Bu senaryolar, hesaplanan mevcut enerji değerini düşürmek için:

- Dış duvar detayına ilişkin,
- İç duvar detayına ilişkin,
- Çatı döşeme detayına ilişkin,
- Saydam bileşen detayına ilişkin ve
- Elde edilen senaryo sonuçları ile optimum senaryo paketi oluşturmaya ilişkin olacak şekilde geliştirilmiştir.

Geliştirilen senaryolarda, söz konusu değişken parametreler dışında yapının modeli veya hesaplamalarda belirlenen kabuller üzerinde değişiklik yapılmamıştır. Senaryo içeriğine göre oluşturulan bileşenlerin Toplam Isıl Geçirgenlik Değerleri (U) standartlarda yer alan aralığa çekilecek şekilde düzenlenmiştir. 3. Derece Gün Bölgesi'nde yer alan Elazığ için olması gereken Dış Duvarın Isıl Geçirgenlik Değeri (U_D), Tavanın Isıl Geçirgenlik Değeri (U_T), Zemine Oturan Tabanın/Döşemenin Isıl Geçirgenlik Değeri (U_t), Pencere Isıl Geçirgenlik Değeri (U_P) Tablo 3.7'de yer almaktadır. CO₂ salım değeri hesabında Tablo 3.8 esas alınmıştır [95]. 1 kWh doğalgaz tüketimi 0,234 kilograma (kg) tekabül etmektedir.

Tablo 3.7. Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değerleri [96]

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_P (W/m ² K)
1.Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2.Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Tablo 3.8. 1 kWh Elektrik ve Doğalgazın CO₂ Salım Değeri Karşılığı [95]

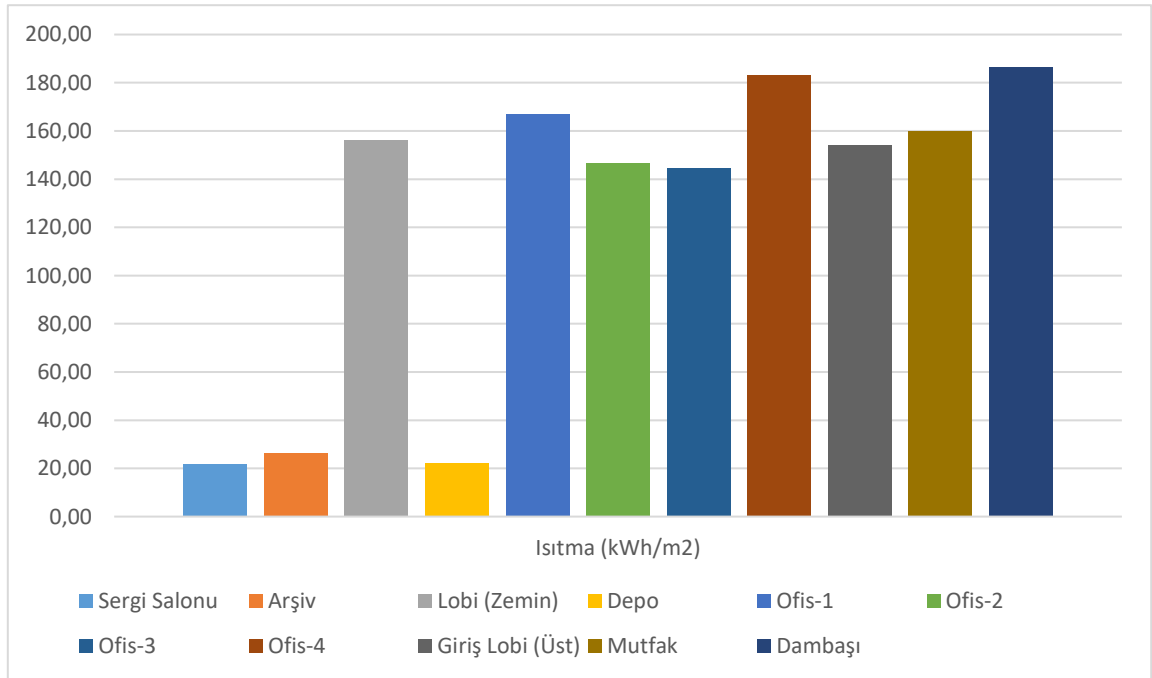
Enerji Birimi (kWh)	CO ₂ (kg)
1 kWh Elektrik	0,478 Kg
1 kWh Doğalgaz	0,234 Kg

4. BULGULAR

Yapının konumu, iklim verileri, fonksiyonu, kullanıcı sayısı, konfor koşulları, yapı malzemeleri, ısıtma, soğutma sistemleri programa tanımlandıktan sonra Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'na ait her bir ısıtılabilir bölge için DesignBuilder simülasyon programında 1 Ocak tarihinden 31 Aralık tarihine kadar geçen 1 yıllık süre için (365 gün) ısıtılabilir bölgelere ait yıllık ısıtma, soğutma enerji tüketim değerleri hesabı yapılmış ve daha sonra toplam enerji tüketim değerleri belirlenmiştir. Bu bölümde Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın mevcut enerji tüketim değerleri belirlendikten sonra geleneksel yapıda enerji etkinlik değeri artırmaya yönelik çeşitli senaryolar geliştirilerek bu senaryolara bağlı tüketilen enerji değerleri ve CO₂ salınım değerleri verilmiştir. Çalışmanın analiz sonuçları oluşturulurken tüm senaryolardan enerji tasarruf değeri en yüksek olanları tespit edilmiş ve her bir simülasyon sonucu aşağıdaki ilgili başlıklar altında grafikler yardımıyla gösterilmiştir.

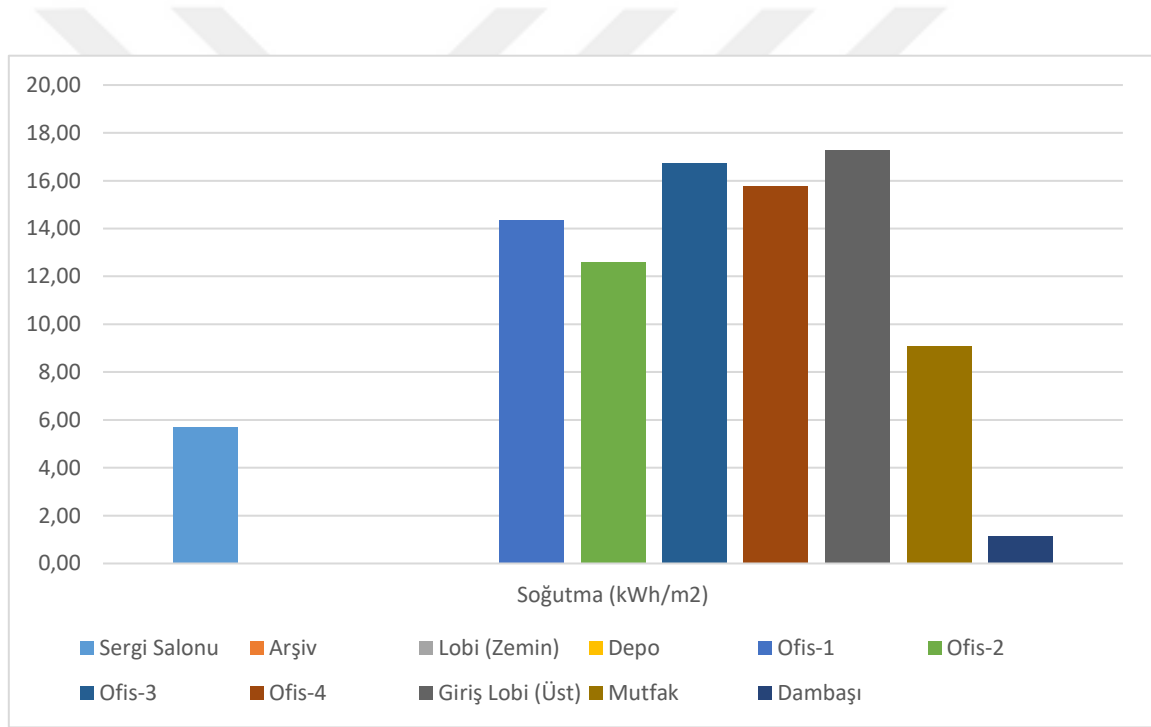
4.1. Yapının Mevcut Enerji Tüketim Değerlerinin Hesaplanması

Yapılan kabuller sonrasında referans yapı olarak tanımlanan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'na ait mahallerin yıllık ısıtma enerji tüketim değerleri simülasyon programı aracılığıyla hesaplanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Mahallerin Isıtma Enerjisi Tüketim Değerleri

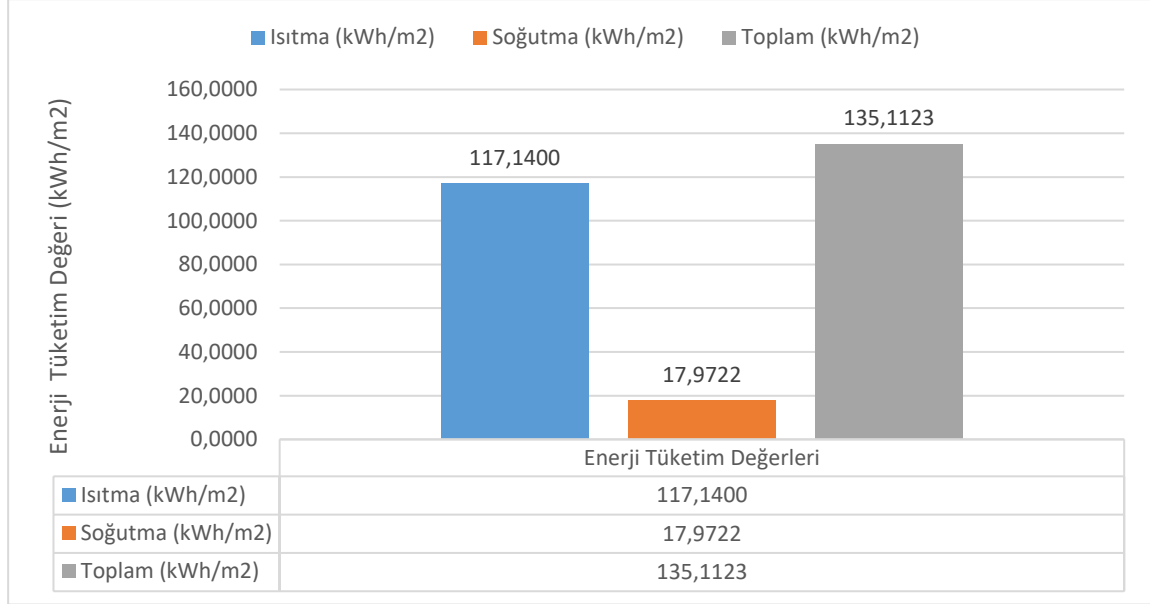
Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı mahallerine ait yıllık ısıtma enerjisi tüketim değerleri incelendiğinde birim metrekarede en fazla tüketim değerine sahip mahalın 186,73 kWh/m² ile dambaşı olduğu görülmektedir. Bu durum dam başı mahalının dört tarafının dış çevreyle ilişkili ve doğrudan dama açılarak ısı kaybına sebebiyet verebilecek bir kapıya sahip oluşu ile ilişkilendirilebilir. Dambaşı mahalinden sonra ısıtma enerjisi tüketim değeri en yüksek olan mahal Ofis-4'tür. Ofis-4 mahalının kendisine yakın metrekarelere sahip diğer ofis mahallerine göre daha yüksek ısınma enerjisi tüketim değerine sahip olması kuzey cepheye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Metrekareye düşen en az ısıtma enerjisi tüketim değerleri sergi salonunda 21,75 kWh/m², depoda 21,99 kWh/m², arşivde 26,20 kWh/m²'dir. Bu mahallerin daha az ısıtma enerjisi tüketim değerine sahip olması taban alanlarının diğer mahallere oranla küçük olması ve ısıtılması gereken derecenin düşük olmasıyla açıklanabilmektedir.



Şekil 4.2. Mahallerin Soğutma Enerjisi Tüketim Değerleri

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı mahallere göre soğutma enerjisi tüketim değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Bir metrekareye düşen soğutma enerjisi tüketim değeri 17,28 kWh/m² ile en yüksek Giriş Lobi (üst) mahalinde bulunmaktadır. Giriş Lobi (üst) mahalini 16,73 kWh/m² tüketim değeri ile Ofis-3 takip etmekte olup üçüncü sırada ise 15,99 kWh/m² tüketim değeri ile Ofis-4 yer almaktadır. Bahsedilen mahallerin soğutma enerjisi tüketim değerlerinin diğer mahallere kıyasla fazla oluşu saydam yüzey oranlarının yüksek ve doğu-batı güneş ışınlarını doğrudan alıyor olmasıyla özellikle yaz döneminde solar ısı kazançlarının fazla olmasına sebebiyet vermesinden

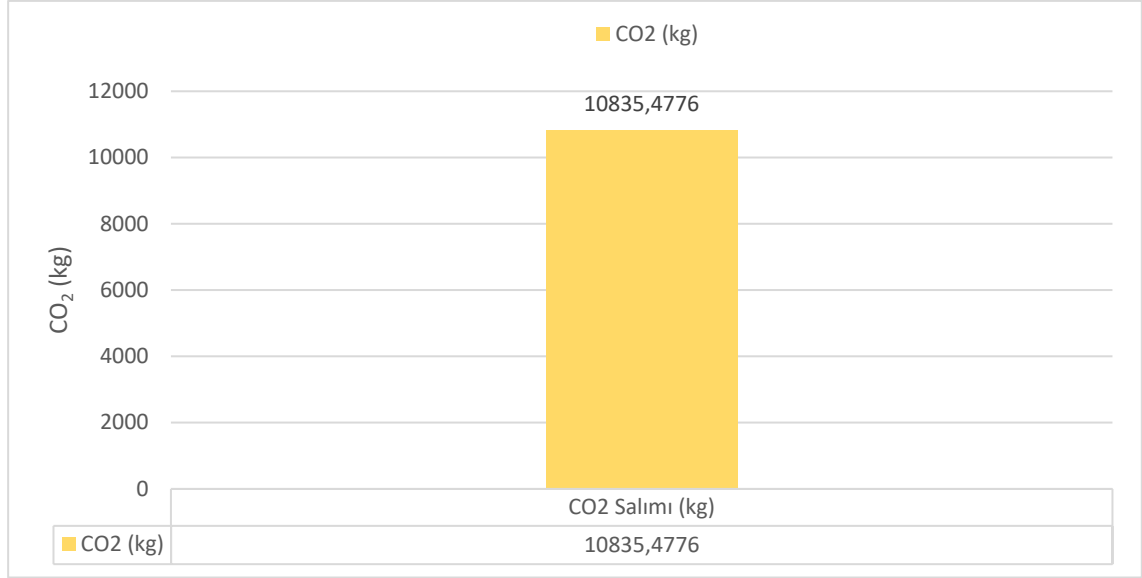
kaynaklanmaktadır. Soğutma ihtiyacının gerçekleşmediği ya da çok az olduğu arşiv, depo, lobi (zemin) mahallerinin yüzey alanlarının çoğunlukla toprakla doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Referans Yapı Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri

Mevcut yapı ısıtma enerjisi tüketim değeri 117,14 kWh/m² iken soğutma enerjisi tüketim değeri 17,9722 kWh/m²'dir. Toplam tüketilen enerji ise 135,1123 kWh/m²'dir (Şekil 4.3). Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2001 Türkiye raporunda, enerji tüketiminin azaltılabilmesine yönelik öneriler içerisinde, binaların m² başına tükettikleri enerjinin ortalama 100-150 kWh civarında olması gerektiği bilgisi yer almaktadır [26, 30, 97]. Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın metrekare başına tükettiği enerji değeri 135,1123 kWh/m²'dir. Bu değer IEA tarafından önerilen değer aralığında bulunduğu görülmektedir. Bölüm 3.1.3'te Yapının Enerji Etkinlik Değerlendirmesi başlığı altında Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın mimari tasarım ve uygulama yöntemleri tartışılmış olup bu konuda yapının sürdürülebilir ve enerji etkinlik değeri yüksek olma kaygısı taşıdığı sonucuna varılmıştır. Yapılan simülasyon sonuçları da beklenen aralıkta bulunarak bu teorik yaklaşımı destekler nitelikte olmuştur.

Şekil 4.3'te görülen ısıtma enerjisi tüketim değerine bağlı olarak mevcut yapının CO₂ salımı Şekil 4.4'te verilmiştir. CO₂ salım değeri yıllık olarak 10835,4776 kilogramdır.



Şekil 4.4. Referans Yapı CO₂ Salım Değerleri

4.2. Yapının Oluşturulan Senaryolar ile Enerji Tüketim Değerlerinin Hesaplanması

Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın 2021 yılı gerçek doğalgaz tüketim verileri ile DesignBuilder modellerinin ısıtma enerjisi tüketim sonuçları karşılaştırıldığında ASHRAE standardındaki MBE %5 üst sınır değeri %0,275 oranla, CV RMSE %15 üst sınır değeri %4,854 oranla sağlanabilmiştir. Kalibre edilen modele ait oluşturulan yeni senaryolar ile her mahalin yıllık olarak ısıtma enerjisi tüketimi, soğutma enerjisi tüketimi, toplam enerji tüketimi ve karbondioksit salım değeri analiz edilmiştir. Sonraki alt başlıklarda bu senaryolar ayrı ayrı ele alınmış olup enerji tüketim değerleri olması gerekli aralıkta bulunan mevcut yapının çeşitli iyileştirmeler ile verdiği sonuçlar tartışılmaktadır.

4.2.1. Dış Duvar Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 1)

Duvarlar aracılığıyla olan ısı kayıplarının oranı oldukça yüksektir. Duvarlar için yalıtım uygulaması bu oranı düşürmek için iyi bir seçenektir. Ancak dış yalıtım nem hasarı ve ısı köprüleri oluşturulmasının azaltılması konusunda doğru bir uygulama gibi düşünülse de geleneksel yapıların özgün cephelerini kaybettirecek riskli bir adımdır [98]. Bu nedenle iç duvar yalıtımı, geleneksel yapıyı korumak adına dış yalıtımdan daha uygun bir seçenek olmaktadır. Yalıtım kalınlığı ile beraber duvarın ısı direncini artırmak mümkündür ancak kullanılan malzeme türü rutubet faktörü için oldukça önem taşımaktadır. Gözenekli geleneksel yapıya eklenen iç yalıtım malzemesinin nefes almıyor oluşu yapı bileşeni içerisinde nem ve yoğuşma sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda solunabilir bir malzeme ile iç yalıtım uygulamaları yapmak daha sağlıklı sonuçlar oluşturmaktadır.

Dış duvarlarda yapının iç mekanına bakan yüzeyleri yalıtım uygulaması için uygundur. Bölüm 2.2’de söz edildiği gibi geleneksel yapılarda duvar yalıtımları için kenevir-kireç esaslı kompozitler, mineral yünler, ahşap elyafı levhalar, koyunyünü yalıtım malzemesi, keten lifli keçeler ve selüloz lifli yalıtım malzemeleri, taş yünü, cam yünü tercih edilebilir malzemeler arasındadır. Dış duvar detayına ilişkin olarak geliştirilecek bu senaryoda yalıtım malzemeleri sırasıyla;

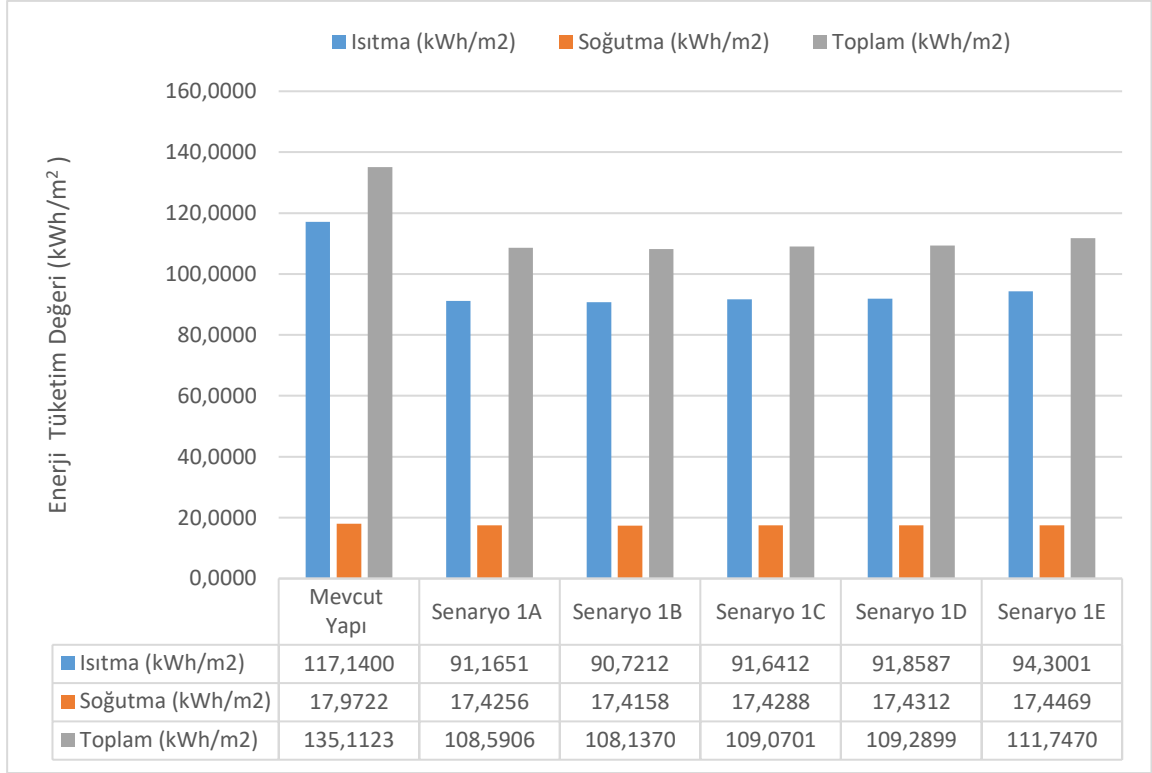
- Taş yünü,
- Mineral yün,
- Selüloz lifli yalıtım malzemesi,
- Ahşap elyaf yalıtım malzemesi ve

-Bitkisel elyaf kaplama olacak şekilde uygulanmıştır ve yalıtım kalınlıkları 5cm olarak seçilmiştir. Dış duvar bileşeninde standartlara uygun U değerleri oluşturulduktan sonra simülasyonlar çalıştırılmıştır.

Tablo 4.1. Dış Duvar Detayına İlişkin Yalıtım Türü Senaryolarında Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri

	Dış Duvar U Değeri (W/m²K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m²K)	İç Duvar U Değeri (W/m²K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m²K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1A Değerleri	0,513	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1B Değerleri	0,496	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1C Değerleri	0,529	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1D Değerleri	0,537	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1E Değerleri	0,621	0,433	1,814	6,257

Senaryo 1A’da 5 cm taş yünü uygulaması ile duvar U değeri 0,513 W/m²K, Senaryo 1B’de 5 cm mineral yün uygulaması ile duvar U değeri 0,496 W/m²K, Senaryo 1C’de 5 cm selüloz lifli yalıtım malzemesi uygulanması ile duvar U değeri 0,529 W/m²K, senaryo 1D’de 5 cm ahşap elyaf yalıtım malzemesi uygulaması ile dış duvar U değeri 0,537 W/m²K ve son olarak senaryo 1E’de 5 cm bitkisel elyaf kaplama malzemesi uygulaması ile dış duvar U değeri 0,621 W/m²K olmuştur (Tablo 4.1). Çatı bileşenleri, iç duvar bileşenleri ve saydam bileşenler üzerinde değişiklik yapılmamıştır.



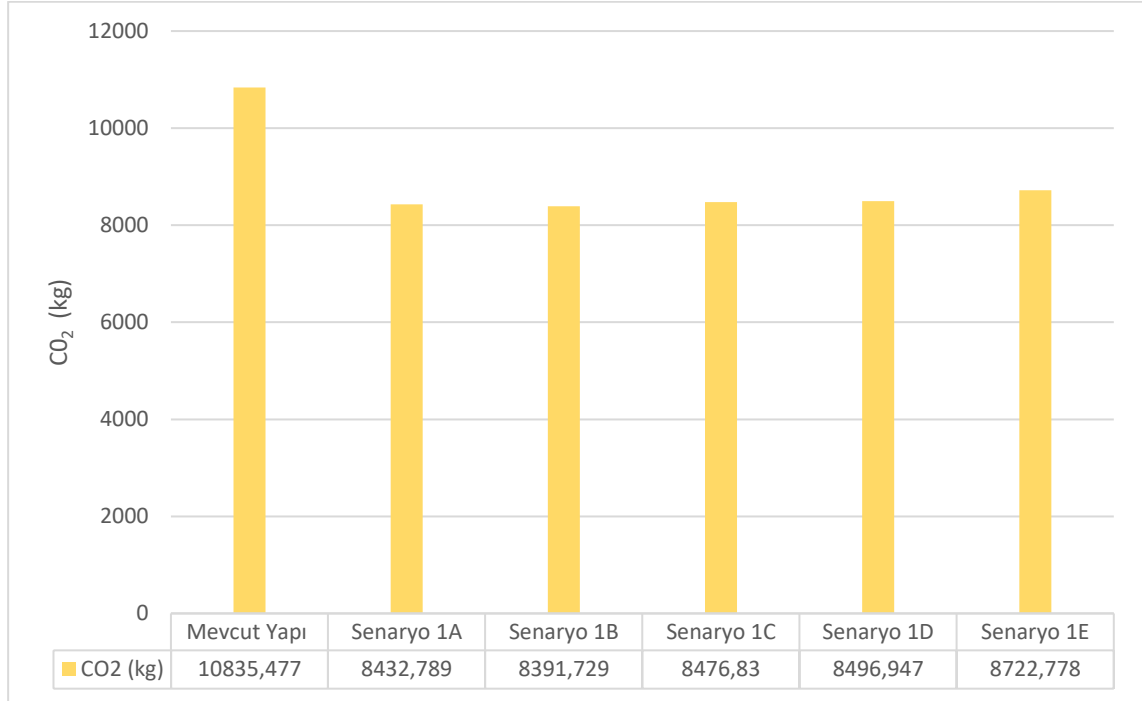
Şekil 4.5. Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-1'e Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 1E'de 94,3001 kWh/m² olduğu görülmektedirken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B'de 90,7212 kWh/m²'dir. *Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 1E'de 17,4469 kWh/m² olduğu görülmektedirken, soğutma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B'de 17,4158 kWh/m²'dir. *Toplam enerji tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 1E'de 111,7470 kWh/m² olduğu görülmektedirken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B'de 108,1370 kWh/m²'dir (Şekil 4.5). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Senaryo 1A'da %19.63 azaldığı,
- Senaryo 1B'de %19.97 azaldığı,
- Senaryo 1C'de %19.27 azaldığı,
- Senaryo 1D'de %19.11 azaldığı,
- Senaryo 1E'de %17.29 azaldığı görülmektedir.

Belirlenen senaryolar tarihi yapı dokusuna, dönemine, biçimine, mimari ve sanatsal değerine en az zararı verecek malzemeler seçilerek oluşturulmuştur. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir. Senaryolara bağlı olarak değişen

CO₂ salım değerlerinin 8391,729 kg ile en düşük Senaryo 1B’de, 8722,778 kg ile en yüksek Senaryo 1E’de olduğu görülmektedir (Şekil 4.6).



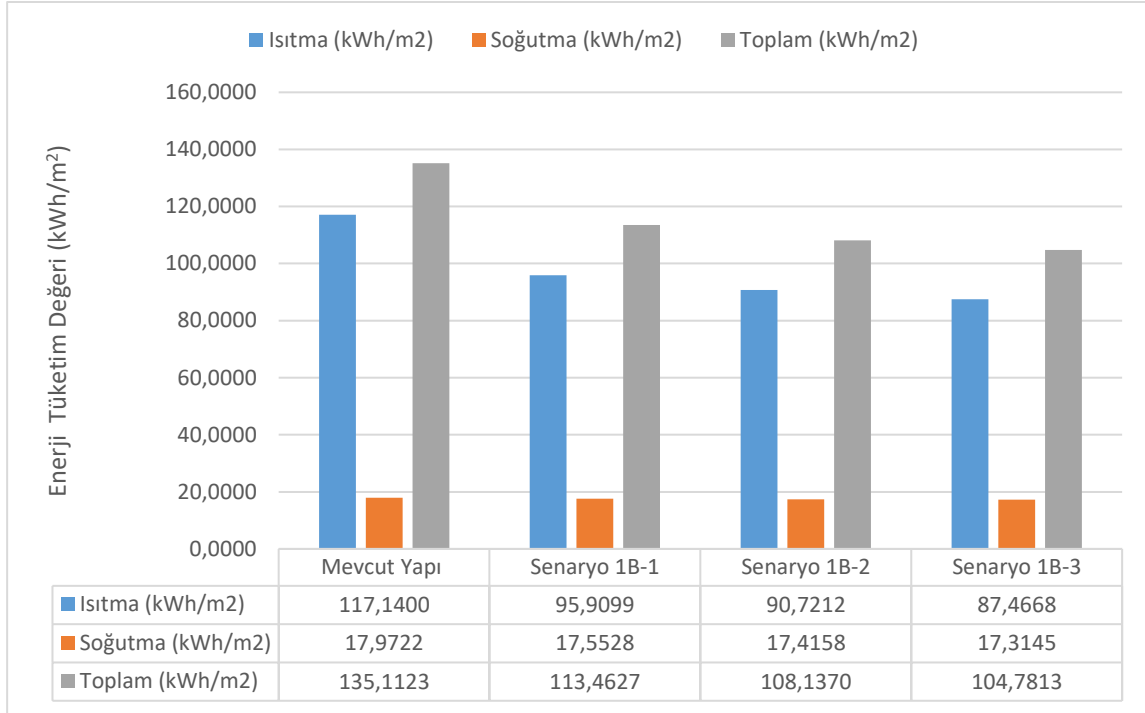
Şekil 4.6. Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-1’e Göre Yapının CO₂ Salım Değerleri (Yalıtım Türü)

Malzemelerin çeşitliliği ile tüketim değeri sonuçları arasındaki farkın yüksek olmadığı ancak mevcut yapıya göre her yalıtım malzemesinin ciddi düzeyde sonuç verdiği söylenebilmektedir. Tüketilen enerji düzeyinin sonuçlar arasında en düşük olduğu yalıtım malzemesi Senaryo 1B kodlu mineral yün malzemesidir. Bu yalıtım malzemesinin kalınlık ile vereceği sonuçları değerlendirmek adına 3cm, 5cm, 7cm uygulama örnekleri sırasıyla Senaryo 1B-1, Senaryo 1B-2, Senaryo 1B-3 kodlu senaryolarla yeni dış duvar U değerleri hesaplanarak sunulmuştur.

Tablo 4.2. Dış Duvar Detayına İlişkin 1B Senaryolarında Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri (Kalınlık)

	Dış Duvar U Değeri (W/m ² K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m ² K)	İç Duvar U Değeri (W/m ² K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m ² K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1B-1 Değerleri	0,671	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1B-2 Değerleri	0,496	0,433	1,814	6,257
Senaryo 1B-3 Değerleri	0,393	0,433	1,814	6,257

Senaryo 1B-1’de 3 cm mineral yün uygulaması ile duvar U değeri 0,671 W/m²K, Senaryo 1B-2’de 5 cm mineral yün uygulaması ile duvar U değeri 0,496 W/m²K ve son olarak senaryo 1B-3’de 7 cm mineral yün malzemesi uygulaması ile dış duvar U değeri 0,393 W/m²K olmuştur (Tablo 4.2). Çatı bileşenleri, iç duvar bileşenleri ve saydam bileşenler üzerinde değişiklik yapılmamıştır.



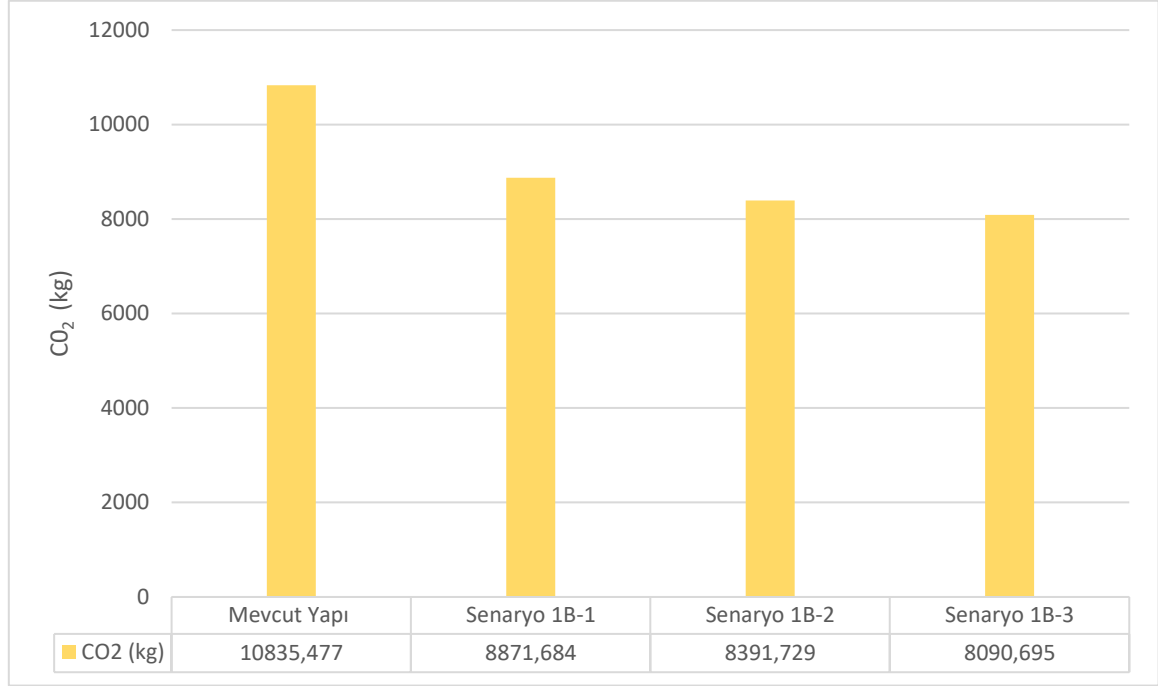
Şekil 4.7. Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-1B’ye Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri (Kalınlık)

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 1B-1’de 95,9099 kWh/m² olduğu görülmekteyken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B-3’te 87,4668 kWh/m²’dir. *Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 1B-1’de 17,5528 kWh/m² olduğu görülmekteyken, soğutma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B-3’te 17,3145 kWh/m²’dir. *Toplam enerji tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 1B-1’de 113,4627 kWh/m² olduğu görülmekteyken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B-3’de 104,7813 kWh/m²’dir (Şekil 4.7). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Senaryo 1B-1’de %16.02 azaldığı,
- Senaryo 1B-2’de %19.97 azaldığı,
- Senaryo 1B-3’te %22.45 azaldığı görülmektedir.

Simülasyon sonuçlarında en yüksek enerji performans niteliğine sahip senaryonun 1B-3’te olduğu görülmektedir. Mevcut yapının metrekare başına düşen tükettiği enerji miktarı 135,1123

kWh/m² iken Senaryo 1B-3 ile bu değer 104,7813 kWh/m² olmuştur. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 8090,695 kg ile en düşük Senaryo 1B-3’de, 8871,684 kg ile en yüksek Senaryo 1B-1’de olduğu görülmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Dış Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-2C’ye Göre Yapının CO₂ Salım Değerleri (Kalınlık)

Yapının dış duvarının iç yüzünde olacak şekilde yapılan uygulamalarda kalınlık arttıkça tüketilen toplam enerji miktarının azaldığı görülmektedir. Ancak kalınlık arttıkça mahallerin kullanılabilir metrekaresinin düşüşü ve yapıyı olumsuz yönde etkileme durumunun artışı göz ardı edilmemelidir. Belirlenen senaryolar tarihi yapı dokusuna, dönemine, biçimine, mimari ve sanatsal değerine en az zararı verecek malzemeler seçilerek oluşturulmuştur. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir.

4.2.2. İç Duvar Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 2)

İç duvarlarda yapının tüm iç duvar yüzeyleri yalıtım uygulaması için uygundur. Bölüm 2.2’de söz edildiği gibi geleneksel yapılarda duvar yalıtımları için kenevir-kireç esaslı kompozitler, mineral yünler, ahşap elyaflı levhalar, koyunyünü yalıtım malzemesi, keten lifli keçeler ve selüloz lifli yalıtım malzemeleri, taş yünü, cam yünü tercih edilebilir malzemeler arasındadır. İç duvar detayına ilişkin olarak geliştirilecek bu senaryoda yalıtım malzemeleri sırasıyla;

-Taş yünü,

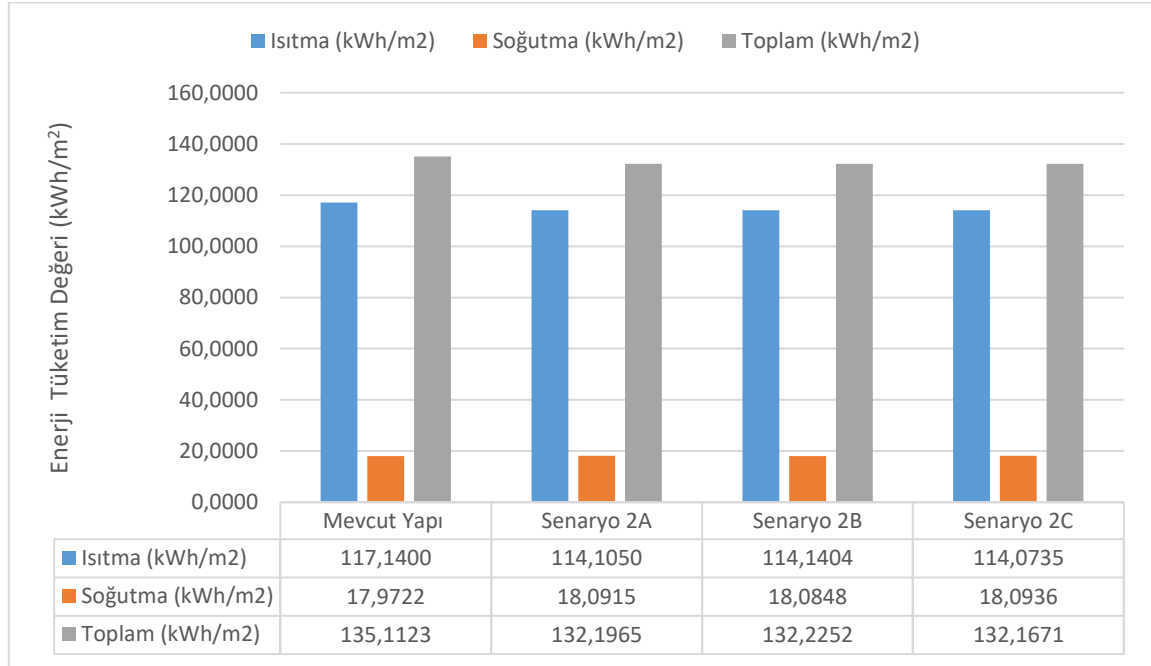
-Mineral yün,

-Cam yünü, olacak şekilde uygulanmıştır ve yalıtım kalınlıkları her yüzey için 3 cm olarak seçilmiştir. İç duvar bileşeninde standartlara uygun U değerleri oluşturulduktan sonra simülasyonlar çalıştırılmıştır.

Tablo 4.3.İç Duvar Detayına İlişkin Senaryolarda Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri

	Dış Duvar U Değeri (W/m ² K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m ² K)	İç Duvar U Değeri (W/m ² K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m ² K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Senaryo 2A Değerleri	1,442	0,433	0,494	6,257
Senaryo 2B Değerleri	1,442	0,433	0,469	6,257
Senaryo 2C Değerleri	1,442	0,433	0,451	6,257

Senaryo 2A’da 3 cm taş yünü uygulaması ile duvar U değeri 0,494 W/m²K, Senaryo 2B’de 3 cm mineral yün uygulaması ile duvar U değeri 0,469 W/m²K ve Senaryo 2C’de 3 cm cam yünü yalıtımı uygulanması ile duvar U değeri 0,451 W/m²K olmuştur (Tablo 4.3). Çatı bileşenleri, dış duvar bileşenleri ve saydam bileşenler üzerinde değişiklik yapılmamıştır.

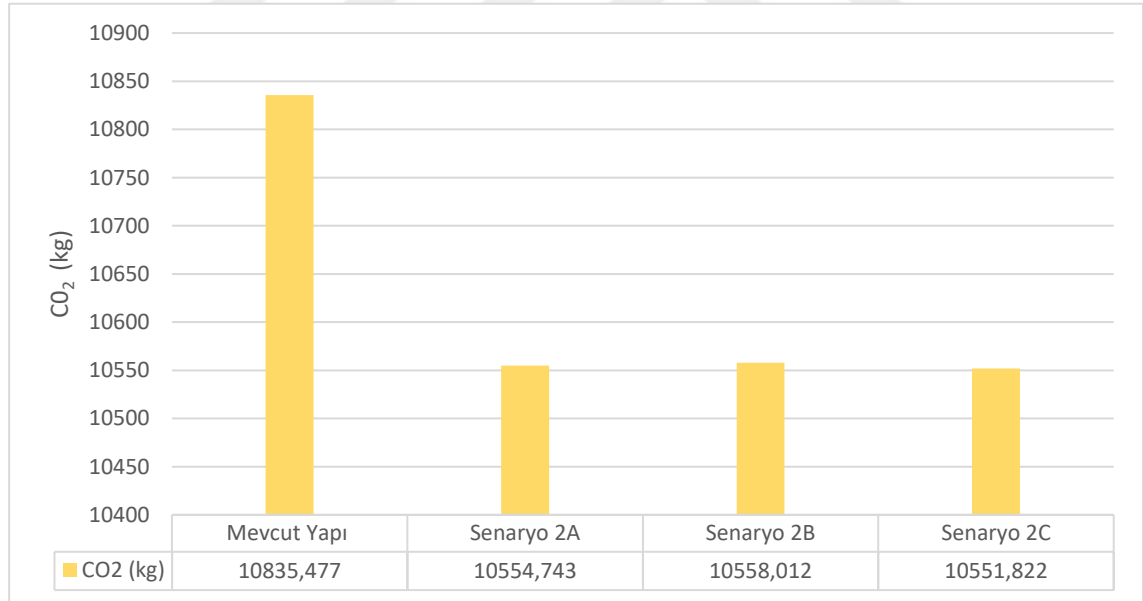


Şekil 4.9. İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-2’ye Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 2B’de 114,1404 kWh/m² olduğu görülmekteyken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 2C’de 114,0735 kWh/m²’dir. Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 2C’de 18,0936 kWh/m² olduğu görülmekteyken, soğutma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 2B’de 18,0848 kWh/m²’dir. Toplam enerji tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 2B’de 132,2252 kWh/m² olduğu görülmekteyken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 2C’de 132,1671 kWh/m²’dir (Şekil 4.9). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Senaryo 2A’da %2.16 azaldığı,
- Senaryo 2B’de %2.14 azaldığı,
- Senaryo 2C’de %2.18 azaldığı görülmektedir.

Belirlenen senaryolar tarihi yapı dokusuna, dönemine, biçimine, mimari ve sanatsal değerine en az zararı verecek malzemeler seçilerek oluşturulmuştur. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 10551,822 kg ile en düşük Senaryo 2C’de, 10558,012 kg ile en yüksek Senaryo 2B’de olduğu görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-2’ye Göre Yapının CO₂ Salım Değerleri

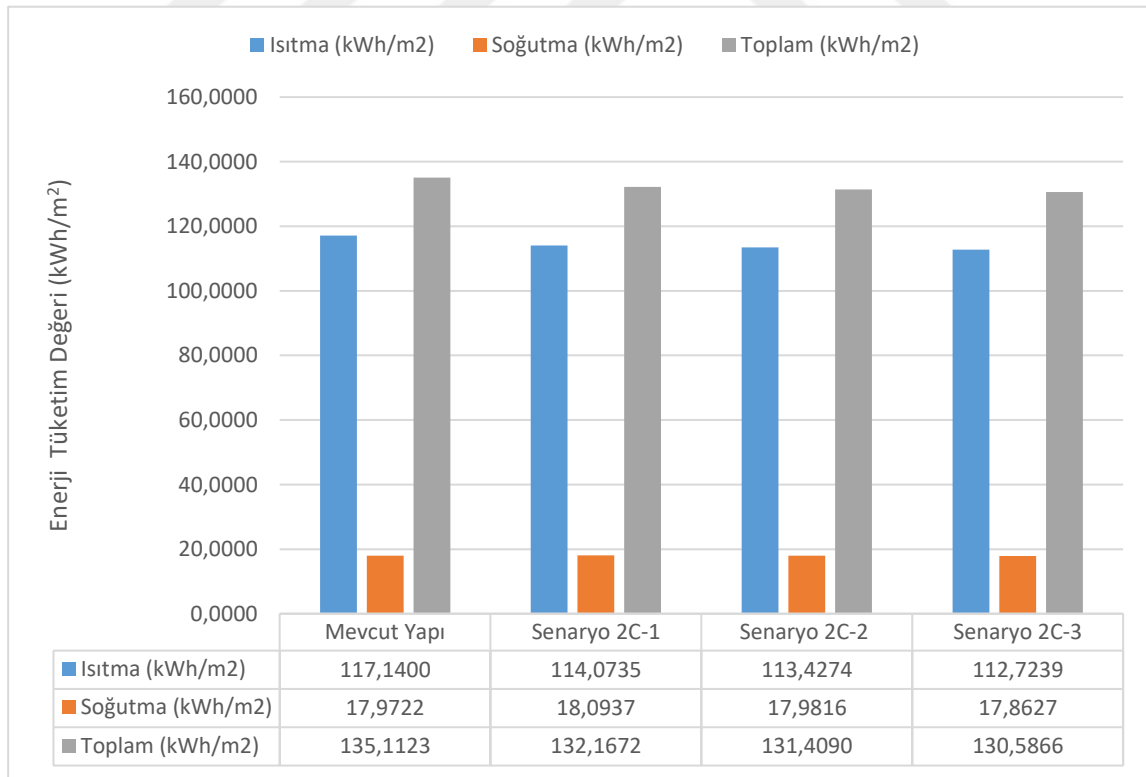
Malzemelerin çeşitliliği ile tüketim değeri sonuçları arasındaki farkın yüksek olmadığı görülmektedir. Tüketilen enerji düzeyinin sonuçlar arasında en düşük olduğu yalıtım malzemesi Senaryo 2C kodlu cam yünü malzemesidir. Bu yalıtım malzemesinin kalınlık ile vereceği sonuçları

değerlendirmek adına 3cm, 5cm, 7cm uygulama örnekleri sırasıyla Senaryo 2C-1, Senaryo 2C-2, Senaryo 2C-3 kodlu senaryolarla yeni dış duvar U değerleri hesaplanarak sunulmuştur.

Tablo 4.4. İç Duvar Detayına İlişkin 2C Senaryolarında (Kalınlık) Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri

	Dış Duvar U Değeri (W/m ² K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m ² K)	İç Duvar U Değeri (W/m ² K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m ² K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Senaryo 2C-1 Değerleri	1,442	0,433	0,451	6,257
Senaryo 2C-2 Değerleri	1,427	0,433	0,300	6,257
Senaryo 2C-3 Değerleri	1,427	0,433	0,225	6,257

Senaryo 2C-1’de 3 cm cam yünü uygulaması ile duvar U değeri 0,451 W/m²K, Senaryo 2C-2’de 5 cm cam yünü uygulaması ile duvar U değeri 0,300 W/m²K ve son olarak senaryo 2C-3’de 7 cm cam yünü malzemesi uygulaması ile dış duvar U değeri 0,225 W/m²K olmuştur (Tablo 4.4). Çatı bileşenleri, iç duvar bileşenleri ve saydam bileşenler üzerinde değişiklik yapılmamıştır.

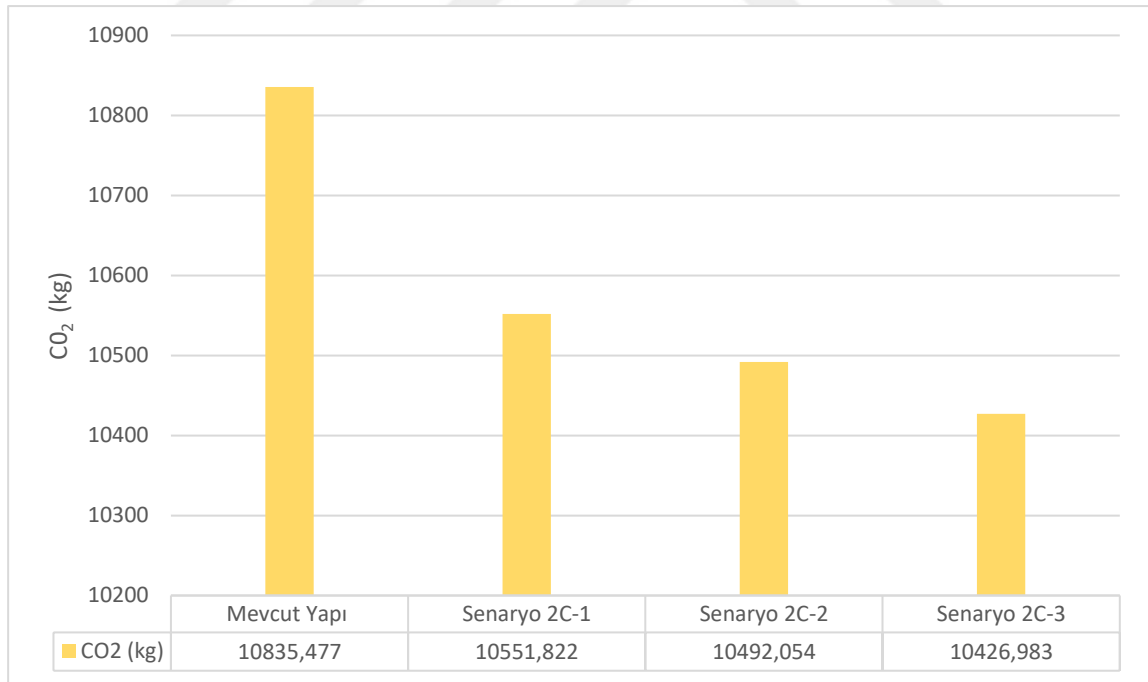


Şekil 4.11. İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-3B’ye Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri (Kalınlık)

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 2C-1’de 114,0735 kWh/m² olduğu görülmektedirken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 2C-3’te 112,7239 kWh/m²’dir. *Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 2C-1’de 18,0937 kWh/m² olduğu görülmektedirken, soğutma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 2C-3’te 17,8627 kWh/m²’dir. *Toplam enerji tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 2C-1’de 132,1672 kWh/m² olduğu görülmektedirken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 2C-3’te 130,5866 kWh/m²’dir (Şekil 4.11). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Senaryo 2C-1’de %2.18 azaldığı,
- Senaryo 2C-2’de %2.74 azaldığı,
- Senaryo 2C-3’te %3.35 azaldığı görülmektedir.

Simülasyon sonuçlarında en yüksek enerji performans niteliğine sahip senaryonun 2C-3’te olduğu görülmektedir. Mevcut yapının metrekare başına düşen tükettiği enerji miktarı 135,1123 kWh/m² iken Senaryo 2C-3 ile bu değer 130,5866 kWh/m² olmuştur. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 10426,983 kg ile en düşük Senaryo 2C-3’te, 10551,822 kg ile en yüksek Senaryo 2C-1’de olduğu görülmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. İç Duvar Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-3B’ye Göre Yapının CO₂ Salım Değerleri (Kalınlık)

Yapının iç duvarlarında yapılan uygulamalarda kalınlık arttıkça tüketilen toplam enerji miktarının azaldığı görülmektedir. Ancak kalınlık arttıkça mahallerin kullanılabilir metrekaresinin

düşüşü ve yapıyı olumsuz yönde etkileme durumunun artışı göz ardı edilmemelidir. İç mekan duvar yüzeylerinde bulunan işlemeler, taş ocak gibi birçok mimari unsur yalıtım kalınlığı arttıkça olumsuz yönde etkilenmektedir. Belirlenen senaryolar tarihi yapı dokusuna, dönemine, biçimine, mimari ve sanatsal değerine en az zararı verecek malzemeler seçilerek oluşturulmuştur. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir.

4.2.3. Çatı Döşeme Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 3)

Çatı döşemesinde kullanılabilecek malzemeler için doğal elyaf, koyunyünü, ahşap ve kenevir elyaf, taş yünü örnek olarak verilebilmektedir. Çatı döşeme detayına ilişkin olarak geliştirilecek bu senaryoda yalıtım malzemeleri sırasıyla;

-Taş yünü,

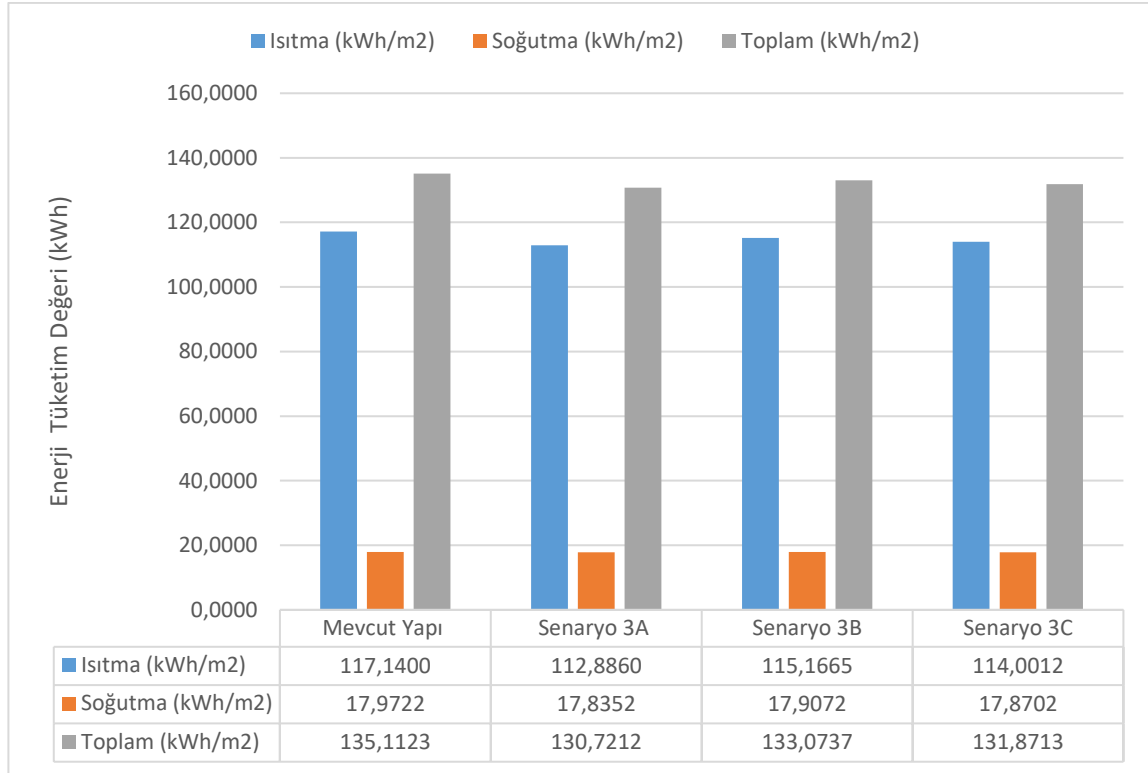
-Ahşap elyaf yalıtım malzemesi,

-Bitkisel elyaf kaplama, olacak şekilde uygulanmıştır ve yalıtım kalınlıkları 5 cm olarak seçilmiştir. Çatı döşeme bileşeninde standartlara uygun U değerleri oluşturulduktan sonra simülasyonlar çalıştırılmıştır.

Tablo 4.5. Çatı Döşeme Detayına İlişkin Senaryolarda Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri

	Dış Duvar U Değeri (W/m ² K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m ² K) (Sabit)	İç Duvar U Değeri (W/m ² K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m ² K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Senaryo 3A Değerleri	1,442	0,268	1,814	6,257
Senaryo 3B Değerleri	1,442	0,356	1,814	6,257
Senaryo 3C Değerleri	1,442	0,311	1,814	6,257

Senaryo 3A'da 5 cm taş yünü uygulaması ile çatı bileşeni U değeri 0,268 W/m²K, Senaryo 3B'de 5 cm ahşap elyaf yalıtım malzemesi uygulaması ile çatı bileşeni U değeri 0,356 W/m²K ve Senaryo 3C'de 5 cm bitkisel elyaf kaplama uygulanması ile çatı bileşeni U değeri 0,311 W/m²K olmuştur (Tablo 4.5). Dış duvar bileşenleri, iç duvar bileşenleri ve saydam bileşenler üzerinde değişiklik yapılmamıştır.

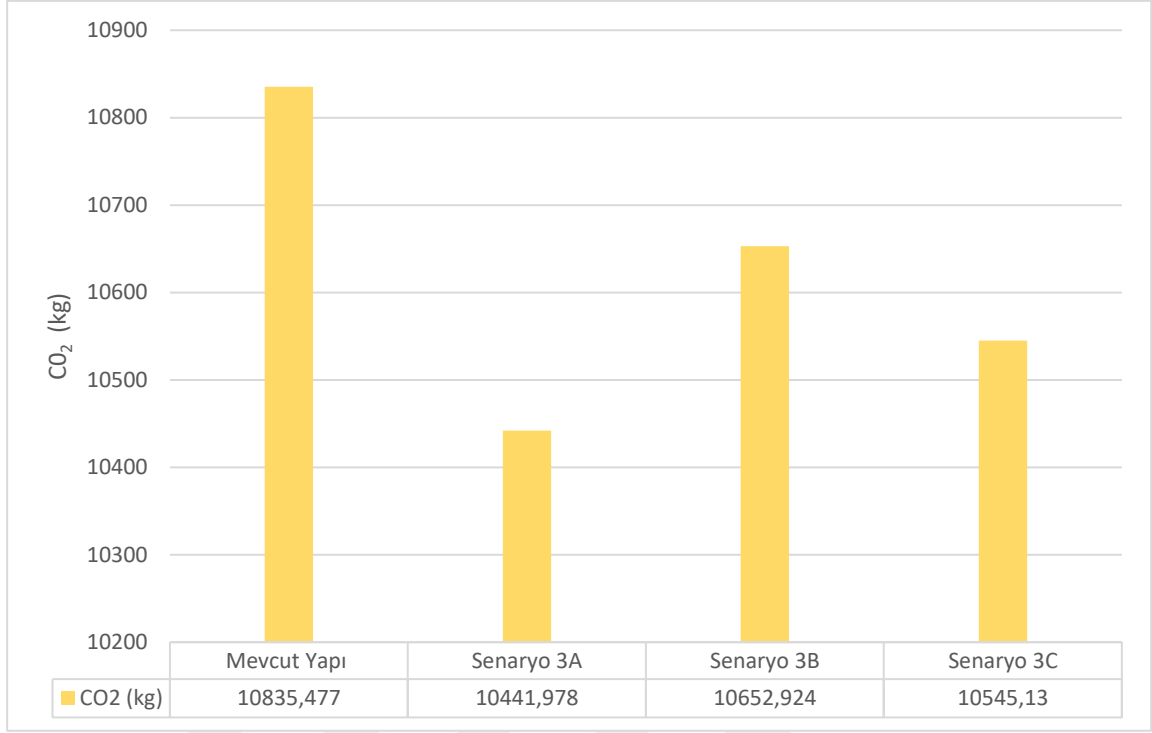


Şekil 4.13. Çatı Döşeme Detaylarına İlişkin Oluşturulan Yalıtım Türü Senaryo-4'e Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 3B'de 115,1665 kWh/m² olduğu görülmektedirken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 3A'da 112,8860 kWh/m²'dir. *Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 3B'de 17,9072 kWh/m² olduğu görülmektedirken, soğutma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 3A'da 17,8352 kWh/m²'dir. *Toplam enerji tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 3B'de 133,0737 kWh/m² olduğu görülmektedirken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 3A'da 130,7212 kWh/m²'dir (Şekil 4.13). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Senaryo 3A'da %3.25 azaldığı,
- Senaryo 3B'de %1.51 azaldığı,
- Senaryo 3C'de %2.40 azaldığı görülmektedir.

Simülasyon sonuçlarında en yüksek enerji performans niteliğine sahip senaryonun 3A'da olduğu görülmektedir. Mevcut yapının metrekare başına düşen tükettiği enerji miktarı 135,1123 kWh/m² iken Senaryo 3A ile bu değer 130,7212 kWh/m² olmuştur.



Şekil 4.14. Çatı Döşeme Detaylarına İlişkin Oluşturulan Yalıtım Türü Senaryo-4'e Göre Yapının CO₂ Salım Değerleri

Belirlenen senaryolar tarihi yapı dokusuna, dönemine, biçimine, mimari ve sanatsal değerine en az zararı verecek malzemeler seçilerek oluşturulmuştur. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 10441,978 kg ile en düşük Senaryo 3A'da, 10652,924 kg ile en yüksek Senaryo 3B'de olduğu görülmektedir (Şekil 4.14).

4.2.4. Saydam Bileşen Detayına İlişkin Senaryoların Oluşturulması (Senaryo 4)

Saydam yüzey elemanları için TS 825 standartları U_F değeri tüm derece gün bölgeleri için 2,4 W/m²K olsa da bu değer in kaplamalı camlar kullanılarak 1,8 W/m²K'e kadar indirilmesi tavsiye edilmektedir. Mevcut yapıda ahşap çerçeve tek cam kullanılmıştır ve U değeri 6,257 W/m²K'dir. Saydam bileşen detayına ilişkin olarak geliştirilecek bu senaryoda, doğrama aynı şekilde ahşap seçilmiş olup U değeri 3,633 W/m²K'dir. Doğrama sabit tutularak cam türünde değişiklikler yapılmıştır. Cam türü senaryolarında sırasıyla,

- Çift cam 3mm Low-E berrak cam arası 13mm argon gazı dolgulu (Bu cam sistemi 3 mm Low-E berrak cam ile 3 mm düz cam arasındaki boşluğun 13 mm argon gazı dolgusu ile doldurulmasıyla oluşturulan çift katmanlı cam sistemidir),

-Çift cam 6mm Low-E berrak cam arası 6mm hava dolgulu (Bu cam sistemi 6 mm Low-E berrak cam ile 6 mm düz cam arasındaki boşluğun 6 mm hava dolgusu ile doldurulmasıyla oluşturulan çift katmanlı cam sistemidir),

-Çift cam 6mm Low-E berrak cam arası 13mm argon gazı dolgulu (Bu cam sistemi 6 mm Low-E berrak cam ile 6 mm düz cam arasındaki boşluğun 13 mm argon gazı dolgusu ile doldurulmasıyla oluşturulan çift katmanlı cam sistemidir),

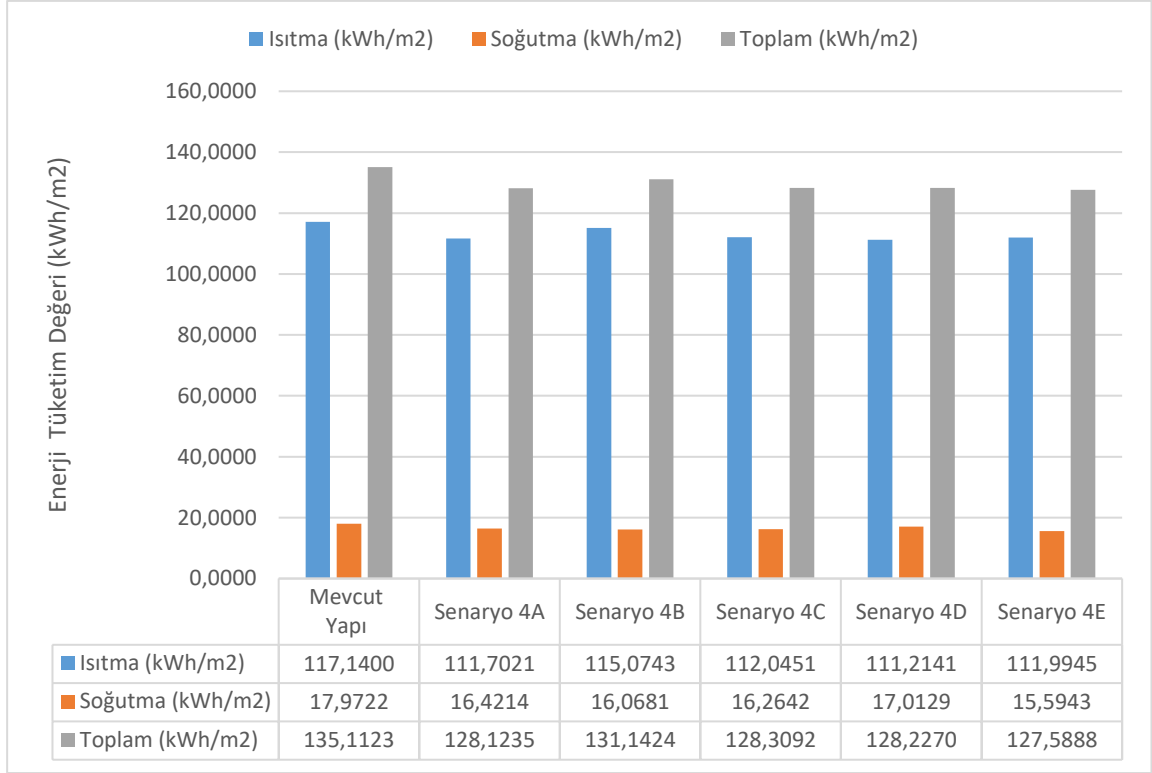
-Üçlü berrak cam 13mm argon gazı dolgulu 3mm/13mm (Bu cam sistemi üç katmanlı olup 3 mm berrak camlar arası 13mm argon gazı dolgusu ile doldurulmasıyla oluşturulan cam sistemidir),

-Üçlü berrak Low-E cam 13mm argon gazı dolgulu 3mm/13mm (Bu cam sistemi üç katmanlı olup 3 mm Low-E berrak camlar arası 13mm argon gazı dolgusu ile doldurulmasıyla oluşturulan cam sistemidir), olacak şekilde uygulanmıştır ve saydam bileşenler standartlara uygun U değerleri oluşturulduktan sonra simülasyon yapılmıştır.

Tablo 4.6. Saydam Bileşen Detayına İlişkin Senaryolarda Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri

	Dış Duvar U Değeri (W/m²K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m²K)	İç Duvar U Değeri (W/m²K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m²K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Senaryo 4A Değerleri	1,427	0,433	1,814	1,514
Senaryo 4B Değerleri	1,427	0,433	1,814	2,400
Senaryo 4C Değerleri	1,427	0,433	1,814	1,499
Senaryo 4D Değerleri	1,427	0,433	1,814	1,620
Senaryo 4E Değerleri	1,427	0,433	1,814	0,780

U_p değeri cam kalınlığı ve iletkenlik durumuyla değişiklik göstermektedir. Çok katmanlı cam bileşenlerinde camın türü, camın kalınlığı, camlar arası boşluk miktarı ve dolgu durumu bu değeri belirlemektedir. Senaryo 4A uygulaması ile saydam bileşen U değeri 1,514 W/m²K, Senaryo 4B uygulaması ile saydam bileşen U değeri 2,400 W/m²K, Senaryo 4C uygulaması ile saydam bileşen U değeri 1,499 W/m²K, Senaryo 4D uygulaması ile saydam bileşen U değeri 1,620 W/m²K ve Senaryo 4E uygulaması ile saydam bileşen U değeri 0,780 W/m²K olmuştur (Tablo 4.6). Dış duvar, çatı bileşenleri ve iç duvar bileşenleri üzerinde değişiklik yapılmamıştır.



Şekil 4.15. Saydam Bileşen Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-4'e Göre Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, en yüksek olduğu Senaryo 4B'de 115,0743 kWh/m² olduğu görülmekteyken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 4D'de 111,2141 kWh/m²'dir. *Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 4A'da 16,4214 kWh/m² olduğu görülmekteyken, soğutma enerjisi tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 4E'de 15,5943 kWh/m²'dir. *Toplam enerji tüketim değerlerinin*, en yüksek Senaryo 4B'de 131,1424 kWh/m² olduğu görülmekteyken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 4E'de 127,5888 kWh/m²'dir (Şekil 4.15). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Senaryo 4A'da %5.17 azaldığı,
- Senaryo 4B'de %2.94 azaldığı,
- Senaryo 4C'de %5.04 azaldığı,
- Senaryo 4D'de %5.10 azaldığı
- Senaryo 4E'de %5.57 azaldığı görülmektedir.

Simülasyon sonuçlarında en yüksek enerji performans niteliğine sahip senaryonun 4E'de olduğu görülmektedir. Mevcut yapının metrekare başına düşen tükettiği enerji miktarı 135,1123 kWh/m² iken Senaryo 4E ile bu değer 127,5888 kWh/m² olmuştur.



Şekil 4.16. Saydam Bileşen Detaylarına İlişkin Oluşturulan Senaryo-4'e Göre Yapının CO₂ Salım Değerleri

Senaryo sonuçlarına göre, yapının saydam yüzey elemanlarının üç katmanlı olan alternatiflerinde 4D'deki düz cam yerine 4E'deki Low-E camın tercih edildiği seçenek toplam enerji tüketim değerini düşürmüştür. Çift katman yerine üç katmanlı bir bileşen ile değiştirilmesi durumunda ise genellikle ısıtma ve soğutma enerji tüketim değerlerinin azalacağı görülmektedir. Bu müdahaleler yapının mimarisi üzerinde değişiklik göstermemektedir. Bu nedenle saydam yüzey elemanı üzerindeki değişiklik geleneksel yapıların enerji etkin iyileştirilmeleri için uygulanabilir müdahaleler arasındadır. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 10287,323 kg ile en düşük Senaryo 4D'de, 10644,4 kg ile en yüksek 4B'de olduğu görülmektedir (Şekil 4.16).

4.3. Optimum Senaryonun Geliştirilmesi

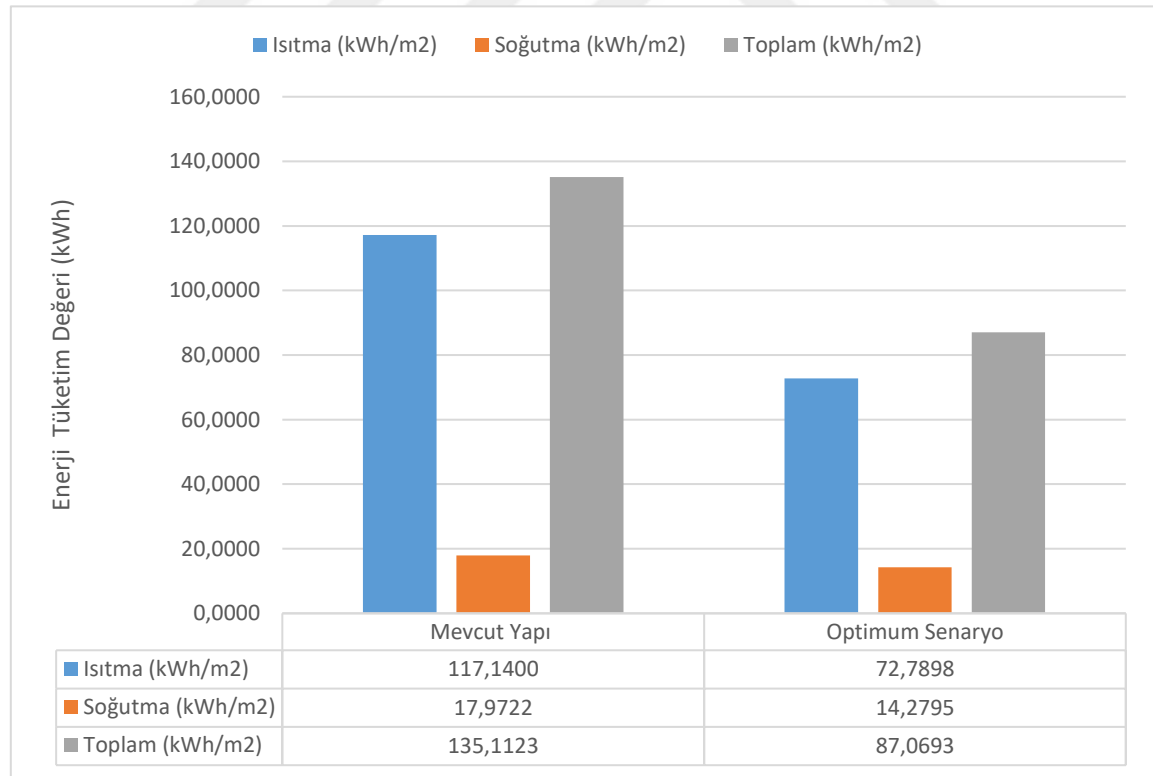
Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı için 4 farklı bileşene ait senaryo oluşturularak yıllık ısıtma enerjisi tüketimi, yıllık soğutma enerjisi tüketimi, yıllık toplam enerji tüketimi, karbondioksit salınımları analiz edilmek üzere simüle edilmiştir. Oluşturulan tüm senaryoların sonuçları değerlendirilmiştir. Optimum senaryo oluşturulurken dış duvar, çatı döşemesi, iç duvar ve saydam bileşenlerin sonuçları üzerinden tüketilen toplam enerji değerlerinin en düşük olduğu yapı bileşenlerine ait veriler alınmıştır. Bu yapı bileşenlerine ait verilerin U değerleri Tablo 4.7'de görülmektedir. Dış duvara ait oluşturulan 1B-3 isimli senaryoda yalıtım malzemesi 7 cm mineral

yündür. İç duvara ait oluşturulan 2C-3 isimli senaryoda yalıtım malzemesi 7 cm cam yünüdür. Çatı döşemesine ait oluşturulan 3A isimli senaryoda 5cm taş yünü uygulaması yapılmıştır. Saydam bileşene ait enerji performansı için en iyi sonucu veren 4E isimli senaryoda cam türü üç katmanlı 3mm Low-E berrak cam arası 13 mm argon gazı dolgusudur.

Tablo 4.7. Optimum Senaryoya İlişkin Yapı Bileşenlerinin Toplam U Değerleri

	Dış Duvar U Değeri (W/m ² K)	Çatı Bileşeni U Değeri (W/m ² K)	İç Duvar U Değeri (W/m ² K)	Saydam Bileşen U Değeri (W/m ² K)
Mevcut Yapı Değerleri	1,427	0,433	1,814	6,257
Optimum Senaryo	0,393	0,268	0,225	0,780

Optimum senaryo uygulaması ile dış duvar bileşeni U değeri 0,393 W/m²K, çatı döşemesi bileşeni U değeri 0,268 W/m²K, iç duvar bileşeni U değeri 0,225 W/m²K ve saydam bileşen U değeri 0,780 W/m²K olarak ele alınmış ve simüle edilmiş bulunmaktadır (Tablo 4.7).



Şekil 4.17. Optimum Senaryoya İlişkin Yapının Isıtma, Soğutma ve Toplam Enerji Tüketim Değerleri

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, mevcut yapıda 117,14 kWh/m² olduğu görülmekteyken, ısıtma enerjisi tüketim değerinin optimum senaryoda 72,7898 kWh/m² olduğu görülmektedir. Isıtma enerjisi tüketim değeri, Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Optimum Senaryoda %37.86 azaldığı görülmektedir.

Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin, mevcut yapıda 17,9722 kWh/m² olduğu görülmekteyken, soğutma enerjisi tüketim değerinin optimum senaryoda 14,2795 kWh/m² olduğu görülmektedir. Soğutma enerjisi tüketim değeri Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Optimum Senaryoda %20.55 azaldığı görülmektedir.

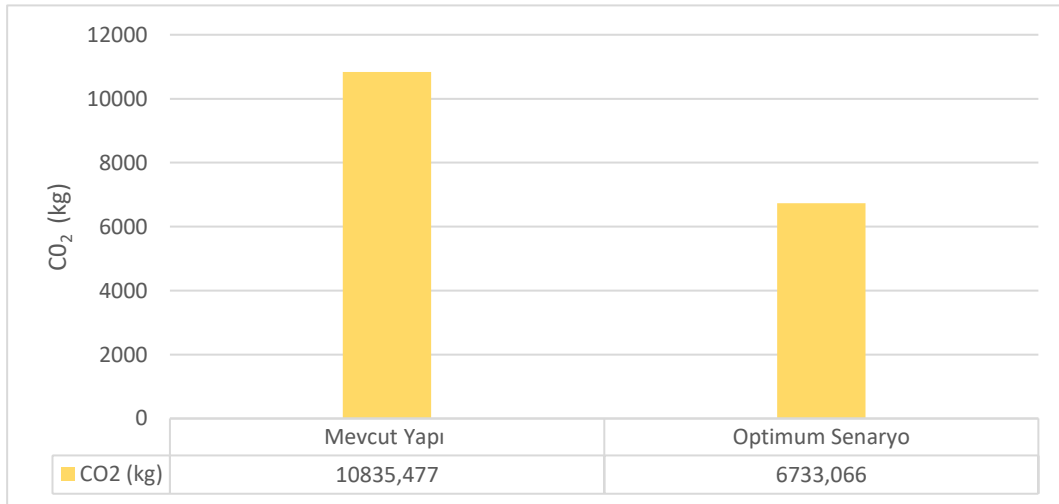
Toplam enerji tüketim değerlerinin, referans yapıda 135,1123 kWh/m² olduğu görülmekteyken, toplam enerji tüketim değerinin optimum senaryoda 87,0693 kWh/m² olduğu görülmektedir (Şekil 4.17). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Optimum Senaryoda %35.56 azaldığı görülmektedir.

Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin mevcut yapıdaki değeri 10835,477 kg iken Optimum Senaryoda 6733,066 kg'dır (Şekil 4.18).

CO₂ salım değerlerinin Mevcut Yapı sonuçlarına göre;

- Optimum Senaryoda %37.86 azaldığı görülmektedir.

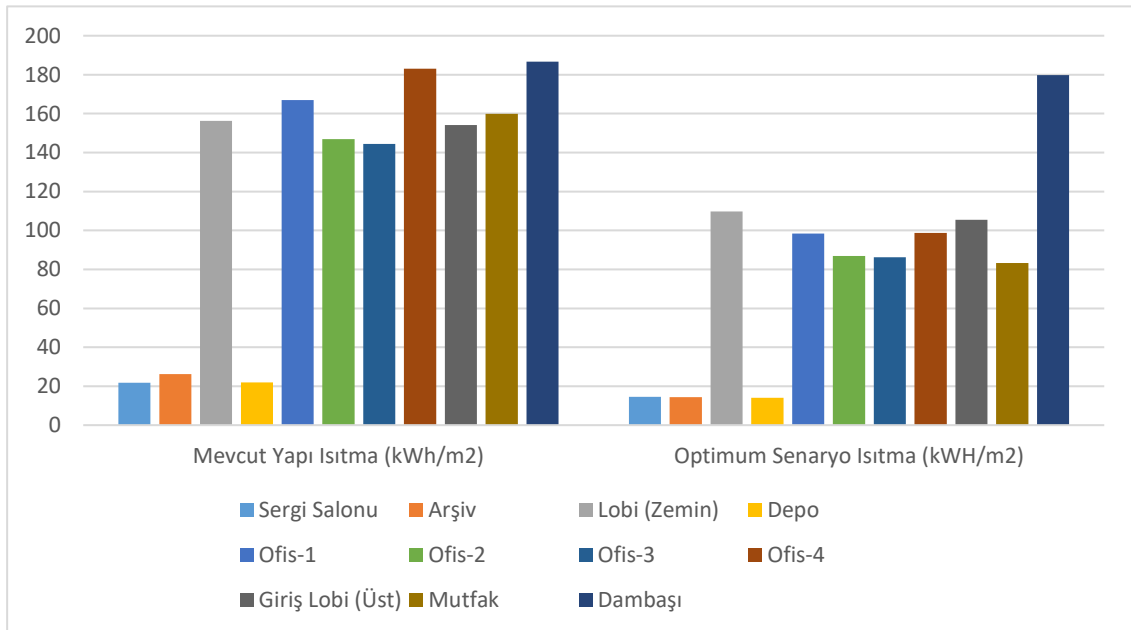


Şekil 4.18. Optimum Senaryoya İlişkin Yapının CO₂ Salım Değerleri

Mahallerin tükettikleri ısıtma enerjisi değerleri yapılan tüm müdahalelerin uygulandığı optimum senaryo ile mevcut yapı tüketim değerleri ile karşılaştırılmış ve grafik halinde sunulmuştur (Şekil 4.19). Buna göre yapılan müdahaleler oluşturulan optimum senaryoda ısıtma enerjisi tüketim değerlerinin mevcut yapı değerlerine göre yıllık;

- Sergi salonu'nda %33.19 azaldığı,
- Arşiv'de %45.27 azaldığı,
- Lobi (Zemin)'de %29.82 azaldığı,
- Depo'da %36.20 azaldığı,
- Ofis-1'de %41.10 azaldığı,
- Ofis-2'de %40.83 azaldığı,
- Ofis-3'de %40.29 azaldığı,
- Ofis-4'de %46.13 azaldığı,
- Giriş Lobi (Üst)'de %31.59 azaldığı,
- Mutfak'ta %47.92 azaldığı,
- Dambaşı'nda %3.72 azaldığı görülmektedir.

Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin en yüksek oranda sırasıyla mutfak, ofis-4 ve arşivde değiştiği izlenmiştir. Mutfak, taban alanı metrekaresine oranla saydam yüzey açıklığı fazla olan bir mahal olması nedeniyle yapılan müdahaleler ile ısıtma enerjisi tüketim değerlerinde fazla düzeyde değişim göstermiştir. Ofis-4 mahalının yaklaşık aynı metrekaare büyüklükteki diğer ofis mahallerine göre daha fazla oranda ısıtma enerjisi tüketim değerinin azalması kuzey cepheyle sınırlı olması ve yine kuzey cepheye bakan duvarında 3 adet pencere yer almasıyla açıklanabilmektedir. Arşiv mahalının ise kuzey cepheye bakması ve zeminle direkt ilişkisi bulunmasından kaynaklı olarak yapılan yalıtım uygulamaları sonucunda ısıtma enerjisindeki tüketim değerleri büyük oranda farklılık göstermiştir.

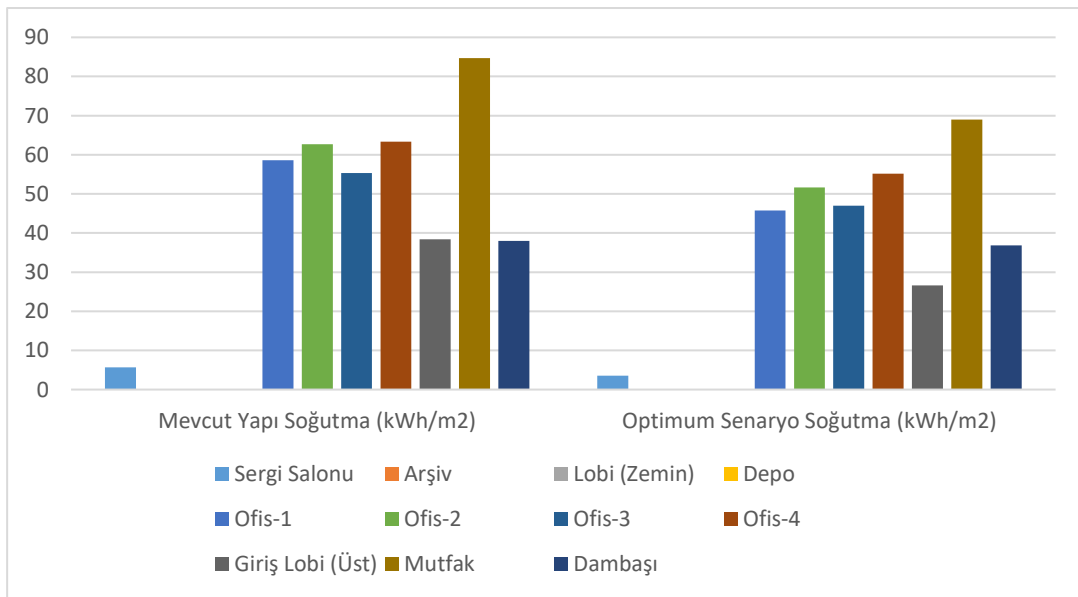


Şekil 4.19. Mevcut Yapı ve Optimum Senaryo'da Mahallerin Tüketilen Isıtma Enerjisi Değerleri

Mahallerin tükettikleri soğutma enerjisi değerleri yapılan tüm müdahalelerin uygulandığı optimum senaryo ile mevcut yapı tüketim değerleri ile karşılaştırılmış ve grafik halinde sunulmuştur (Şekil 4.20). Buna göre yapılan müdahaleler oluşturulan optimum senaryoda soğutma enerjisi tüketim değerlerinin mevcut yapı değerlerine göre yıllık;

- Sergi salonu'nda %37.18 azaldığı,
- Arşiv'de soğutma ihtiyacı olmadığı,
- Lobi (Zemin)'de soğutma ihtiyacı olmadığı,
- Depo'da soğutma ihtiyacı olmadığı,
- Ofis-1'de %21.85 azaldığı,
- Ofis-2'de %17.56 azaldığı,
- Ofis-3'de %15.03 azaldığı,
- Ofis-4'de %12.95 azaldığı,
- Giriş Lobi (Üst)'de %30.66 azaldığı,
- Mutfak'ta %18.52 azaldığı,
- Dambaşı'nda %3.07 azaldığı görülmektedir.

Zemin katta yer alan arşiv, depo ve lobi soğutma ihtiyacının gerçekleşmediği mahallerdir. Bunun nedeni toprakla direkt ilişkili taş zemin üzerinde yer almaları olup saydam yüzey açıklıklarının çok düşük ya da hiç olmamasıdır. Soğutma ihtiyacının yüksek oranda görüldüğü giriş lobi, sergi salonu ve ofis-1 mahallerinin saydam yüzey açıklıklarının fazla oranda olduğu ve bundan kaynaklı solar kazanımlarının yüksek olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak müdahaleler sonucu en yüksek tüketim değeri kazançları lobi, sergi salonu ve ofis-1 mahalinde olmaktadır.



Şekil 4.20. Mevcut Yapı ve Optimum Senaryo'da Mahallerin Tüketilen Soğutma Enerjisi Değerleri

IEA raporunda binaların m² başına tükettikleri enerjinin ortalama 100-150 kWh civarında olması önerilmişken bu değerin yapılan çeşitli müdahaleler ile daha aşağıya çekilebileceği görülmüştür. Mevcut yapının metrekare başına düşen tükettiği enerji miktarı 135,112 kWh/m² iken Optimum Senaryo ile bu değer 87,069 kWh/m² olmuştur. Bu çalışma kapsamında uygulanan müdahalelerin yapının mimarisi üzerinde görünür düzeyde değişiklik göstermediğini söylemek mümkündür. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu bilinmelidir.



5. SONUÇLAR

Son yıllarda enerji kaynaklarındaki ciddi azalmalar ve çevresel kirliliğin artışı sürdürülebilirlik ve enerji kavramlarını gündeme getirmiştir. Gündeme gelen kavramlara ilişkin doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. *Sürdürülebilirlik kavramı* ile mimari planlamada özümseme önemli bir önkoşul haline getirilerek doğal kaynakların tahribatının önüne geçmek, yeni nesillere var olanı taşıyabilmenin yanı sıra çevreye verilen zararı da en düşük seviyelere çekmesi mümkün görünmektedir. Bu bağlamda iklimle *dengeli, enerji etkin* yeni yapı tasarımları yapmak kadar mevcut yapıların enerji etkinlik değerlerini artırmak da oldukça önem taşımaktadır. Yeni yapılacak tasarımlara sürdürülebilirlik ve enerji etkin tasarım değerleriyle referans olabilecek nitelikteki geleneksel yapıların; yaşatılması ve kullanım konfor oranının artırılması ülke kalkınma amaçları doğrultusunda karşılaşılan ekonomik, çevresel ve enerji problemlerine birçok açıdan cevap oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Elazığ Harput'ta varlığını koruyan özgün ve nitelikli yapılardan biri olan Hacı Kerim Sunguroğlu Konağı'nın sürdürülebilirlik değeri ile enerji etkinliğini artırmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında 4 farklı senaryo ve bunlara göre şekillenen 1 optimum senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryolarda yapı kabuk bileşenleriyle oluşturulan parametrelerle çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Dış duvar bileşenlerine ilişkin oluşturulan toplam enerji tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 1B-1'de 95,9099 kWh/m² olduğu görülmekteyken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 1B-3'de 104,7813 kWh/m²'dir. Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Senaryo 1B-1'de %16.02 azaldığı, Senaryo 1B-2'de %19.97 azaldığı, Senaryo 1B-3'te %22.45 azaldığı görülmektedir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 8090,695 kg ile en düşük Senaryo 1B-3'de, 8871,684 kg ile en yüksek Senaryo 1B-1'de olduğu görülmektedir.
- İç duvar bileşenlerine ilişkin oluşturulan senaryolarda Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Senaryo 2C-1'de %2.18 azaldığı, Senaryo 2C-2'de %2.74 azaldığı, Senaryo 2C-3'te %3.35 azaldığı görülmektedir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 10426,983 kg ile en düşük Senaryo 2C-3'te, 10551,822 kg ile en yüksek Senaryo 2C-1'de olduğu görülmektedir .
- Çatı döşemesine ilişkin oluşturulan üç farklı senaryoda toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Senaryo 3A'da %3.25 azaldığı, Senaryo 3B'de %1.51 azaldığı, Senaryo 3C'de %2.40 azaldığı görülmektedir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin 10441,978 kg ile en düşük Senaryo 3A'da, 10652,924 kg ile en yüksek Senaryo 3B'de olduğu görülmektedir.

- Saydam bileşenlere ilişkin oluşturulan beş farklı senaryoda Toplam enerji tüketim değerlerinin, en yüksek Senaryo 4B’de 115,0743 kWh/m² olduğu görülmekteyken, toplam enerji tüketim değerinin en düşük olduğu senaryo 4E’de 127,5888 kWh/m²’dir (Şekil 4.15). Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Senaryo 4A’da %5.17 azaldığı, Senaryo 4B’de %2.94 azaldığı, Senaryo 4C’de %5.04 azaldığı, Senaryo 4D’de %5.10 azaldığı, Senaryo 4E’de %5.57 azaldığı görülmektedir.

Oluşturulan tüm senaryolar enerji etkinlik düzeyleri açısından değerlendirilmiştir. Optimum senaryo oluşturulurken dış duvar, çatı döşemesi, iç duvar ve saydam bileşenlerin sonuçları üzerinden toplam ısıtma tüketim enerjisinin en düşük olduğu yapı bileşenlerine ait veriler alınmıştır. Isıtma enerjisi tüketim değerlerinin, mevcut yapıda 117,146 kWh/m² iken ısıtma enerjisi tüketim değerinin optimum senaryoda 72,7898 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Isıtma enerjisi tüketim değeri, Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Optimum Senaryoda %37.86 azaldığı görülmektedir. Soğutma enerjisi tüketim değerlerinin, mevcut yapıda 17,9722 kWh/m² olduğu, soğutma enerjisi tüketim değerinin ise optimum senaryoda 14,2795 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Soğutma enerjisi tüketim değeri Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Optimum Senaryoda %20.55 azaldığı da görülmektedir. Toplam enerji tüketim değerlerinin, referans yapıda 135,1123 kWh/m² iken toplam enerji tüketim değerinin optimum senaryoda 87,0693 kWh/m² olduğu görülmektedir. Toplam tüketilen enerji miktarının Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Optimum Senaryoda %35.56 azaldığı görülmektedir. Senaryolara bağlı olarak değişen CO₂ salım değerlerinin mevcut yapıdaki değeri 10835,477 kg iken Optimum Senaryoda 6733,066 kg’dır. CO₂ salım değerlerinin Mevcut Yapı sonuçlarına göre; Optimum Senaryoda %37.86 azaldığı görülmektedir.

Mahallerin tükettikleri ısıtma enerjisi değerleri yapılan tüm müdahalelerin uygulandığı optimum senaryo ile mevcut yapı tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre yapılan müdahaleler oluşturulan optimum senaryoda ısıtma enerjisi tüketim değerlerinin mevcut yapı değerlerine göre yıllık en yüksek oranla Mutfak mahalinde %47.92 azaldığı, en düşük oranla Dambaşı mahalinde %3.72 azaldığı görülmektedir. Mahallerin tükettikleri soğutma enerjisi değerleri yapılan tüm müdahalelerin uygulandığı optimum senaryo ile mevcut yapı tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre yapılan müdahaleler oluşturulan optimum senaryoda soğutma enerjisi tüketim değerlerinin mevcut yapı değerlerine göre yıllık en yüksek oranla Sergi salonu mahalinde %37.18 azaldığı, en düşük oranla Dambaşı mahalinde %3.07 azaldığı görülmektedir. Ek olarak yapılan müdahaleler sonucunda Arşiv, Lobi (Zemin) ve Depo mahalinde soğutma ihtiyacına gerek kalmadığı da tespit edilmiştir.

IEA raporunda binaların m² başına tükettikleri enerjinin ortalama 100-150 kWh civarında olması önerilmişken bu değer yapıları çeşitli müdahaleler ile daha aşağıya çekilebileceği görülmüştür. Mevcut yapının metrekare başına düşen tükettiği enerji miktarı 135,112 kWh/m² iken Optimum Senaryo ile bu değer 87,069 kWh/m² olmuştur. Çalışma sonucunda geleneksel yapıların

enerji tasarım potansiyellerinin artırılabilir olduğu ortaya konmaktadır. Çalışma kapsamında uygulanan müdahalelerin yapının mimarisi üzerinde görünür düzeyde değışiklik göstermediğini söylemek mümkündür. Ancak yapılacak her müdahalenin geleneksel yapının özgünlük değerine aykırı olduğu da bilinmelidir. Bu çalışma ile yapının enerji verimlilik düzeyini artırarak, mevcut sürdürülebilirlik değerini yükseltmek ve geleneksel dokunun uzun yıllar yaşamasına fırsat vermesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yapılmış çalışmalar ile elde edilen sonuçlar yapı kabuğu bileşenleri seçimi ve uygun kalınlık belirlenmesi gibi parametrelerin analizleriyle yapının enerji tüketim değerlerini düşürerek *enerji verimliliğini* artırmanın yanı sıra geleneksel yapıların *yaklaşık sıfır enerjili yapılar* düzeyinde çalışmalara dahil edilebileceğinin de mümkün olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda çalışma, iklimle dengeli tasarım içerisinde olan geleneksel yapıların yaşatılması ve yeni yapılacak yapılar için tasarımcıların kullanabilecekleri bir kaynak olduğunu göstermektedir. Çalışmada elde edilen bulgular ışığında kentin yerel yönetimi (Belediye Başkanlığı) ve odalarınca (Mimarlar Odası) kente ve geleneksel yapılara ilişkin çeşitli düzenleme kararlarına/uygulamalarına rehberlik ederek destek sağlayacağı düşünülmektedir.

Konuya ilişkin çalışmalar yapacak araştırmacılar ve tasarımcılar için bu çalışma bağlamında verilebilecek öneriler;

- Yapıların enerji performansı ile ilgili kılavuzlar mevcutken geleneksel yapıların enerji verimliliği üzerine net bir kılavuzun bulunmadığının unutulmaması gerektiği,
- Yeni yapılacak yapılar için geleneksel mimarlığın iklimsel veriler ve planlamalar ile sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik değerinin erken tasarım aşaması için göz ardı edilmemesinin önemi,
- Sürdürülebilir bir çevre için etkin çözümler üretmek ve bunları hayata geçirmek üzere multidisipliner yaklaşımlarla ilerlemenin gerekliliği,
- Geleneksel yapıların mevcut enerji etkinlik düzeyleri fark etmeksizin yaklaşık sıfır enerjili binalar çalışmalarına dahil edilebileceğini,
- Geleneksel yapılarda en az tahribatla en etkin çözümlerin bir arada düşünülmesi ve gelecek nesillere aktarılabilmesi için daha fazla araştırmalarla öneminin vurgulanması gerektiği şeklindedir.

KAYNAKLAR

- [1] Asumadu-Sarkodie, S., Owusu, P.A., (2016). Carbon Dioxide Emission, Electricity Consumption, Industrialization, and Economic Growth Nexus: The Beninese Case, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 11(11), 1089–1096.
- [2] Shukla, A., Sharma, A.(2018). Sustainability through Energy-Efficient Buildings, *CRC Press*, Florida.
- [3] Bayram, I., Ummetoglu, F., Yilmaz, O. C., Ozbalta, T. G., & Yildiz, Y. The Energy Efficiency Challenge for Turkish Historical Buildings, 6th international Project and Construction Management Conference (IPCMC2020), Istanbul, Turkey.
- [4] Caro, R., Sendra J.J., (2021). Are the dwellings of historic Mediterranean cities cold in winter? A field assessment on their indoor environment and energy performance, *Energy Buildings*, C. 230, 110567.
- [5] Zagorskis, J., Paliulis, G. M., Burinskiene, M., Venckauskaite, J., & Rasmussen, T. V., (2013). Energetic refurbishment of historic brick buildings: Problems and opportunities. *Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies*, C.12, 20-27.
- [6] Yaşar, Y. & Maçka Kalfa, S., (2012). The Effects of Window Alternatives on Energy Efficiency and Building Economy in High-Rise Residential Buildings in Moderate to Humid Climates, *Energy Conversion And Management* , C.64, 170-181.
- [7] Serghides, D.K., Katafygiotou M.C., (2013). *The Role Of Materials In The Energy Efficient Retrofitting Of Traditional*, *Energy-Efficient Buildings Energy Saving and Sustainability*, 728-735.
- [8] Bellia L., Alfano F., Giordano J., Ianniello E., Riccio G., (2015). Energy Requalification of A Historical Building: A Case Study, *Energy and Buildings*, 184-189.
- [9] Raji, B., Tenpierik, M.J., A. Van Den Dobbelsteen (2016). An assessment of energy-saving solutions for the envelope design of high-rise buildings in temperate climates: a case study in The Netherlands, *Energy Build.* C.124, 210–221.
- [10] Vallati, A., Grignaffini, S., Romagna M. and Mauri L., Energy Retrofit of a Non-Residential and Historic Building in Rome, *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, Florence, Italy. doi: 10.1109/EEEIC.2016.7555736.
- [11] Saroglou, A.T., Meir I.A., Theodoros, T., Baruch, G., (2017). Towards Energy Efficient Skyscrapers, *Energy Buildings*, C. 149, 1-13. doi: [10.1016/j.enbuild.2017.05.057](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.057).
- [12] Hachem-Vermette, C., (2018). Multistory Building Envelope: Creative Design And Enhanced Performance, *Solar Energy*, C.159, 710–721. Doi: 10.1016/j.solener.2017.11.012.
- [13] Jang, H., Kang, J., (2018). An Energy Model Of High-Rise Apartment Buildings Integrating Variation in Energy Consumption Between Individual Units, *Energy Buildings*, C.158, 656–667.
- [14] He, Q., Ng, S. T., Hossain, M. U., & Skitmore, M. (2019). Energy-efficient window retrofit for high-rise residential buildings in different climatic zones of China. *Sustainability*, 11(22), 6473.
- [15] Alhuwayil, W.K., Mujeeb M.A., Algarny, A.M.M., (2019). Impact Of External Shading Strategy on Energy Performance Of Multi-Story Hotel Building in Hot-Humid Climate, *Energy*, C. 169, 1166–1174. doi: 10.1016/j.energy.2018.12.069.
- [16] Shadram, F., Mukkavaara, J., (2019). Exploring The Effects of Several Energy Efficiency Measures on The Embodied/Operational Energy Trade-Off: A Case Study of Swedish Residential Buildings, *Energy&Buildings*, C.183, 283-296.
- [17] Giouri, E.D., Tenpierik, M., Turrin, M, (2020). Zero energy potential of a high-rise office building in a Mediterranean climate: Using multi-objective optimization to understand the impact of design decisions towards zero-energy high-rise buildings, *Energy & Buildings*, C.209, 210-221.
- [18] Kocagil, İ.E. ve Oral, G.K., (2021). Enerji Etkin Yerleşme Dokusu ve Bina Tasarımına Yönelik Parametrik Bir Model Önerisi: Ilımlı-Nemli İklim Bölgesi, *Megaron*, C.16, Sayı 4, 735-750.
- [19] Karimi, K., Farrokhzad, M., Roshan, G., & Aghdasi, M. (2022). Evaluation of effects of a green wall as a sustainable approach on reducing energy use in temperate and humid areas. *Energy and Buildings*, C. 262, 112014.

- [20] Gülaçmaz, Ö., Başdemir, H. ve Gülaçmaz, E., (2022). Mevcut Bir Eğitim Yapısında Enerji Verimliliğini İyileştirmeye Yönelik Bir Analiz. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, C.10, Sayı 1, 325-341.
- [21] Vázquez-Torres, C. E., Beizaee, A., & Bienvenido-Huertas, D. (2022). The impact of human occupancy in thermal performance of a historic religious building in sub-humid temperate climate. *Energy and Buildings*, C. 259, 111912.
- [22] Başaran, F. P. C., ve Yıldırım, M. T. (2022). Mimari Formların Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Güneş Enerjisi Kazanım Analizleri. *Online Journal of Art and Design*, C.10, Sayı 2, 191-206.
- [23] Martinez-Molina, A., Tort-Ausina, I., Cho, S., Vivancos, J.L., (2016). Energy Efficiency and Thermal Comfort in Historic Buildings: A Review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C.61, 70-85.
- [24] Erdoğan, A.O., (2019). *Enerji Etkinliği Yönünden Mersin Yöresel Konutlarının Betonarme Eklentileri Öncesi Ve Sonrasının Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Toros Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [25] Tassiopoulou, T., Grindley, P.C., Probert, S.D., (1996). Thermal Behaviour of on Eighteenth-Century Athenian Dwelling, *Applied Energy*, C.53, 383–398. Doi: 10.1016/0306-2619(95)00068-2.
- [26] Özdemir, S., (2019). *Geleneksel Harput Evlerinin Enerji Performansının Değerlendirilmesi: Şefik Gül Evi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [27] Arumägi E., Kalamees T., (2014). Analysis Of Energy Economic Renovation For Historic Wooden Apartment Buildings in Cold Climates, *Applied Energy*, C.115, 540-548. doi:10.1016/j.apenergy.2013.10.041.
- [28] Közoğlu, H.G., (2019). *Geleneksel Sille Evleri'nde Enerji Etkin Mimari Çözümlerin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- [29] Morelli, M., Rønby, L., Mikkelsen, S.E., Minzari, M.G., Kildemoes, T., Tommerup, H.M., (2012). Energy Retrofitting of A Typical Old Danish Multi-Family Building To A “Nearly-Zero” Energy Building Based on Experiences From A Test Apartment, *Energy & Buildings*, C.54, 395–406. doi: 10.1016/j.enbuild.2012.07.046.
- [30] Ulukavak Harputlugil, G. ve Çetintürk, N., (2005). Geleneksel Türk Evi’nde ısı konfor koşullarının analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, C.20, 77–84.
- [31] Ocaña, S. M., Guerrero, I. C., & Requena, I. G. (2004). Thermographic survey of two rural buildings in Spain. *Energy and Buildings*, 36(6), 515-523.
- [32] Li, Q., Sun, X., Chen, C., Yang, X., (2012). Characterizing The Household Energy Consumption in Heritage Nanjing Tulou Buildings, China: A Comparative Field Survey Study. *Energy & Buildings* C.49, 317–326.
- [33] İnanıcı M. N. (1996). *Türkiye'nin İklim Koşulları Farklı Beş İlinde Pasif Güneş Isıtmalı Bina Elemanlarının Isısal Performans Açısından Optimizasyonu*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [34] Deniz, A., (2018). *Yapı Kabuğunun Düşük Maliyetli Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım – Kamu Yapısı Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [35] Değirmendereli , A., Durukan, L., (2021). Enerji Verimliliği Kapsamında Konutlara Yönelik Vergi Teşvikleri: Bir Vergi Teşvik Mekanizması Önerisi, *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, C.8, Sayı 24, 562-577. doi: 10.34189/asbd.8.24.011
- [36] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2018). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023), Ankara.
- [37] T.C. Kalkınma Bakanlığı, (2018a). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Kentsel Yaşam Kalitesi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- [38] T.C. Kalkınma Bakanlığı, (2018b). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Konut Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

- [39] Öngel, K., Mergen, H., (2009). Isıl konfor parametrelerinin insan vücudundaki etkilerine yönelik literatür taraması, *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, C.16, Sayı 1, 21-25.
- [40] Özdemir, B.B., (2005). *Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [41] Manioğlu, G., (2002). *Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek bir Yaklaşım*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [42] Gazioğlu, A., (2012). *Enerji Etkin Bina Tasarımında Isıtma Enerjisi Harcamalarını Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [43] Türk Dil Kurumu Güncel Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 10.11.2021.
- [44] Zeren, L., (1978). Mimarlıkta Yapma Çevre Tasarımı ve Güneş Enerjisi, *Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu*, İstanbul.
- [45] Orhon, İ., Küçükdoğu, M. Ş. ve Ok, V., (1988). *Doğal İklimlendirme, Toplu Konut İşletmesi Proje Planlama Tasarım El Kitabı*, TÜBİTAK, Ankara.
- [46] Akşit, F., (2005). Türkiye'nin Farklı İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Bina ve Yerleşme Birimi Tasarımı, *Tasarım Dergisi*, C.157, 124-126.
- [47] Kısa Ovalı, P., (2019). Biyoklimatik Tasarım Matrisi (Türkiye), *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, C.20, Sayı 2, 51- 66.
- [48] Gürel, S., (2010). *Geleneksel Konutların Biçimlenişinde İklim Öğesinin Etkinliği: Safranbolu Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [49] Demirtaş, A., (2011). *Farklı İklim Bölgelerinde Otel Yapılarının Isıtma Ve Soğutma Yükleri Açısından Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [50] Ergin Oruç, Ş., (2015). *Diyarbakır İli Kırsal Mimari Çeşitliliğinin İklimsel Konfor Ve Enerji Etkinliği Açısından Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [51] Dörter, H., (1994). *Konutlarda Isıtma Enerjisi Korunumu Amaçlı Mimari Tasarıma Yön Verici İlkelerin ve Çözümlerin Belirlenmesinde Bir Yaklaşım Araştırması*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [52] Uzun, T., (1997). *Mimari Tasarıma Ekolojik Yaklaşım, Adana'da Bir Tasarım Denemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [53] Gülten, A. ve Aksoy T.U., (2010). Gökyüzü Görüş Faktörü ve Bina Yüzey Sıcaklıklarına Bağlı Olarak Cadde Geometrisi-Güneş Işınımı İlişkisi, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, C.22, Sayı 2, 157-170.
- [54] Goulding, J., Lewis, J.O., (1993). Energy-Efficient Building Design: Handbooks For European Architects, *Journal of Renewable Energy*, C.3, Sayı 2-3, 189-193.
- [55] Koçlar Oral, G., (2010). Güneş Enerjisi ve Yapı, *Diyarch Bülten (Diyarbakır Mimarlar Odası Bülteni)*, 8-20.
- [56] Demirel, B., (2012). *Türkiye'nin Ilımlı ve Sıcak İklim Bölgesinde Pasif Ev Değerlendirmesine Yönelik Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [57] Umaroğulları F., Cihangir C., (2019). Toplu Konutların İklimsel Konfor Tasarım Parametrelerine Göre Değerlendirilmesi: "İlman Nemli İklim Bölgesi: Edirne Binevler (1.Kısım) Konut Yapı Kooparetifi Örneği", *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, C.4, Sayı 1, 105-122. doi: 10.26835/my.661363
- [58] Gazioğlu A., Akşit Ş.F. ve Manioğlu G., (2013). Enerji Etkin Bina Tasarımında Isıtma Enerjisi Tüketimini Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı 136, 41-52.
- [59] Bektaş, B., (2006). *Isıtma Açısından Dış Duvarlarda Saydam Yüzey Kullanımının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- [60] Okkahoğlu, D., (2019). *Geleneksel Yapı Sistemlerinin Sürdürülebilirlik Açısından İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [61] Akyıldız, N.A., (2020). Evaluation Of Sustainable Traditional Buildings In The Context Of Energy Efficiency And Conservation, *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH*, C.8, Sayı 4, 200-215.
- [62] Gezer, H., (2013). Geleneksel Safranbolu Evlerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, C.12, Sayı 23, 13- 31.
- [63] Franco G., Magrini A. (2017). *Historical Buildings and Energy*, Springer International Publishing, Switzerland.
- [64] Gosling, D., Maitland, B. (1984). *Concepts of urban design*, Martin's Press, New York.
- [65] Genç, G., (2022). Tarihi Yapıların Enerji Verimli İyileştirilmesi İçin Bir Karar Destek Sistemi Önerisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [66] Karagözler, S., (2018). Tarihi Yapıların Enerji Performansının Maliyet Etkin İyileştirilmesi Üzerine Bir Çalışma : İzmir Tekel Başmüdürlük Binası, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [67] Çalışan, M., Türkoğlu, İ., (2011). *Termal Kameralar Ve Uygulamaları*, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Elazığ.
- [68] Elazığ Valiliği Resmi Web Sitesi Elazığ Tarihi, <http://www.elazig.gov.tr/elazig-tarihi>, Erişim Tarihi: 08.03.2022.
- [69] Türkiye Rehberi Web Sitesi, <https://www.turkiye-rehberi.net/elazig-haritasi.asp>, Erişim Tarihi: 08.01.2022.
- [70] Türkiye Kültür Portalı Web Sitesi Elazığ Genel Bilgiler, <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/elazig/genelbilgiler>, Erişim Tarihi: 05.01.2022.
- [71] Öztürk, Ş., (2021). Harput Sağır Müftü Konağı Onarımı Hakkında Bir Değerlendirme, *Amisos*, C.6, 254-266.
- [72] Özer, G., (2014). *Restorasyon Sonrası Yeniden İşlevlendirilmiş Geleneksel Harput Evlerinde Ekolojik Değerlendirme*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [73] Elazığ Belediyesi Resmi Web Sitesi Kent Rehberi, <https://www.elazig.bel.tr/kent-rehberi/cografya-yapi/217/>, Erişim Tarihi: 08.01.2022.
- [74] Elazığ İl Haritası, http://cografyaharita.com/haritalarim/41_elazig_ili_haritasi.png , Erişim Tarihi: 07.04.2022.
- [75] Karadoğan, S., Tonbul, S., (1998). Harput'un Kuruluş Yeri Ve Şehirin Fonksiyonunu Yitirmesi Üzerinde Etkili Olan Doğal Çevre Faktörleri, *Dünü ve Bugünüyle Harput Sempozyumu*, Elazığ.
- [76] Kartal, Ü., (2017). *Elazığ İli Enerji Çalışmaları İçin Keban Baraj Gölü'nün Bölge İklimi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [77] Hayli, S., (1998). *Tarihi Coğrafya Açısından Harput Şehrinin Fonksiyonları ve Etki Sahası*, *Dünü ve Bugünü ile Harput Sempozyumu*, Elazığ.
- [78] Yünkül, A., (2005). *Elazığ evleri*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [79] Öztürk, Ş., Coşkun, M., (2014). Geleneksel Harput & Elazığ Evleri, *Kültür Yayınları*, Elazığ. doi:10.48122/amisos.940386
- [80] Karakaş, S., (2008). *Elazığ Geleneksel Konut Kültürü*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [81] Özer G., Oral M., (2017). Sürdürülebilirlik Bağlamında; Geleneksel Mimaride İklimle Uyumlu Yapılar: Elazığ-Harput Evleri Üzerinde İnceleme, *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, C.2, 83-91.
- [82] Yılmaz M., Keleş R., (2004). Sustainable Housing Design and The Natural Environment, *Ekistics*, C.71, 236-243.

- [83] Aytaç, İ., (2007). *Sanat Tarihi Araştırmaları*, Kuvılcım Kitapevi, Kayseri.
- [84] Sunguroğlu, I., (1968). *Harput Yollarında*, Özyayın Matbaası, İstanbul.
- [85] Harput-Tarihe Uzanan Bir El, <https://harput.web.tr/kudeb/>, Erişim Tarihi: 10.02.2022.
- [86] Harput Sergi Salonu, <https://harput.web.tr/harput-sergi-salonu/> Erişim Tarihi: 03.06.2022
- [87] Ryan, E. M., and Sanquist, T.M., (2012). Validation of Building Energy Modeling Tools Under Idealized and Realistic Conditions, *Energy and Buildings*, C.47, 375–382.
- [88] TS-2164, (1983). Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [89] IEA, (2013). Final Report Annex 53. Total energy use in buildings Analysis and evaluation methods, Int. Energy Agency Program. Energy Build. Communities, no. June, p. 132.
- [90] Özlük, R., (2021). *Yüksek Öğretim Binalarında Enerji Kullanımı İle Mekan Kullanımı Arasındaki İlişkinin Analizi: Balıkesir Üniversitesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [91] Orhan, H., (2022). *Kampüs Binalarında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına Yönelik Bir Çalışma: İnönü Üniversitesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [92] Koranteng, C. & Mahdavi, A. (2011). An Investigation into The Thermal Performance Of Office Buildings in Ghana, *Energy and Buildings*, C.43, Sayı 2-3, 555 -563.
- [93] Huang, H., Binti Wan Mohd Nazi, W. I., Yu, Y. and Wang, Y. (2020). Energy performance of a high-rise residential building retrofitted to passive building standard – A case study. *Applied Thermal Engineering*, 181(December 2019), 115902. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115902>
- [94] Ünal, H., Gökaltun E., (2015). Farklı Yönlere Göre Değişen Opaklık Saydamlık Oranının Isıtma ve Soğutma Enerjisine Etkisi, *Fırat Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, C.27, Sayı 1, 57-64.
- [95] Teker, G.N. ve Yılmaz A. (2018). Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Kampüsü İnşaat-Çevre Mühendisliği Bölümleri - İşletme Fakültesi Binaları Enerji Etüt Raporu, İzmir.
- [96] TS-825, (2008). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [97] IEA, (2001). Energy Policies of IEA Countries, Turkey.
- [98] Şahin, C.D., (2013). Energy Efficient Retrofitting Of Historical Buildings: A Case Study On The Building Of Basmane Semt Merkezi İzmir, Master of Science, İzmir Institute of Technology, Graduate School of Engineering and Sciences.
- [99] Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi Web Sitesi, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=ELAZIG>, Erişim Tarihi: 09.02.2022.

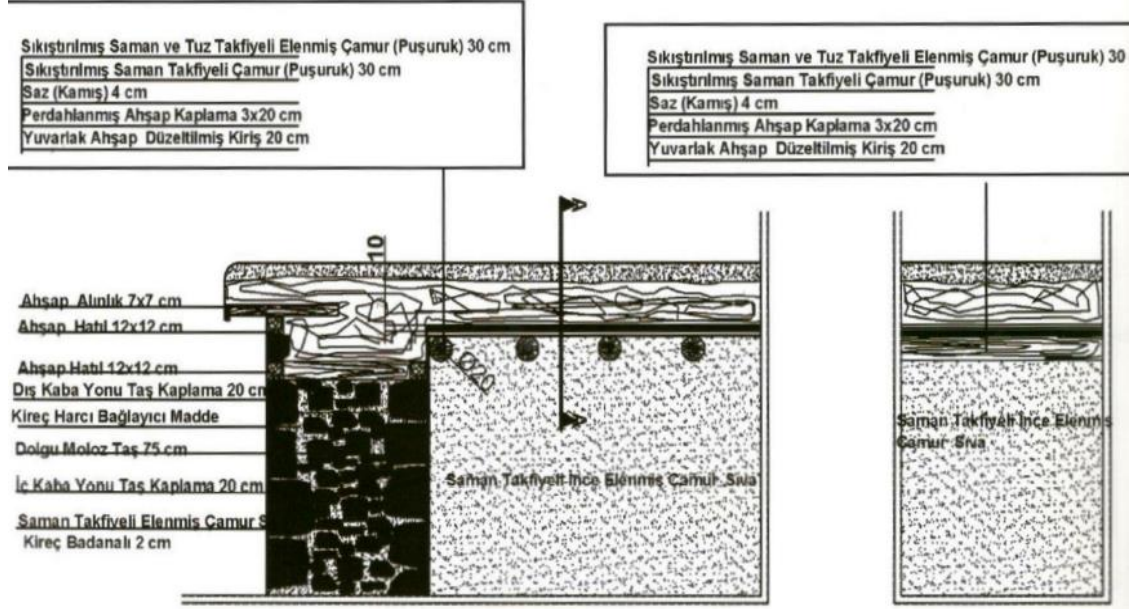
EKLER

EK- 1: AYLARA GÖRE ELAZIĞ İLİ ORTALAMA İKLİM VERİLERİ

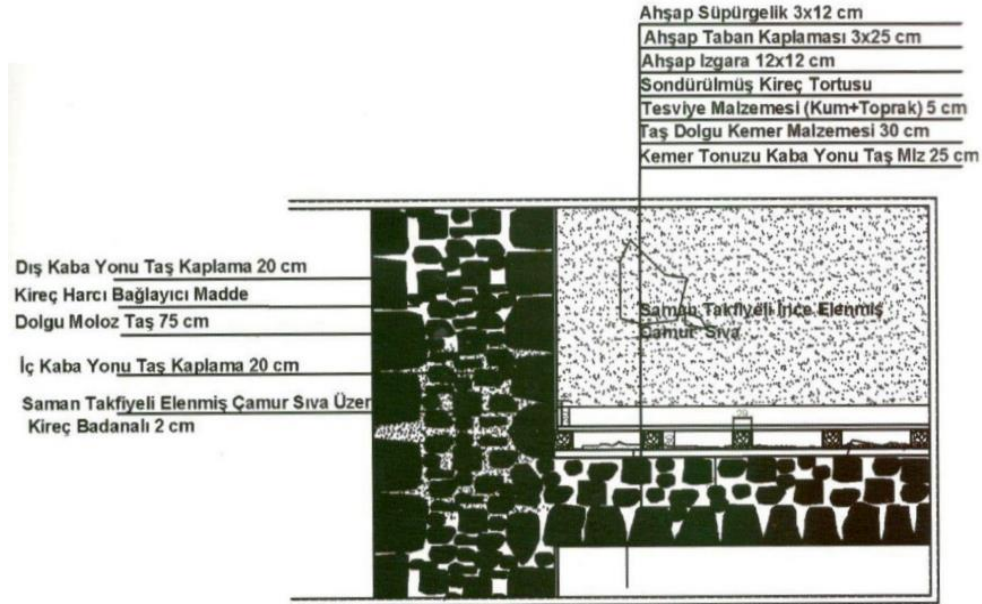
ELAZIĞ	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLI K
Ortalama Sıcaklık(°C)	0.1	1.5	6.7	12.1	17.1	23. 0	27. 4	27. 3	21. 9	15. 3	7.3	2.2	13.5
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.0	6.3	12. 4	18.4	24.2	30. 7	35. 2	35. 2	30. 1	22. 6	13. 1	5.9	19.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3.1	-2.6	1.6	6.2	10.3	14. 7	19. 0	18. 9	13. 9	8.8	2.6	-0.9	7.4
Ortalama Güneşlenm e Süresi (Saat)	2.9	3.6	4.9	6.0	8.1	10. 1	10. 8	9.8	8.7	6.4	4.4	2.1	6.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	8.0 3	8.6 3	9.6 0	10.5 3	10.0 3	3.7 0	1.4 7	1.0 0	2.8 7	6.7 3	6.7 0	8.9 0	78.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	37. 8	41. 8	50. 9	60.7	51.4	13. 6	3.3	1.3	9.9	42. 1	45. 6	45. 6	404.0

Tablo E1.1. 1938-2021 Yılları Arası Aylara göre Elazığ İli Ortalama İklim Verileri [99]

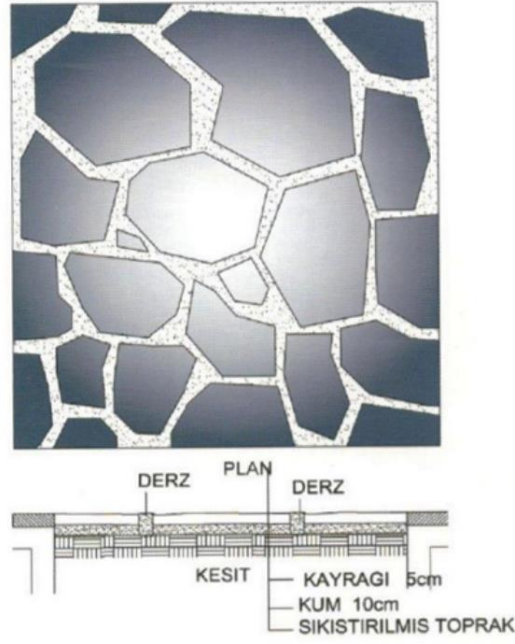
EK- 2: HACI KERİM SUNGUROĞLU KONAĞI RESTORASYON PROJESİ DETAY ÇİZİMLERİ



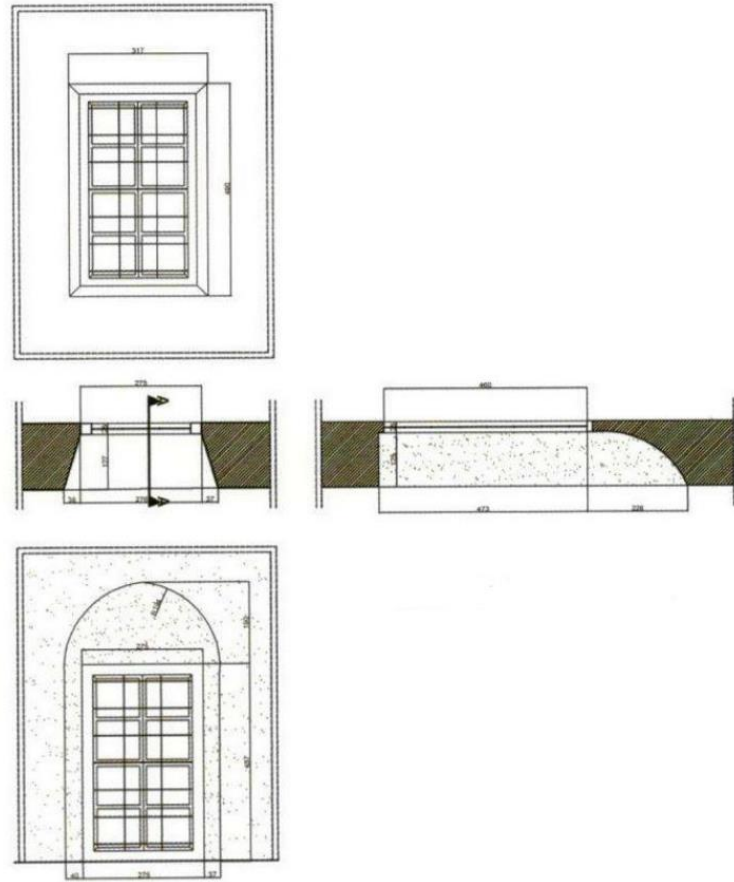
Şekil E2.1. Beden Duvar- Tavan (Saçak) Köşe Detay Restorasyonu ve Düz Dam Detay Restorasyonu [79]



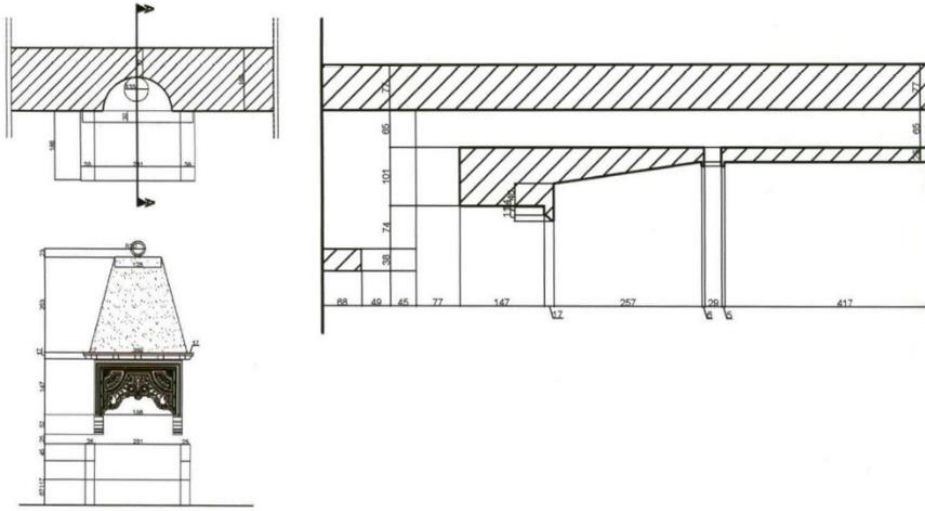
Şekil E2.2. Beden Duvar-Taban Köşe Detay Restorasyonu [79]



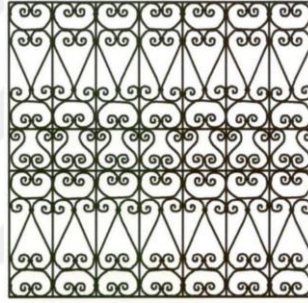
Şekil E2.3. Kayrak Taşı Kaplama Detayı [79]



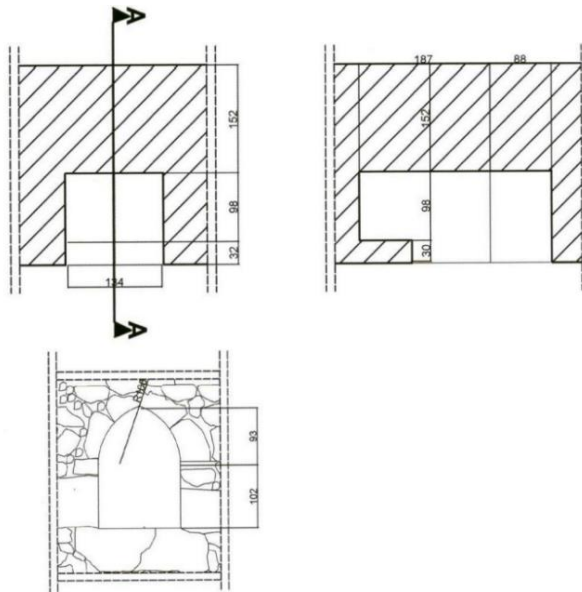
Şekil E2.4. Pencere Plan-Kesit-Görünüş Detay Restorasyonu [79]



Şekil E2.5. Taş Ocak Plan-Kesit-Görünüş Detay Restorasyonu [79]



Şekil E2.6. Şahnişin Metal Korkuluk Detay [79]



Şekil E2.7. Yemlik Plan-Kesit-Görünüş Detay Restorasyonu [79]

EK- 3: KALORİFER TESİSATI PROJELENDİRME ESAS MAHAL İÇ HAVA (STANDART) SICAKLIKLARI ÇİZELGESİ

Isıtılacak Hacmin		Isıtılacak Hacmin	
A d ı	Sıcaklığı °C	A d ı	Sıcaklığı °C
1-KONUTLAR:		5-FABRİKA YAPILARI:	
-Oturma odası (Salonlar)	+ 22	-Ağır iş yapan atelye ve montaj yeri	+ 15
-Yatak odası	+ 20	-Hafif iş yapan atelyeler	+ 18
-Antre, Helâ, Mutfak	+ 18	-Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atelyeleri	+ 20
-Helâ ile duş bir arada ise	+ 22		
-Banyo	+ 26		
-Merdiven ve asansör boşluğu	+ 10		
2-İŞ VE İDARE BİNALARI		6-CEZA VE TUTUKEVİ:	
-Berber, terzi dükkânı	+ 20	-Tek odalar, yatak odaları	+ 20
-Lokanta, otel ve pansiyon odası	+ 20	-Hafif iş atelyesi ve koğuş	+ 18
-Bekleme odası	+ 20	-Banyo, duş, soyunma hacimleri	+ 26
-İş atelyesi (Oturarak çalışma)	+ 20	-Helâ	+ 15
-Tesviye, torna, marangoz vb. atelye	+ 20		
-Demir, döküm, pres vb. atelyeler	+ 18	7-ÇEŞİTLİ YERLER:	
-Elektrik, bobinaj vb. atelyeler	+ 20	-Sergi evleri, müzeler, genel gar- doplar	+ 15
-Motor vb. yenileştirme atelyesi	+ 20	-Sinema ve tiyatro salonları	+ 18
-Kaporta, boya vb. iş atelyesi	+ 20	-Garajlar	+ 10
-Merdiven ve asansör boşluğu,	+ 15	-Ahır ve ağıl	+ 12
-Koridor, helâ	+ 15	-Yüzme Havuzu	
-Toplantı salonu	+ 20	-Bekleme salonu	+ 18
-Sinema, tiyatro, diskotek, gazino vb. eğlence salonları	+ 18	-Banyo ve duş odalarına geçiş yolu	+ 20
-Büro hacimleri (Md., memur odası)	+ 22	-Soyunma ve giyinme odaları	+ 22
-Arşiv hacimleri	+ 15	-Kurna ve duş odaları	+ 20-22
3-OKULLAR: 2)		-Yüzme havuzu hacmi	+22-25
-Derslikler, Doğal bilim öğretimi için özel, hacimler, pedagojik merkezleri, çeşitli amaçlar için ku- lanılan salonları, öğretmen, yöne- tici ve kres odaları	+ 20	-Roma Hamamı ve Savna	
-Dersli öğretim mutfak ve iş atel- yesi	+15-18	-Soyunma ve son terleme odası	+ 22
-Öğretim aracı deposu, labora- tuvar, vestiyer	+ 15	-Birincil terleme hacmi	+40-50
-Duş, soyunma ve giyinme odaları	+ 26	-İkincil terleme hacmi	+50-80
-Revir, doktor ve muayene odası	+ 24	-Yıkama ve duş hacmi	+25
-Koridor, merdiven ve asansör boş- luğu, kapalı tenefüs salonları ve helâlar	+10-15	-Sihhi banyo hacmi	+24
-Kreslerde koridor, merdiven ve asansör boşluğu, helâ	+ 15	-Büro hacmi	+20
-Okullarda konferans salonu	+ 18	-Merdiven ve asansör boşluğu	+18
-Jimnastik salonu	+ 15	-Jimnastik salonu	+18
-Ortopetik jimnastik salonu	+ 20	-Lokanta	+18
4-HASTANE YAPILARI:		-Kütüphane ve okuma salonu	+20
-Hasta yatak ve poliklinik odası	+ 20	-Ambar ve depolar	+10
-Banyo, duş, ameliyat, röntgen ve röntgen soyunma odaları	+ 20	-Çoğunlukla dükkânlar	+18
-Eczane ve laboratuvar hacimleri	+ 20	-Ser Binaları	
-Merdiven ve asansör boşluğu, koridor, bekleme salonu, hol ve helâlar	+ 18	-Normal çiçek ve bitkiler	+ 15
		-Sıcak iklim bitkileri	+ 25
		1) Projeyi yaptıran tarafından başka bir değer istenmedikçe projesi düzenlenecek yapının ısı, yükü bu iç hacim sıcaklıklarına göre ha- saplanacaktır.	
		2) Dersliklerin sıcaklıkları, normal becere ha- valandırmasıyla dindenme sıralarında (tenefüs- lerde) 18°C'nin altına düşürülebilir.	
		NOT: Hastane, fabrika, cami, tiyatro vb. gib. yapıların hacim iç sıcaklıkları, projeyi yaptıranda birlikte saptanmalıdır.	

Şekil E3.1. Kalorifer Tesisatı Projelendirme Esas Mahal İç Hava (Standart) Sıcaklıkları Çizelgesi [88]

ÖZGEÇMİŞ

Beyzanur KILIÇ

[illegible]

AKADEMİK FAALİYETLER

Bildiriler:

1. Kılıç B., Akyıldız N.A., (2020). Üniversite Kampüslerinde Erişebilirlik Açısından Mekansal Planlama Kriterlerinin İncelenmesi; Fırat Üniversitesi Mimarlık Fakültesi ve Kütüphane Binası, 3. *Uluslararası Mardin Artuklu Bilimsel Araştırmalar Kongresi*, Mardin.