T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARİHİ KONUT YAPILARINDA ISIL PERFORMANSIN ARTIRILMASINA YÖNELİK ISI YALITIM SIVALARININ KULLANILMASI: ANKARA BEYPAZARI ÖRNEĞİ

Berfin EVKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Ekim-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Berfin EVKAYA tarafından hazırlanan "Tarihi Konut Yapılarında Isıl Performansın Artırılmasına Yönelik Isı Yalıtım Sıvalarının Kullanılması: Ankara Beypazarı Örneği" adlı tez çalışması 04/10/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Doç. Dr. İlhan KOÇ Konya Teknik Üniversitesi	……..
Danışman Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR Konya Teknik Üniversitesi	……..
Üye Doç Dr. İlknur ACAR ATA Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Berfin EVKAYA

Tarih: 04/10/2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARİHİ KONUT YAPILARINDA ISIL PERFORMANSIN ARTIRILMASINA YÖNELİK ISI YALITIM SIVALARININ KULLANILMASI: ANKARA BEYPAZARI ÖRNEĞİ

Berfin EVKAYA

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

2024, 88 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR
Doç. Dr. İlhan KOÇ
Doç. Dr. İlknur ACAR ATA

Enerji insan yaşamının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Dünyada ve ülkemizde artan enerji ihtiyacı gündemimizin büyük çoğunluğunu etkilemektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte oluşan yüksek konfor standartları, sanayi sektörünün gelişimi, artan nüfus gibi faktörler enerji talebini artırmaktadır. Enerji talebinin artışı ve üretim arasındaki dengenin kurulabilmesi için enerji verimliliği kavramına yönelmeler ve bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılmasını ifade etmektedir. Bir diğer deyişle CO_2 (karbondioksit) salınımını kontrol altına alarak azaltılması hedeflenmektedir. Elde edilen verilerde bina sektörü CO_2 salınımının neredeyse dörtte birini oluşturmaktadır. Bu oranı etkileyen en önemli faktör ise ısıtma olarak karşımıza çıkmaktadır. Devam eden inşaat sektörü bina stoğunu artırmaya devam edeceğinden dolayı inşaat sektörü Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanında belirlenen ulusal iklim koruma hedeflerine ulaşmasında en önemli etkenlerden biridir. Enerji verimliliğini sağlamak için ulusal ve uluslararası anlamda kanunlar, yönetmelikler, standartlar oluşturulmaktadır. Bu mevzuatlarda geçen enerji verimliliği çalışmaları çoğunlukla yeni yapılacak olan binalar için maddeler barındırmaktadır. Tarihi yapılar ile ilgili yapılacak olan çalışmalar için standartlar ortaya konulmaya çalışılsa da henüz yeterince açıklanmamıştır. Tarihi yapılar, kültürel mirasımızın önemli bir parçasını oluşturmakta ve geçmişin izlerini taşımaktadır. Ancak, zamanla maruz kaldıkları doğal etkenler, sosyal değişimler ve işlevsel gereksinimlerin farklılaşması gibi nedenlerle birçok tarihi yapı kullanılmamaktadır. Bu bağlamda, tarihi yapıların kullanılmama sebeplerini araştırmak, restorasyon süreçlerinin etkinliğini artırmak açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle iklimlendirme ve ısınma sorunları, tarihi yapıların işlevselliğini etkileyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında tarihi konut yapılarındaki ısı yalıtımı ile ilgili probleme odaklanılmıştır. Yapılan çalışmada tarihi konut yapısı için ısı yalıtım sıvası önerileri geliştirilmiş olup bunlarında İZODER TS 825 hesap programında analizleri gerçekleştirilmiştir. Mevcut durum ve ısı yalıtım sıvası uygulanan durumlar arasındaki enerji verimliliği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, ısı yalıtım sıvalarının kullanılmasıyla birlikte, tarihi konut yapılarında %20'ye varan bir verimlilik sağladığını ortaya koymaktadır. Enerji tüketimini azaltacak ve yapının kendine özgü kimliğine zarar vermeyecek ısıl performans çalışmalarına altlık oluşturması açısından literatüre katkı sağlanması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beypazarı Evleri, Enerji Verimliliği, Isı Yalıtım Sıvası, Isıl Performans, Tarihi Konut Yapısı, TS 825

ABSTRACT

MS THESIS

USE OF THERMAL INSULATION PLASTERS TO INCREASE THERMAL PERFORMANCE IN HISTORICAL RESIDENTIAL BUILDINGS: THE CASE OF ANKARA BEYPAZARI

Berfin EVKAYA

Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

2024, 88 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR
Assoc. Prof. Dr. İlhan KOÇ
Assoc. Prof. Dr. İlknur ACAR ATA

Energy is an important part of human life. The increasing energy need in the world and in our country affects the majority of our agenda. Factors such as high comfort standards, development of the industrial sector, and increasing population, which have emerged with developing technology, increase energy demand. In order to establish a balance between the increase in energy demand and production, the concept of energy efficiency has been turned to and studies have been carried out on this subject. Energy efficiency refers to the reduction of energy consumption without causing a decrease in life standards and service quality in buildings. In other words, it is aimed to reduce CO2 (carbon dioxide) emissions by taking them under control. According to the data obtained, the building sector accounts for almost a quarter of CO2 emissions. The most important factor affecting this rate is heating. Since the ongoing construction sector will continue to increase the building stock, the construction sector is one of the most important factors in Turkey's achievement of the national climate protection targets determined in the National Contribution Declaration. National and international laws, regulations, and standards are being created to ensure energy efficiency. Energy efficiency studies in these legislations mostly include items for newly constructed buildings. Although standards have been tried to be set for studies to be conducted on historical structures, they have not yet been sufficiently explained. Historical structures constitute an important part of our cultural heritage and carry traces of the past. However, many historical structures are not used due to reasons such as natural factors, social changes and differentiation of functional requirements that they are exposed to over time. In this context, investigating the reasons why historical structures are not used is of critical importance in terms of increasing the effectiveness of restoration processes. Especially air conditioning and heating problems are among the important elements that affect the functionality of historical structures. Within the scope of this study, the problem related to thermal insulation in historical residential structures is focused on. In the study, thermal insulation plaster suggestions for historical residential structures were developed and their analyses were carried out in the İZODER TS 825 calculation program. The energy efficiency between the current situation and the situations where thermal insulation plaster is applied was determined. The research results reveal that an efficiency of up to 20% is provided in historical residential structures with the use of thermal insulation plasters. It is planned to contribute to the literature in terms of creating a basis for thermal performance studies that will reduce energy consumption and will not harm the unique identity of the structure.

Keywords: Beypazarı Houses, Energy Efficiency, Historical Residential Building, Thermal Insulation Plaster, Thermal Performance, TS 825

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, engin bilgisi ve tecrübeleriyle rehberlik eden sevgili danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR'a teşekkür ederim. Tez aşaması boyunca karşılaştığım zorluklarda önerileriyle çözümler üretmeme yardımcı olan Arş. Gör. Dr. Mehmet Oğuz DURU hocama, yönlendirmeleri ve yapıcı eleştirileri ile desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Mihrimah ŞENALP, Doç. Dr. İlknur ACAR ATA ve Doç Dr. İlhan KOÇ hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında manevi destekleriyle bana güç veren ve her an yanımda olan aileme ve değerli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Berfin EVKAYA
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı 3
1.2. Materyal ve Metot 5
1.3. Kaynak Araştırması 9

2. TARİHİ YAPILARDA ENERJİ VERİMİLİLİĞİ VE ISIL PERFORMANS **20**

2.1. Tarihi Yapılarda Enerji Verimliliğinin Önemi 20
2.2. Tarihi Yapılarda Isıl Performans 21
2.3. Binalarda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri 22
2.4. Tarihi Konut Yapılarında Isı Yalıtım Sıvalarının Kullanımı 23

3. BEYPAZARI TARİHİ KONUT GELENEĞİNİN ÖZELLİKLERİ **25**

3.1. Genel Özellikleri 25
3.2. Plan Özellikleri 25
3.3. Yapım Tekniği ve Malzeme Özellikleri 25
3.4. Cephe Özellikleri 26
3.5. Ali AY Evi 26
3.5.1. Ali AY Evi Mekânsal Planlama 26
3.5.2. Ali AY Evi Yapım Tekniği ve Malzeme Kullanımı 38
3.5.3. Ali AY Evi Cephe Özellikleri 39

4. ALİ AY EVİNİN ISIL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ **42**

4.1. Ali AY Evi Mevcut Isı Kaybı Analizi 42
4.2. Ali AY Evi Isı Yalıtım Sıvası Kalınlık Tespiti Uygulamaları 52
4.2.1. TR-IYS-1 Uygulaması 52
4.2.2. TR-IYS-2 Uygulaması 54
4.2.3. TR-IYS-3 Uygulaması 56
4.2.4. Y-IYS-1 Uygulaması 58
4.2.5. Y-IYS-2 Uygulaması 60
4.2.6. Y-IYS-3 Uygulaması 61
4.3. Ali AY Evi Aynı Kalınlıkta Isı Yalıtım Sıvası Uygulamaları 63
4.3.1. TR-IYS-1 Uygulaması 63
4.3.2. TR-IYS-2 Uygulaması 65
4.3.3. TR-IYS-3 Uygulaması 68
4.3.4. Y-IYS-1 Uygulaması 70
4.3.5. Y-IYS-2 Uygulaması 73

4.3.6. Y-IYS-3 Uygulaması 75
4.4. Bölüm Değerlendirmesi 78
4.5. Öneri Isı Yalıtım Sıvası 81

5.DEĞERLENDİRME VE SONUÇ 84

KAYNAKLAR 86

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

η_{ay} : Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü
λ : Isıl iletkenlik hesap değeri (katsayısı) (W/m.K)
$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W)
$\phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ısı kazancı (W)
A_i : Toplam pencere alanı (m^2)
A_n : Bina kullanım alanı (m^2)
A_{top} : Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı (m^2)
d : Yapı bileşenin kalınlığı (m)
$g_{i,ay}$: Güneş enerjisi geçirme faktörü
$g_{\perp}$: Yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü
H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K)
H_V : Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (W/K)
H_T : İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (W/K)
$I_{i,ay}$: Aylık güneş ışınımı şiddeti
KKO_{ay} : Kazanç/kayıp oranı
Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)
$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Joule)
R : Isıl geçirgenlik direnci (m^2.K/W)
$r_{i,ay}$: Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü
U : Yapı bileşenin ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2.K)
$V_{brüt}$: Binanın ısıtılan brüt hacmi (m^3)

Kısaltmalar

BIM : Building information modeling (Yapı bilgi modellemesi)
BPS/BES : Building performance simulation/Building energy simulation (Bina performans simülasyonu/Bina enerji simülasyonu)
CO_2 : Karbondioksit
EFFESUS : Energy Efficiency for EU Historic Districts' Sustainability
EU : European Union
HVAC : Heating, ventilation and air-conditioning
ISCES : International Scientific Committee on Energy and Sustainability
ICOMOS : International Council on Monuments and Sites (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi)
LCA : Life cycle assessment (Yaşam döngüsü değerlendirmesi)
LCC : Life Cycle Cost (Yaşam döngüsü maliyeti)
MMO : Makina Mühendisleri Odası
RES : Renewable energy sources (Yenilenebilir enerji kaynakları)
TR-IYS-1 : Türkiye Isı Yalıtım Sıvası Örneği-1
TR-IYS-2 : Türkiye Isı Yalıtım Sıvası Örneği-2
TR-IYS-3 : Türkiye Isı Yalıtım Sıvası Örneği-3
Y-IYS-1 : Yabancı Isı Yalıtım Sıvası Örneği-1
Y-IYS-2 : Yabancı Isı Yalıtım Sıvası Örneği-2
Y-IYS-3 : Yabancı Isı Yalıtım Sıvası Örneği-3

1. GİRİŞ

Enerji insan yaşamının önemli bir parçasıdır ve modern dünyadaki yaşam tarzı ve endüstriyel faaliyetler için vazgeçilmez hale gelmiştir. Gelişen teknoloji, artan nüfus ve yükselen yaşam standartları enerji talebini artırmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji talebi daha da hızlı bir şekilde artmaktadır, çünkü bu ülkeler ekonomik büyümeyi desteklemek ve yaşam standartlarını iyileştirmek için daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Ülkemizde de enerji ihtiyacı giderek artmaktadır. Türkiye'nin büyüyen ekonomisi, endüstriyel sektörün gelişimi ve artan nüfus enerji talebini artıran etkenlerdir. Elektrik enerjisi, ulaşım için kullanılan yakıtlar, ısınma ve soğutma amaçlı enerji gibi çeşitli enerji türlerine olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Ancak enerji talebinin artması, bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi çevresel sorunlara yol açmakta ve sera gazlarının salınımını artırmaktadır. Bu da iklim değişikliği gibi ciddi sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliği önlemleri ve enerji tasarrufu gibi uygulamalar, enerji ihtiyacının karşılanmasında ve çevresel etkilerin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, enerji ihtiyacı dünya genelinde ve ülkemizde sürekli olarak artmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etme, enerji verimliliği uygulamalarını ve enerji tasarrufu ihtiyacını da beraberinde getirmektedir.

Enerji Verimliliği Kanununda (2007) enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılmasını ifade etmektedir. Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Dünyada birincil enerji kaynakları fosil yakıtlar, yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerjidir. Fosil yakıtlar; petrol, kömür doğalgaz ve geleneksel biyoyakıtlardır. Yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, rüzgâr, hidrolik, modern biyoyakıtlar ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Türkiye’nin Enerji Görünümü 2022 MMO Oda Raporunda dünyanın ve Türkiye’nin enerji verimliliği incelenmiştir. Raporda dünya genelinde fosil yakıtların hâlâ önemli bir rol oynadığı ve enerji sisteminin büyük ölçüde fosil yakıtlara dayandığı belirtilmiştir. Fosil yakıtların yoğun kullanımı, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi

konularda zorluklar meydana getirmektedir ve çevresel etkileri artırmaktadır. Bu nedenle, enerji dönüşümü ve enerji verimliliği, fosil yakıt kullanımını azaltarak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırarak enerji sisteminin daha sürdürülebilir hale getirilmesi amacıyla önemlidir. Yapılan çalışmalarda dünyada fosil yakıt egemenliğinin sürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması, CO_2 salınımının azaltılması için fosil yakıt kullanımının da azaltılması gerektiği vurgulanmıştır.

Yapı sektörü ise Türkiye'de enerji tüketiminin önemli bir kısmından sorumludur. Özellikle konut ve konut dışı binaların yapımı ve işletimi, enerji tüketiminin büyük bir bölümünü oluşturur. Bunun yanı sıra, inşaat sektörü çeşitli malzemelerin üretimi ve taşınması gibi süreçlerle de enerji kullanımına katkıda bulunur. Bu durum, inşaat sektörünün sürdürülebilirlik ve enerji tasarrufu açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu gösterir. İnşaat sektöründeki enerji tüketiminin azaltılması, çevresel etkilerin azaltılmasına ve enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasına yardımcı olabilir.

Türkiye’de inşaat sektörü konut ve konut dışı sektörler de dahil olmak üzere, ülkenin nihai enerji tüketiminin yaklaşık %34’ünü oluşturmaktadır. Sadece konut kullanımlı bina stokunun 2050 yılı itibariyle toplamda %50’nin üzerinde büyümesi beklenmektedir. Bu nedenle, inşaat sektörü Türkiye’nin Ulusal Katkı Beyanında belirlenen ulusal iklim koruma hedeflerine ulaşmasında en önemli etkenlerden biridir.

Konut yapılarında enerji tüketimi büyük ölçüde ısınma amaçlı kullanım için harcanmaktadır. Konutlarda ısıtma amaçlı enerji tüketimini azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak hem enerji tasarrufu sağlamak hem de çevresel etkileri azaltmak açısından önemlidir. İyi yalıtılmış bir konut, ısı kaybını azaltır ve daha az enerjiyle aynı iç mekân sıcaklığını sağlamaya yardımcı olur.

Uluslararası Enerji Ajansı’nın Enerji Teknolojisi Perspektifleri raporunda yapılan analizde, 2060 yılına kadar net sıfır salım (emisyon) hedefine ulaşmak için binalarda kişi başına düşen enerji kullanımının küresel ortalamasının 2025 yılına kadar en az %10’a düşürülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Enerji verimliliğini sağlamak için ulusal ve uluslararası anlamda kanunlar, yönetmelikler, standartlar oluşturulmaktadır. Bu mevzuatlar, yeni yapılan binaların ve mevcut binaların enerji performansını artırmayı hedefleyen düzenlemeler içermektedir. Çoğunlukla yeni yapılacak olan ve mevcutta bulunan binaların enerji verimliliği ile ilgili maddeler barındırmaktadır. Uluslararası anlamda tarihi yapılar ile ilgili yapılacak olan çalışmalar için standartlar ortaya konulmuştur ancak ülkemizde çalışmalar ne kadar başlamış olsa

da henüz yeterince açıklanmamıştır. Tarihi yapılar, kültürel mirasımızın önemli bir parçasını oluşturmakta ve geçmişin izlerini taşımaktadır. Ancak, zamanla maruz kaldıkları doğal etkenler, sosyal değişimler ve işlevsel gereksinimlerin farklılaşması gibi nedenlerle birçok tarihi yapı kullanılmamaktadır. Kullanılmama sorunları, bu yapıların değerinin ve tarihsel öneminin göz ardı edilmesine yol açmakta ve toplumlar için büyük bir kayıp teşkil etmektedir. Bu bağlamda, tarihi yapıların kullanılmama sebeplerini araştırmak, restorasyon süreçlerinin etkinliğini artırmak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu sebepler arasında, yapısal bozulmalar, yetersiz bakım ve koruma, çağdaş kullanım ihtiyaçlarına uyumsuzluk gibi faktörler öne çıkmaktadır. Özellikle iklimlendirme ve ısınma sorunları, tarihi yapıların işlevselliğini etkileyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında tarihi konut yapılarındaki ısı yalıtımı ile ilgili probleme odaklanılmıştır. Sonuç olarak, tarihi yapıların korunması ve yeniden kullanılması için ısınma sorunlarına yönelik etkili çözümler geliştirmek, restorasyon alanında büyük bir öncelik taşımaktadır. Bu sebeple tarihi konut yapılarında enerji tüketiminin büyük bölümünü oluşturan ısınma amaçlı enerji tüketiminin azaltılması ve ısıl performansın artırılması amaçlanmaktadır.

Tarihi konut yapılarının enerji verimliliğini artırmaya yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda, ısı yalıtım malzemesi olarak genellikle taş yünü, cam yünü, extrüde polistiren ve poliüretan sert köpük gibi panel şeklindeki örneklerin kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, kullanılabilecek malzemeler arasında henüz keşfedilmemiş ve yeterince incelenmemiş olan doğal içerikli ısı yalıtım sıvaları üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmada tarihi konut yapılarının ısıl performansını iyileştirmek amacıyla sürdürülebilir yapı malzemesi olarak ısı yalıtım sıvalarının etkileri ele alınarak değerlendirilmiştir. Tarihi konutların yeniden kullanımında ısıl performanslarının artırılması için uygun ısı yalıtım sıva çözümü uygulandığı zaman enerji verimliliği, ekonomik tasarruf, koruma ile birlikte yapının ömrünün uzaması ve çevresel sürdürülebilirlik anlamında artış sağlanabilir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tarihi konut yapılarının mimari açıdan kullanımı hem estetik hem de işlevsel nedenlerle büyük önem taşır. Mimari olarak birkaç açıdan değerlendirilebilir. Tarihi kimlik ve kültürel bağlam bakımından tarihi konut yapıları, bir toplumun mimari mirasını, kültürel kimliğini ve tarihsel geçmişini yansıtmaktadır. Bu yapılar, bir bölgenin geçmişine dair önemli ipuçları sunmaktadır. O dönemin yaşam tarzını ve

estetik anlayışını yansıtmaktadır. Bu tarz yapıların korunarak kullanılması, o döneme dair hafızanın canlı tutulmasına katkı sağlamaktadır. Diğer yandan mimarlıkta sürdürülebilirlik önemli bir konudur ve tarihi binaların korunması, yeni yapılar inşa etmekten daha çevre dostu olabilir. Yeni malzeme üretimi, enerji tüketimi gibi çevresel etkiler göz önüne alındığında, mevcut yapıları yeniden işlevlendirerek kullanmak daha sürdürülebilir bir seçenektir.

Tarihi binalar genellikle o dönemdeki usta zanaatkarlar tarafından, doğal malzemeler kullanılarak inşa edilmiştir. Bu yapılar, çoğu modern binada bulunmayan kaliteli malzeme ve detaylı işçilik örnekleri sunmaktadır. Bu yüzden tarihi konut yapıları, mimarlık açısından estetik ve sanatsal değerleri nedeniyle de korunmalı ve kullanılmalıdır. Kentsel doku düşünüldüğünde tarihi binalar, çevresiyle uyumlu bir doku oluşturmaktadır. Modern yapılar genellikle daha yüksek, daha geniş veya mimari açıdan farklı karakterler taşımaktadır ve bu durum, tarihi bir kent merkezinin estetik bütünlüğünü bozabilmektedir. Tarihi yapılar, şehirlere belirli bir ölçek, oran ve ritim kazandırmakta, bu da kentlerin daha insan ölçeğinde olmasını sağlamaktadır. Tarihi yapıların kullanılması, bu dengeyi koruyarak kentin mimari kimliğini sürdürmesine katkıda bulunmaktadır.

Turistik açıdan tarihi konutlar büyük bir çekim merkezidir. Özellikle korunmuş ve yeniden işlevlendirilmiş yapılar, şehirlerin turizm gelirini artırabilir. Tarihi yapıların otel, restoran, müze gibi fonksiyonlarla değerlendirilmesi hem tarihi mirası korur hem de ekonomik bir getiri sağlamaktadır. Sonuç olarak, tarihi konut yapılarını kullanmak mimari açıdan yalnızca estetik veya pratik bir tercih değil, aynı zamanda kültürel mirasın korunması, sürdürülebilirlik ve kent estetiği açısından da önemli bir gerekliliktir.

Tarihi konut yapılarının korunmasında önemli bir yer tutan sürdürülebilirlik kavramı enerji tasarrufu konusunu karşımıza çıkarmaktadır. Türkiye'de büyüyen inşaat sektörü (konut ve ticaret, sanayi, ulaştırma, tarım, hayvancılık, hizmet gibi konut dışı sektörler de dahil olmak üzere), ülkenin nihai enerji tüketiminin yaklaşık %34'ünden sorumludur. Konut yapılarında ise enerji tüketimin yaklaşık %70-80'i ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Isıtma amaçlı enerji tüketimini azaltmak için; ısıtma sistemi önerisi, kullanılan enerji kaynağının değişimi, ısı yalıtım malzeme önerileri gibi çözümler bulunmaktadır. Isıtma amaçlı enerji tüketiminin azaltılması gerekirken ısıl performansın da sağlanması gerekmektedir. Isıl performans, insanların bulundukları ortamlarda rahat hissedecekleri ortam koşullarının minimum enerji ile sağlanması olarak

tanımlanmaktadır. İç ortam ısıl konforunu etkileyen faktörler ise yapının bulunduğu yere ait iklimsel özellikler, arsanın topografyası, çevre yapılarla ilişkileri, mekân organizasyonu, yapım sistemi, yapı kabuğunu oluşturan malzeme ve bileşenlerdir (Harputlugil ve Çetintürk, 2005).

Tarihi konut yapılarında ısıl performansın artırılması için uygun ısı yalıtım malzemelerinin kullanımı oldukça önemlidir. Tarihi yapılar, kültürel ve tarihsel miras olarak önemli bir değer taşıdığından dolayı uygulanacak ısıl performans iyileştirme önerileri sınırlıdır. Bu nedenle çalışmada tarihi konut yapılarında ısıl performansın artırılmasına yönelik, yapının tarihi miras değerlerine zarar vermeden uygulanabilecek olan ısı yalıtım malzemelerinden ısı yalıtım sıvalarının kullanımının etkileri ortaya koyulmuştur. Isı yalıtımı, yapıyı dış etkenlerden gelen ısı kayıplarına karşı koruyarak enerji tüketimini azaltır ve iç mekânın daha konforlu olmasını sağlar. Ancak, tarihi konut yapılarının korunması gerektiği göz önüne alındığında, ısı yalıtım malzemelerinin seçimi ve uygulanması özenle yapılmalıdır. Isı yalıtım sıvaları, binanın hem dış hem de iç cephesine uygulanan ve ısı geçişini azaltan malzemelerdir. Bu malzemelerin avantajı, tarihi konut yapılarının dış görünümünü büyük ölçüde değiştirmeden ısı yalıtımı sağlamalarıdır. Bu sayede, tarihi yapının orijinal mimari özellikleri korunmuş olur. Çalışmada, farklı ısı yalıtım sıvaları kullanılarak enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Tarihi yapının enerji tüketimini ve ısı kayıplarını belirlemek için ülkemizde kullanılan İZODER TS 825 hesap programı kullanılmış olup TS 825 standardı ile değerlendirilmiştir. Mevcut durum ile ısı yalıtım sıvaları uygulandıktan sonra oluşacak durumlar karşılaştırılıp enerji verimliliği farkı ortaya konulmuştur. Son olarak ısı yalıtım sıvaları arasından tarihi konut yapısı için en verimli olan sıva seçilmiş ve tekrar değerlendirilmiştir. Enerji verimliliği ve ısıl performans için sunulacak çözüm önerisi tarihi yapının daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

1.2. Materyal ve Metot

Bu tez çalışmasında, konu ile ilgili literatür taraması yapılarak yazılı, çizili ve görsel kaynaklara ulaşılmıştır. Ulusal ve uluslararası tezler, makaleler, dergiler, kitaplar, bildiriler ve internet kaynakları incelenerek tez konusunun literatürdeki durumu tespit edilmiştir. Alan çalışmasında Ankara Beypazarı'ndan tarihi bir konut yapısı incelenecektir. Buranın seçilme sebebi, bulunduğu kentin geleneksel konut dokusunu korumaya ve kullanmaya yönelik çalışmalarda bulunması ve taşıyıcı sisteminin hımış veya bağdadi olup ısı yalıtım sıvası uygulamasına elverişli olmasıdır. Geleneksel konut

yapılarında kullanılan taşıyıcı sistemler, yapıların özgün yapısını ve karakterini oluşturan önemli unsurlardır. Bu taşıyıcı sistemler, ısı yalıtım malzemesi seçimini ve ısı yalıtım sıvası gibi yöntemlerin uygulanabilirliğini etkileyebilmektedir. Hımış ve bağdadi gibi yapım teknikleri ısı yalıtım sıvası uygulamalarında kullanılmaya elverişli tekniklerdir. İncelenen tarihi konut yapısının rölöve ve restorasyon projesinden elde edilen veriler kullanılarak, yapının üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Bu, yapının dijital bir temsilini oluşturmuş analiz ve değerlendirme sürecine geçiş yapmaya olanak sağlamıştır. Modellemenin ardından, yapının ısı kaybeden yüzeyleri belirlenmiştir. Bu yüzeyler, dış cepheler, çatılar, zeminler, pencereler gibi enerji kaybına neden olan bölgeleri içerir. Bu bölgelerin kesit detayları oluşturulup malzeme özellikleri dikkate alınarak analiz için hazırlanmıştır. Isı kaybeden yüzeylerin kesit detayları oluşturulduktan sonra yapının verileri İZODER programına işlenmiş ve ülkemizde geçerli olan TS 825 standardına göre değerlendirilmiştir. İZODER TS 825 hesap programı, Türkiye'deki yapıların enerji performansını değerlendirmek için kullanılan bir yazılımdır. Bu programın seçilme sebepleri TS825 standardına, yerel iklim ve coğrafyaya uyumlu olması ile birlikte Türkiye'ye özgü malzeme veritabanına sahip, basit ve kullanıcı dostu bir arayüze sahip olmasıdır. Diğer enerji tasarrufu programları genellikle genel geçer küresel standartlar üzerinden çalışırken, İzoder TS825 doğrudan Türkiye'nin TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardına uygun hesaplamalar yapmaktadır. Bu, Türkiye'deki mevzuata tam uyum sağlanması için önemli bir avantajdır. Projelerin TS825'le uyumlu hale getirilmesi zorunluluk olduğundan, program doğrudan bu standarda entegre edilmiştir. İzoder TS825, Türkiye'nin farklı iklim bölgelerini ve coğrafi koşullarını dikkate alarak hesaplamalar yapmaktadır. Diğer uluslararası programlar genellikle daha geniş çapta iklim verileri kullanırken, İzoder TS825 Türkiye'ye özgü iklimsel veriler ve malzeme özellikleri üzerinden hesaplamalar yapmaktadır. Program, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yerel yapı malzemelerini tanır ve bu malzemeler için doğru yalıtım değerlerini sağlamaktadır. Bu, yapıların enerji performansı açısından gerçekçi ve uygulanabilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Diğer programlar genellikle uluslararası malzeme veritabanlarına dayandığından, yerel malzeme seçimi konusunda sınırlı olabilmektedirler. İzoder TS825, Türkçe dil desteği ve Türkiye'deki mimar ve mühendisler için kolay anlaşılır bir arayüz sunmaktadır. Diğer uluslararası yazılımlar genellikle daha karmaşık olabiliyorken, İzoder TS825, yerel kullanıcılar için daha erişilebilir ve kullanımı kolay bir program olarak öne çıkmaktadır. Öncelikle mevcut durumun değerlendirilmesi yapılmıştır. Tarihi konut

yapısının mevcut ısıl performansının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu, binanın enerji tüketimi, ısı kaynakları, yalıtım durumu, pencerelerin malzemesi ve boyutları gibi unsurları içerir. Bu veriler, mevcut durumu anlamak ve iyileştirme potansiyellerini belirlemek için temel olmuştur. Yapının modeli ve ısı kaybeden yüzeylerin kesit detayları, İZODER TS 825 hesap programına girilerek yapı üzerindeki ısı transferi ve enerji performansı analizi yapılabilmektedir. Bu analiz, yapının enerji tüketimini ve ısıl performansını değerlendirmeyi sağlamaktadır.

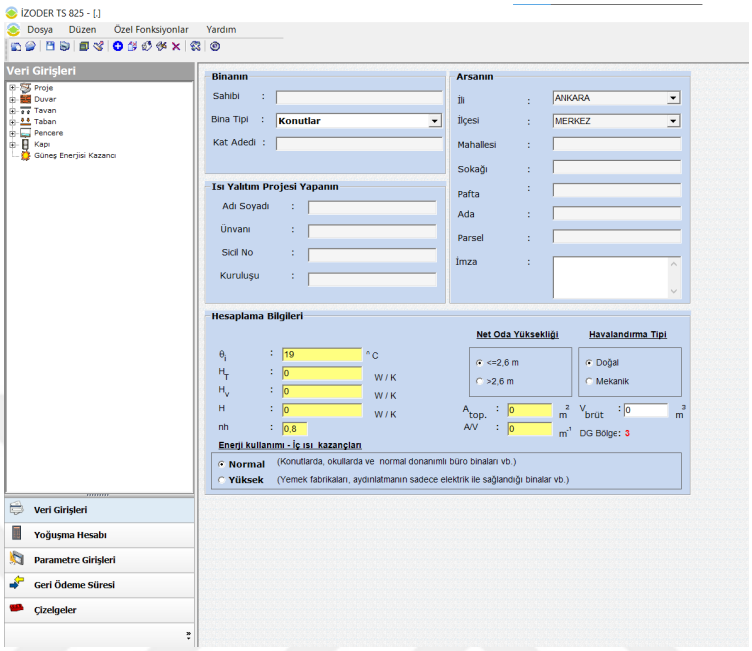
Sonrasında öneri durum geliştirilmiştir. Bu öneriler, tarihi yapının özgün yapısını ve görünümünü koruyacak şekilde tasarlanmalıdır. Isı yalıtımı, pencere iyileştirmeleri, hava sızıntılarının azaltılması ve enerji verimli ısıtma/soğutma sistemlerinin kullanımı gibi önlemler içerebilir. Tarihi yapılar, kültürel ve tarihsel mirasın önemli bir parçasıdır ve korunmaları gereken önemli değerlerdir. Bu nedenle, tarihi yapılar için ısıl performans iyileştirmesi önerileri belirlerken bazı sınırlamalar ve dikkate alınması gereken faktörler bulunmaktadır. Tarihi yapıların özgün mimari özelliklerini ve dokusunu korumak, herhangi bir müdahalede bulunurken temel bir prensiptir. Bu nedenle, ısıl performans iyileştirmeleri yapılırken, yapıya mümkün olan en az müdahaleyle özgün karakterin korunması hedeflenmelidir.

Tarihi yapılardaki diğer bir husus hava geçirgenliğidir. Eski yapı malzemeleri ve yapım teknikleri genellikle modern standartlara göre daha hava geçirgendir. Ancak, tamamen hava geçirmezlik sağlamak tarihi yapının nefes almasını engelleyebilir ve nem sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, ısıl performans iyileştirmelerinde hava sızıntılarının azaltılması dikkatlice ele alınmalı ve uygun denge sağlanmalıdır.

Tarihi konut yapısı için ısı yalıtımı sıvası önerileri geliştirilip bunların belirlenen programda kesit detaylarını oluşturup TS 825 standardına göre değerlendirmesi yapılmıştır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda tarihi yapı için uygun olan çözüm önerisi de tekrar programda işlenip öneri olarak sunulmuştur. Bu çalışma, enerji tüketimini azaltarak çevresel etkileri minimize etmek, aynı zamanda tarihi yapının özgün kimliğine zarar vermeden daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacını taşır.

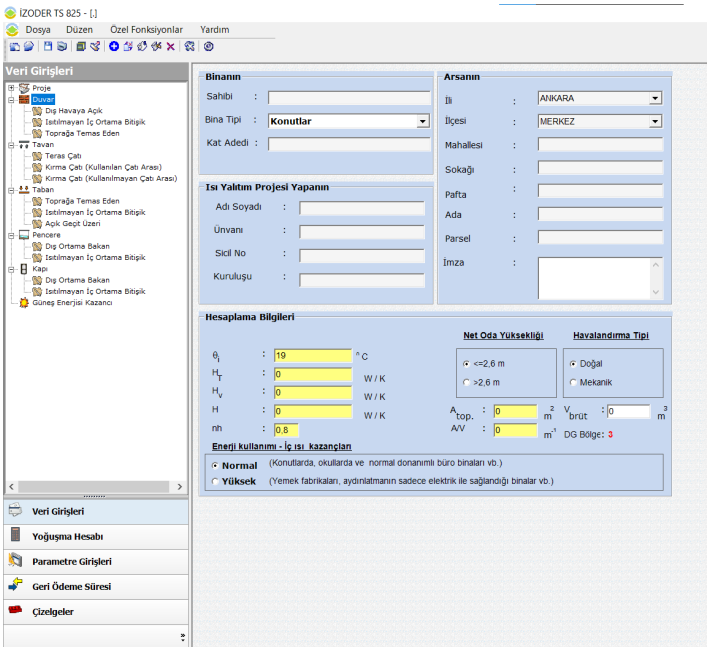
İZODER TS 825 hesap programının kullanıcı ara yüzünün ana sayfası Şekil 1.1.'de gösterilmiştir. Burada bina bilgileri, arsa bilgileri, hesaplama bilgileri doldurulmuştur. Bina bilgilerinde sahibi, bina tipi ve yapının kat adedi bilgileri işlenmiştir. Arsa bilgilerinde yapının bulunduğu il, ilçe, mahalle, sokak, pafta, ada ve parsel bilgileri girilmiştir. Hesaplama bilgileri kısmında net oda yüksekliği, havalandırma tipi ve enerji kullanımı-iç ısı kazançları için uygun seçenekler seçilmiştir.

Brüt hacim hesaplanmış ve değeri girilmiştir. Veri girişleri kısmında yapının bilgileri girildikçe iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesapları yapılmaktadır.



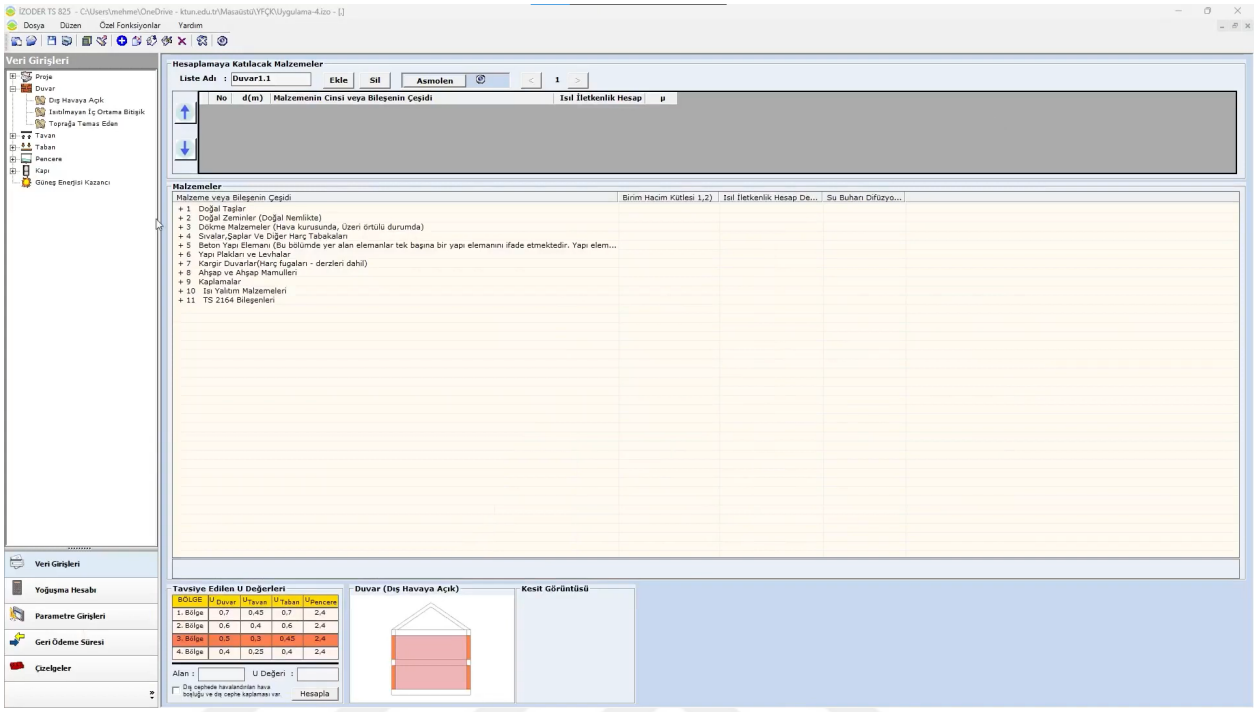
Şekil 1.1. İZODER TS 825 hesap programı ana sayfası

Veri girişleri kısmında Şekil 1.2.'de gösterildiği üzere yapının duvar, tavan, taban, pencere, kapı ve güneş enerjisi kazancı sekmeleri bulunmaktadır.



Şekil 1.2. İZODER TS825 hesap programı ana sayfası veri girişleri sekmesi

Her sekme içerisinde Şekil 1.3.'te gösterildiği gibi yapının malzemeleri ve kesit detayları oluşturulması için gerekli olan yapı bileşenleri girilecektir.



Şekil 1.3. İZODER TS825 hesap programı örnek malzeme ekranı (dış havaya açık duvar)

Mevcut durumun tespiti tamamlandıktan sonra araştırmaları yapılan ulusal ve uluslararası ısı yalıtım sıvalarının programa entegre edilmesiyle bu işlemler tekrarlanmıştır. Isı yalıtım sıvalarının yapıya hem iç hem de dıştan eklenmesiyle kesit detayları alternatifleri ortaya çıkmıştır. Bu alternatiflerden seçilmiş olan öneri güçlendirme kabuk alternatifi incelenmiştir.

Tarihi yapıların özgün karakterinin korunarak yapıya mümkün olan en az müdahaleyle ısıl performans iyileştirmelerinin yapılması hedeflenmektedir.

1.3. Kaynak Araştırması

Abdelrazek (2019) A Methodology Towards Cost-Optımal And Energy Efficıent Retrofıttıng Of Hıstorıc Buıldıngs: A Case Study Of Istanbul Unıversıty adlı tez çalışmasında tarihi binaların günümüze kadar yaşamlarını sürdürerek pasif sürdürülebilir özellikler sergilediğine ve mikro iklime cevap verdiğine değinmiştir. Bu yapıların pasif sürdürülebilir özelliklerine ek olarak aktif sürdürülebilir tekniklerin eklenmesiyle tarihi yapıların enerji verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Dolayısıyla kültürel mirasın korunması en büyük geri dönüşüm projesi olacağını savunmaktadır.

López & Frontini (2014) Energy Efficiency And Renewable Solar Energy Integration In Heritage Historic Buildings adlı makale çalışmalarında enerji tasarrufunun en makul yolunun belirlenmesinde birtakım disiplinlerin bir arada uyum içinde çalışmasına ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Yakın gelecekte mevcutta var olan yapıların daha etkin bir şekilde kullanılması için mimari miras üzerinde çalışmalar yapılması gerekli olacaktır diyerek konuya vurgu yapmışlardır.

Tarihi binalarda enerji verimliliği için çeşitli kuruluşlar kurulmuş ve yönergeler düzenlenmiştir. Bunlara Uluslararası Enerji ve Sürdürülebilirlik Bilimsel Komitesi (ISCES), Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (ICOMOS) örnek gösterilebilir. Sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin kültürel miras alanlarına uygulanması, bu alanların korunması ve kalkınması için kurulmuştur.

Choudhary vd. (2021) Need For Integrated Approach For Energy Efficiency Assessments And Material Evaluation Of Historic Buildings adlı makale çalışmalarında binaların dünyada enerji kullanımının %30-40'ını ve CO_2 emisyonlarının %30'unu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Enerji tüketimi bağlamında yapı sektörü yenilenemeyen enerji kullanımının %40'ını temsil etmektedir. Yapılan bazı çalışmalar bina kabuğu güçlendirmeleri ile CO_2 emisyonlarının %55'inden fazlasının azaltılabileceğini göstermektedir. Enerji verimliliği hedefleri için tarihi binaların önemli bir katkısı bulunabilmektedir. Avrupa Birliği'ne göre tarihi binalar enerji verimliliği çalışmaları için en umut vadeden hedefi temsil etmektedir. Tarihi sektörde enerji tüketiminin ayrıntılı analizlerinin yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Bu analizlerde coğrafi konum, iklim, bina tipi ve kullanılan malzemeler kriter olarak gösterilmektedir. Bina kabuğunun, bir binanın iç ve dış ortamları arasındaki enerji akışının gerçekleştiği sınır olduğunu ve binanın enerji performansını önemli ölçüde etkileyen bir unsur olduğunu belirtmişlerdir. Bina kabuğu dış duvarlar, zeminler, çatılar, tavanlar, pencereler ve kapılardan oluşmaktadır. Isıtma ve soğutma için gerekli olan enerjinin belirlenmesinde bu yapı elemanlarının rolü göz ardı edilemez. Ayrıca bina kabuğunun yapı malzemesi de enerji verimliliğinin sağlanmasında önemli bir faktördür. Tarihi binanın güncel durumunun teşhisinde termal görüntüleme kameraları kullanılabilmektedir. Bunun güçlü, müdahale gerektirmeyen ve tahribatsız bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Termal görüntüleme ile yapıdaki ısı köprüleri, yalıtım bozuklukları, nem girişi, hava kaçağı, yoğuşma yerleri, mekanik ve elektrik bozulmaları tespit edilebilmektedir.

Šekularac vd. (2020) Restoration Of A Historic Building In Order To Improve Energy Efficiency And Energy Saving—Case Study—The Dining Room Within The Žiča Monastery Property adlı makale çalışmalarında tarihi binalarda enerji verimliliği uygulamaları yapılırken tarihi karaktere zarar vermeden dikkatli bir şekilde yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Buna karşın yeterli ısı yalıtımının sağlanmasını ve binanın ısıtma ve soğutma açısından enerji tasarrufunda bulunması gerektiği noktasına değinmişlerdir. Isı yalıtımın olmaması ya da yetersiz olması durumunda ısı kayıpları ve yoğuşma sonuçları ile karşılaşılmaktadır. Yoğuşma insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açan küf ve alerjenlerin ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır

Martínez-Molina vd. (2016) Energy Efficiency And Thermal Comfort In Historic Buildings: A Review adlı makale çalışmalarında son yıllarda tarihi binalarda enerji verimliliği ile alakalı çalışmaların artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Binaların tarihi önemi konuyla ilgili farklı disiplinlerin bu konuda çalışma yapmalarına ekstra motive sağlamaktadır. Çalışmalar gösteriyor ki araştırmaların %73'ünün temel amacı tarihi yapıların kültürel miras değerlerini korurken enerji tüketimini azaltıp iç mekân konforunu iyileştirmektir.

"Koruma ve sürdürülebilirlik kavramları yalnızca hikayeleri anlatıldığı zaman eş anlamlı olabilir." sözüyle Welniak (2009) iki alan arasındaki bağlantının önemini vurgulamıştır.

Biçer & Akdağ (2020) Tarihi Yapılarda Ekolojik Yaklaşımlar; Talas Amerikan Koleji Kampüsü adlı makale çalışmalarında ekoloji ve sürdürülebilirlik kavramlarını tarihi yapılar üzerinde irdelemektedir. Sonuç olarak tarihi kültür mirasının ekolojik kriterlerin büyük bir kısmını sağladığı görülmektedir. Arazi kot kullanımı, yer seçimi, yerel malzemenin kullanım şekli, yapı yönelimi gibi birçok özellik tarihi yapılar tarafından sağlanmaktadır.

Biçer vd. (2020) Günümüz Ekolojik Tasarım Kriterlerinin İncelenerek Tarihi Yapılardaki Ekolojik İzler ile Karşılaştırılması: Talas-Kayseri Örnek Alanı adlı makale çalışmalarında hayatımızı devam ettirdiğimiz mekanlara tarihi süreçte kullanılan sürdürülebilir teknikler entegre edildiğini, bunun da tarihi çevrenin sürdürülebilir yaklaşımının halen kullanıldığını ve yapı sektöründe önemli bir yere sahip olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.

Berg vd. (2017) User-Driven Energy Efficiency In Historic Buildings: A Review adlı makale çalışmalarından aktardığı üzere AB, küresel ısınmayla mücadele kapsamında sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla 2020 yılına kadar en az %20 ve

2030 yılına kadar en az %40 oranında, 2050 yılına kadar %60-80 oranında azaltmayı hedeflemektedir. Bunun için mevcut yapı stoğunun yenilenmesi gerekmektedir. Ancak çoğu bina için enerji tasarrufu sağlanmasında teorik, teknik ve mali engeller bulunmaktadır. Ayrıca bina üzerinde değişiklik yapılmadan sadece kullanıcı davranışlarındaki farkındalığın artması ile yapıda enerji tasarrufu yapılabileceği kanaatine varılmaktadır. Kullanıcı davranışının enerji tüketimine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca enerji yenileme prosedürlerine kullanıcı davranışı etkilerinin nasıl entegre edilebileceği araştırılmaktadır. Bina enerji modellemesi kullanıcıları değerlendirmeye almadığından sürdürülebilir stratejiler geliştirmede engel olarak görülmektedir. Yapı, sistem, kültürel miras arasında derin detaylı bir araştırma ve farkındalık gerekmektedir. Tarihi yapıların enerji iyileştirmesi yapılırken kullanıcı merkezli bir yöntem geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Çünkü tarihi binanın durumunun iyi veya kötü olmasında kullanıcıların etkili olduğu savunulmaktadır. Tarihi binaların enerji iyileştirme senaryolarının karşılaştırılması açısından model yaklaşımının kullanılabileceğini belirten Berg vd. (2017) sonuçların bir taraftan miras değerleri ile diğer taraftan çevresel ve ekonomik veriler arasında karşılaştırma yapılmasına da izin verdiğini belirtmektedir. Tarihi binalara yönelik az sayıdaki projelerden biri olan Avrupa Ekonomik Topluluğu'nun Low-Energy Apartment Futures (LEAF) projesi kullanıcı geri bildirimlerinin süreçte önemli bir yer almakta olduğunu bildirmektedir. Bu proje, kullanıcıların enerji yenileme projesi öncesinde, proje sırasında ve sonrasında bir anket çalışmasına katılarak uygulamanın verimliliğini belirleyen önemli bir faktör olduklarını vurgulamaktadır.

Tarihi yapılar spesifik esnek mimarileri, dayanıklı yapı malzemelerinin akıllıca kullanımı ile yüzlerce hatta binlerce yıl dayanıklılıkları ve sürdürülebilirlikleri ile tarihe tanıklık etmişlerdir. Büyük bir yerleşim alanına sahip olanlarda aktif yenilenebilir enerji kaynakları (RES) teknolojilerinin entegrasyonu oldukça elverişlidir. RES teknolojilerinin uygulanması kültürel mirasa ilişkin mevzuatlara bağlıdır.

Todorović vd. (2015) Historic Building's Holistic And Sustainable Deep Energy Refurbishment Via BPS, Energy Efficiency And Renewable Energy—A Case Study adlı makale çalışmalarında "Tarihi binalar doğal olarak sürdürülebilirdir." ve "Sürdürülebilirlik koruma ile başlar." sözleriyle, koruma çalışmaları ile mevcut yapının kullanımının en üst düzeye çıkarıldığını ve böylece tarihi kent karakteri korunurken israfın da azalmış olduğunu vurgulamaktadır. Yapılan çalışmada BPS/BES (Building Performance Simulation/Building Energy Simulation) kullanılarak yapıların enerji

verimliliğinin tespiti ve optimizasyonu için teknik bilgiler elde edilmiştir. Tarihi binanın enerji yenilenmesi yapılırken güncel bilgiler ışığında yenilenebilir enerji kaynakları (RES) ve ısıtma, havalandırma ve soğutma (HVAC) çözümleri geliştirilmiştir. Yapıda kullanılacak fotovoltaik (PV) paneller aracılığıyla ısı pompasının gücü sağlanacaktır. Kapsamlı enerji analizi yürütülerek enerji verimli bina kompleksi geliştirilecektir. Uygun ortam koşullarının sağlanması için ısı kayıpları ve kazançları, günışığı kontrolü, elektrik aydınlatması için uygun termal ve fiziksel koşullar, enerji verimli HVAC sistemi, mekanik ve elektrik hizmetleri kontrol edilecektir. Ek olarak tarihi binaların enerji verimliliği optimizasyonu ve BPS/BES ile enerji yenilemesi hakkında bilginin ve sektörün hızlanması için uluslararası iş birliklerinin artırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Tarihi yapının RES entegrasyonu ile sıfır CO_2 emisyonuna ulaşmasının sağlanabileceğini ve ayrıca bina uygun maliyetli bir şekilde sürdürülebilir Energy+ binasına dönüştürülebileceğini belirtmişlerdir. Yaşam döngüsü analizinde karbondioksit ve diğer sera gazı salınımlarında, kullanıcı davranışlarının dikkate alınması gerektiğine değinmişlerdir. Ayrıca tarihi yapılar için prosedürlerin, tekniklerin, teknolojilerin yanı sıra güvenilir yaşam döngüsü, ekonomik ve çevresel iyileştirme ile ilgili faaliyetlerin yapılması ve standartlaşması için kalıcı bir desteğin önemli bir nokta olduğundan bahsetmişlerdir.

D'Agostino vd. (2017) Energy Retrofit Of Historic Buildings In The Mediterranean Area: The Case Of The Palaeontology Museum Of Naples adlı ısıtma sistemine ilişkin makale çalışmalarında mevcut yoğuşmasız kazan yerine yeni yoğuşmalı kazan kullanılmasının birincil enerjide %18 oranında tasarrufa katkı sağladığını göstermektedir.

Ömerca Akyol (2012) Az Katlı Konutlarda Pasif Ev Kriterlerinin Bina Isıl Performansına Etkileri adlı tez çalışmasında az katlı konutların pasif ev kriterlerinin bina ısıl performansına etkisini incelemiştir. Antalya'da seçilen örneklemde yapının formu, yönlenmesi, yapı elemanlarının özellikleri, bina kabuğunun termofiziksel özellikleri, pencere-duvar oranları, doluluk boşluk, gölgeleme elemanlarının kullanımı gibi kriterlerin bina enerji performansı üzerindeki etkileri bir simülasyon programı kullanılarak modellenmiştir. Sonuç olarak lineer ve geniş cephesi güney yönde olan plan tipolojisinin uygun yönlenme ve form olduğu, ayrıca yapı elemanları özelinde alınabilecek önlemler olduğu yorumu yapılmıştır.

Berg & Fuglseth (2018) Life Cycle Assessment And Historic Buildings: Energy Efficiency Refurbishment Versus New Construction In Norway adlı makale

çalışmalarında bir Avrupa Birliği projesi olan EFFESUS'un (Energy Efficiency for EU Historic Districts' Sustainability), tarihi bölgelerdeki enerji verimliliğini artırmak için bir karar destek sistemi geliştirdiğini ancak, yaşam döngüsü değerlendirmesinin (LCA) henüz nispeten keşfedilmediğini belirtmişlerdir. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca neden olduğu çevresel etkinin sistematik bir değerlendirmesi olarak tanımlanmaktadır. LCA, tarihi binaların yaşam döngüsü boyunca neden olduğu çevresel etkiyi de içinde barındırmaktadır. Bu döngüye malzemelerin çıkarılması ve taşınması, inşaat süreci, bakım, nihai yıkım ve atık yönetimi dahil edilmektedir. Bu yönden baktığımızda enerji performans hesaplamalarından daha iyi bir çevresel etkiyi tasvir etmektedir. Norveç Kültürel Miras Müdürlüğü tarafından 2011 ve 2015 yıllarında yaptırılan iki LCA araştırması değerlendirilmektedir. Biri yakın tarihte inşa edilmiş diğeri tarihi yapı olmak üzere iki yapının LCA karşılaştırması yapılmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre iki binanın da yapım aşamasında yüksek emisyonlara sebep olmalarının yanı sıra tarihi yapının yaşam döngüsü boyunca yeni binadan daha küçük çevresel etkiye neden olduğu gösterilmektedir. Sonuçlar gösteriyor ki tarihi binaların yeniden kullanımı ve enerji iyileştirmelerinin yapılması ile ciddi bir alternatif ortaya çıkmaktadır. Carl Elefante'ın "En yeşil bina zaten inşa edilmiş olandır." sözleriyle kısaca tanımlanan yeniden inşa etmek yerine var olanın korunması, iyileştirilmesi fikri güçlenmektedir.

Milić vd. (2019) Evaluation Of Energy Renovation Strategies For 12 Historic Building Types Using LCC Optimization adlı makale çalışmalarında, Kuzey Avrupa iklimindeki farklı tarihi yapıların maliyet optimum enerji yenileme çözümlerini incelemiştir. LCC (Yaşam Döngüsü Maliyeti) optimizasyonu kullanılarak tarihi yapılarda ekonomik olarak uygulaması olası olan çözümler elde edilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca uygun maliyetli ısıtma sisteminin seçilmesinin, yapının inşa özellikleri ve işletme maliyetleri faktörlerine göre değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır.

Erdurmuş 2019'da yaptığı Beypazarı Tarihi Evlerinin Isıl Performansının Mehmet Üsdün Evi Örneğinde Değerlendirilmesi adlı tez çalışmasında binaların ısıtılmasında kullanılan enerjinin tüketiminin azaltılması ve verimliliğinin arttırılmasının, ısıl performans ve ısıl konfor konuları için önem teşkil ettiğini vurgulamıştır. Tescilli bir ahşap konut yapısına ısıl performansını arttırmaya yönelik yeni bir ısıtma sistemi önerisinde bulunmuştur. Tezde önerilen yerden ısıtma sistemi, yakıt türüne göre farklılık göstermektedir. Elektrik ile çalışan sistemlerde, konuta daha az müdahale gerekmektedir. Ancak, sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde,

doğalgaz daha verimli ve uygun bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Doğalgazın, elektrikten daha düşük karbon emisyonlarına sahip olması, çevresel sürdürülebilirlik açısından tercih edilmesini sağlamaktadır. Çalışmanın amacı yapının tarihi dokusunu da korumak olduğu için, önerilen sistemlerde kullanılan yakıtların sürdürülebilirliğe ne kadar uygun olduğu, ikinci planda kalmıştır.

Taçoral (2012) Yerel Mimari Dokunun Isıl Performans Analizi Üzerine Bir Çalışma: Kemaliye Evleri Örneği adlı tezinde, Erzincan ilinin Kemaliye ilçesindeki kentsel sit alanında bulunan konutların sürdürülebilirlik bağlamında kullanım ömürlerini değerlendirerek korunup yaşatılmasını sağlayan ölçütleri belirlemiştir. Çalışmanın ilk aşamasında geleneksel konut dokusunun kullanılabilirlik düzeyini belirlemek için kullanım sürecinin değerlendirmesini yapmıştır. Sürecin niceliksel analizinde anket çalışması kullanarak kullanıcıların %45'i için yaşadığı konutun kullanılabilir/yaşanabilir konut olduğu sonucuna ulaşmıştır. Fakat kullanım zorluklarının kullanıcı sağlığını ve konforunu olumsuz etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Kullanım zorluklarının başında ısınma probleminin olduğunu belirtmiştir. Mimari yapı özelliklerini ve ısıl performansı analiz etmiştir. Çalışma alanındaki geleneksel konut yapılarının ilk durumları, restore edildikten sonraki durumları ve alternatif sunulan öneriyi ayrı ayrı analiz etmiştir. Yapının öneri durumunda binalarda enerji performansı yönetmeliğinin öngördüğü şekilde enerji verimliliği sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Bu uygulama ile yerel mimari dokunun ısıl konfor düzeyinin iyileştirilerek geleceğe aktarımını ve işlevini devam ettirebileceğini savunmuştur.

Angrisano vd. (2021) The Evaluation Of Historic Building Energy Retrofit Projects Through The Life Cycle Assessment adlı makale çalışmalarında yapıların yalıtımı için geleneksel ısı yalıtım malzemeleri ve yenilikçi malzemeler olmak üzere piyasada birçok ürün bulunduğunu belirtmektedir. Geleneksel yalıtım malzemeleri mineral yün, genleşmiş polistiren (EPS), ekstrüde polistiren (XPS), selüloz, mantar ve poliüretan (PUR) olarak sıralanabilmektedir. Yenilikçi malzemeler ise vakum yalıtım panelleri (VIP), gaz dolgulu paneller (GFP), aerojeller, faz değiştiren malzemeler (PCM), vakum yalıtım malzemeleri (VIM), gaz yalıtım malzemeleri (GIM), nano yalıtım malzemeleri (NIM), dinamik yalıtım malzemeleri (DIM), nano-con ve biyo-malzemeler olarak sıralanabilmektedir. Günümüzde genleştirilmiş ve ekstrüde polistiren (EPS/XPS) malzemeleri yaygın olarak kullanılan ısı yalıtım malzemeleridir. Tarihi yapılar için yalıtım malzemesi seçimi sadece enerji tasarrufu sağlamakla kalmaz, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) ihtiyaçlarını da azaltır. Isı yalıtımı için seçilen

malzemeler tarihi binalarda genellikle iç yüzeyde uygulanır. Ayrıca malzeme kalınlığı, ısıl iletkenliği, ısıl ataleti malzeme seçiminde önemli yer tutmaktadır. Yalıtım malzemelerinden biyo-malzemelerin kullanımı tarihi yapılarda akustik ve ısı yalıtımı için kullanılabilmektedir. Bu malzemelerde biri kenevir malzemesidir. Makalede bu malzemenin analizine odaklanılmıştır. Kenaf, kenevir ailesine ait bir bitkidir. Ekolojik, sürdürülebilir, biyo-doğal ve geri dönüştürülebilir bir üründür ve LEED sertifikasına sahiptir. Isı ve ses yalıtımı sağlamada önemli ölçüde fayda sağlamaktadır ve ek olarak neme karşı dayanıklı ve nefes alabilen bir malzemedir. Buhar bariyeri gerektirmeksizin uygulanabilip kirletici madde salınımı yapmamaktadır. Yapı kabuğu ısı yalıtımında kullanılabilmektedir.

Angrisano vd. (2021) makalenin alan çalışmasında Edificius yazılımı ile tarihi yapının BIM modeli, model üzerinden de yapının enerji davranışının sanal temsilini oluşturmuştur. Ardından Termus yazılımı ile binanın enerji performansı analizi yapılarak güçlendirme projesi tasarlanmıştır. Nem sorunlarını azaltmak ve ısı yalıtımı gerçekleştirmek için tarihi değerlerden ödün vermeden üç çözüm önerisi sunulmaktadır. Uygun olan çözümün seçilmesi için yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) analizi kullanılmaktadır.

Birinci çözüm önerisinde çatı membranlarının yenilenmesi, tüm pencerelere ikinci bir çerçeve eklenmesi, cephenin nefes alabilen bir ürünle sıvanması yer almaktadır. Birinci çözüm önerisi CO_2 emisyonları açısından tatmin edici olmadığından dolayı emisyon seviyesini düşürmek için ikinci çözüm önerilmektedir. İkinci çözüm önerisinde birinciden farklı olarak fotovoltaik paneller ve içten yapılacak şekilde ısı yalıtımı olarak genişletilmiş polistiren malzemesi önerilmektedir. İkinci çözüm önerisinde yapılan LCA analizleri sonucu yaşam döngüsü boyunca fotovoltaik panellerin ve ısı yalıtımının kurulumu, bakımı ve yıkımı yüksek CO_2 salınımına yol açmaktadır. Enerji kullanımı açısından azalma olmasına rağmen daha sürdürülebilir tasarım senaryosuna ulaşmak ve malzemeler ile ilgili muhakeme yapmak gerekmektedir. Bu sebeple üçüncü çözüm önerisi sunulmaktadır. Üçüncü çözüm önerisinde ikinci çözüm önerisindeki ısı yalıtımı malzemesi olan genişletilmiş polistiren paneller yerine kenevir panel kullanımı önerilmektedir. Üçüncü çözüm önerisinde operasyonel enerji miktarının birinci ve ikinciye göre daha düşük olduğu ortaya çıkmaktadır. Üç farklı senaryo için belirleyici faktör materyal kategorisi olmuştur. Üç çözüm önerisi içerisinden birincisi en çok tercih edilen fakat sorunu çözmede az etkili olduğu için tercih edilmemiştir. İkinci çözüm önerisi üçüncüye kıyasla sentetik plastik

yalıtım paneli olmasından dolayı tercih dışı kalmıştır. Üçüncü öneride kullanılan biyo-malzeme olan kenevir panellerin sağladığı enerji verimliliği özelliklerinden dolayı en uygun çözümün o olduğuna karar verilmiştir. Kenevir paneller nemi emer ve zamanla bırakma avantajının yanı sıra poliüretan ile karşılaştırıldığında tamamen geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Enerji maliyetleri açısından tasarruflu ve CO_2'yi atmosferden uzaklaştırarak toprağı oksijenlendirme özelliğine sahiptir. Hava geçirgen malzeme olmasından dolayı yapı kabuğunun nefes almasını sağlar. Çalışma sonucunda tarihi binanın miras özelliklerine saygı duyularak yeni teknoloji sürdürülebilir malzeme kullanımının yapıdaki analizleri incelenmiş ve çözüm önerisi sunulmuştur. Geleneksel enerji müdahaleleri büyük ölçüde olumsuz çevresel etki oluşturmaktadır. Ancak kenevir paneller kullanımında çevresel etki olumlu yönde görülür. Çünkü bu gibi malzemeler atmosferdeki CO_2 seviyesini azaltabilen bir miktar biyojenik karbon içermektedir. Biyojenik karbon içeren malzemeler ise negatif emisyon olarak değerlendirilmektedir.

Özeren (2022) Türkiye'de Geleneksel Konutların BIM Tabanlı Isı Performans Analizlerinin Yapılması ve Restorasyon Önerileri adlı tez çalışmasında farlı iklim bölgelerinden seçilen iki adet Türk evi örneği alan çalışması olarak seçilmiş ve kültürel miras ile ilgili nokta bulutlarında elde edilen BIM tabanlı modeller kullanılan HBIM (Miras Bina Bilgi Modellemesi) platformunda enerji etkinliğine yönelik değerlendirmeler yapmıştır. Yapıların modellerini oluşturduktan sonra başka bir yazılım ile yapı elemanlarının seçilip mevcut durumun analizini yapmış, sonrasında güçlendirme önerilerinin eklenmesi ile aynı sistemi tekrar çalıştırıp sonuçlar elde etmiştir. Çalışmada güçlendirme önerisi olarak geleneksel yalıtım malzemelerinden taş yünü, cam yünü, ekstrüde polistiren (XPS), poliüretan sert köpük (PUR) ve selüloz kullanmıştır. Çalışmanın parametrik tasarım araçlarının tarihi binalarda ısıl performans analizinde klasik yöntemlere göre kolaylık sağladığı hipotezinin desteklendiğini savunmuştur.

Bir yapının tarihî dokusuna zarar verebilecek her türlü müdahaleden kaçınılmalı; yapılması gereken işlemler ise, o yapının özgün karakterini, materyallerini ve inşa tekniklerini mümkün olduğunca muhafaza ederek gerçekleştirilmelidir. Bununla birlikte, bu koruma yaklaşımı yalnızca mevcut durumu korumayı değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilirliği de hedefler. Müdahale zorunlu olduğunda, bu müdahalenin gelecekte benzer müdahalelere ihtiyaç duymayacak şekilde kalıcı olması amaçlanır. Böylece, kültürel miras varlıkları, hem bugünkü toplumlar için birer bilgi

hazinesi olarak kalır, hem de gelecek nesillerin bu zenginliklerden faydalanması sağlanır.

Beypazarı, Ankara'nın bir ilçesi olup tarihi geçmişi ile birçok medeniyeti bünyesinde barındırmıştır. Bunun sonucu olarak da zengin bir kültürel mirasa sahip olmuştur. Özgün değerleri sayesinde Beypazarı Tarihi Kenti, Dünya Miras Geçici Listesinde yer almaktadır. Beypazarı ile ilgili kırsal yerleşmelerin korunması, sürdürülebilir mimarlık, yeniden işlevlendirme, restorasyon önerisi gibi birçok alanda çalışmalar bulunmaktadır.

Acar Ata vd. (2023) Ankara Beypazarı'nda Geleneksel Evlerin Koruma Çalışmalarına Bir Örnek: Ali Ay Evi Restorasyon Projesi adlı makale çalışmalarında Beypazarı tarihi konut dokusunda bulunan Ali Ay Evi'nin restorasyon projesi önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmada koruma yaklaşımlarının, kültürel miras yapılarına olabildiğince az müdahale ile yapının uzun yıllar boyunca yaşatılabilmesi için düzenlendiğini vurgulamışlardır. Bu ilke, yapının yalnızca fiziksel olarak korunmasını değil, aynı zamanda içerdiği tarihî ve kültürel değerlerin de geleceğe taşınmasını amaçlamaktadır. Çünkü kültürel miras, toplumların kimliğini, geçmişle olan bağlarını temsil eder. Bu nedenle, bu varlıkların korunması sadece yapısal bir mesele olmaktan öte, aynı zamanda toplumsal bir sorumluluktur.

Beypazarı evlerinde kullanılan özgün bir sıva olan Tatlı Sıva ile ilgili olarak Urak ve Çelebi (2005) Beypazarı Geleneksel Evlerinde Uygulanan "Tatlı Sıva" Üzerine Bir İnceleme adlı makalelerinde bu sıvanın üretim ve uygulama aşamalarını aktaran bir çalışma yapmıştır. Beypazarı kentsel sit alanı içinde basit ve esaslı onarımlar yapılmaktadır. Kapı ve pencere yenilemesi, çatı onarımı, cephe onarımları, sıva yenilemesi gibi basit onarımlar yapılmıştır. Tescilli yapıların cephedeki sıvalarının yenilenmesinde yine Tatlı Sıva uygulandığını, tescilsiz fakat kentsel dokuda bütünlük oluşturulması açısından korunan yapılarda ise çimento esaslı sıvaların üzerine beyaz cephe boyası uygulandığını belirtmişlerdir. Tescilli yapılarda uygulanan yöntemin tüm onarımlarda uygulanması gerektiğini savunmuşlardır. Bunun üzerine özgün uygulamayı tanımak ve ilerde yapılacak çalışmalara veri sağlamak amacıyla sıva örneklerine X ışını difraksiyonu yöntemini kullanarak sıvanın mineral yapısının analizini yapmışlardır. Bu yöntem sonucunda sıvanın alçı esaslı bir yapı malzemesi olduğu ve bünyesinde $CaSO_4$ ve bu bileşiğin kristal sulu formlarından oluştuğunu saptamışlardır. Sonrasında sıva malzemesini elde ediliş yöntemini incelemek için taşın çıkarıldığı Tekke Köyü'ne giderek aşamaları tespit etmişlerdir. Taş öncelikle olduğu yerden alınıp köye

getirilmiştir ve daha küçük parçalara ayrılmıştır. Sonrasında geleneksel yöntemlerle oluşturulan fırında pişirilmiştir. Bu aşamadan sonra soğuyan taşların elle ufalanacak kadar yumuşak hale geldiği gözlenmiştir. Bu taşlar ezilerek paketlenmeye hazır hale getirilmiştir. Bu malzeme sıvanın bağlayıcı maddesi olarak kullanılmıştır. Uygulama aşamasında kum ve su ile karıştırılarak elde edilen sıva harcı kısa sürede prizini alıp sertleştiğinden dolayı ekip ile beraber uygulanması gerektiği görülmüştür. Bir kişi harcı hazırlarken biri malzeme taşımakta, biri mala yardımıyla perdah işlemi yaparken bir başkası da son kat perdahı yapmaktadır. Yöresel metotlarla hazır hale getirilen sıva harcı kaba ve ince sıva olarak 3-10 cm arasında uygulanmaktadır. İnce sıva için malzeme ince elekten geçirildikten sonra kum eklenmeden ya da bazen ince kum katılarak hazırlanmaktadır. İnce sıva üzerine pamuklu bez ile tekrar bir perdah işlemi yapılıp sıva bitirilmektedir. Bu çalışmanın sonunda Beypazarı yöresel Tatlı Sıva uygulamasının belgelendirmesini yapmışlardır. Bu uygulamanın restorasyon çalışmalarında kullanılması ve kente özgü görünümün sürdürülebilirliğinin sağlanması gerektiği konusuna vurgu yapmışlardır. Ayrıca yöresel olan bu uygulamanın sergilenerek turistik olarak da kullanılabileceğini önermişlerdir.

Tarihi binalarda sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği konusunda farklı yaklaşımlar ve öneriler sunulmaktadır. Çalışmalarda, pasif ve aktif sürdürülebilirlik tekniklerinin tarihi yapıların enerji performansını artırmadaki rolü vurgulanırken, binaların enerji tüketiminin optimize edilmesi gerektiği savunulmaktadır. Ayrıca, tarihi yapıların korunması ve enerji yenileme süreçlerinde, mimari karakterlerine zarar vermemek için dikkatli bir yaklaşım benimsenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ek olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının (RES) ve HVAC (ısıtma, havalandırma, soğutma) sistemlerinin entegrasyonunun tarihi binalar için sürdürülebilir çözümler sunduğu ifade edilmektedir. Bu bağlamda, binaların enerji verimliliği üzerine yapılan simülasyonlar, yaşam döngüsü değerlendirmeleri (LCA) ve kullanıcı davranışlarının enerji tüketimine etkileri gibi konular öne çıkmaktadır.

2. TARİHİ YAPILARDA ENERJİ VERİMİLİLİĞİ VE ISIL PERFORMANS

Günümüz mimarlık dünyasında enerji verimliliği, sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliği, fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması ve kaynakların daha verimli kullanılması gibi gerekçelerle, yapı sektöründe enerji tüketimini minimize etmeye yönelik adımlar giderek daha önemli hale gelmiştir. Enerji verimliliği, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirlik açısından da ele alınması gereken çok yönlü bir meseledir.

2.1. Tarihi Yapılarda Enerji Verimliliğinin Önemi

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılması anlamına gelir. Yani, enerji verimliliği çalışmaları, enerji tüketimini minimize ederek aynı hizmet veya ürün miktarını elde etmeyi amaçlar. Bu hem ekonomik büyümeyi sürdürülebilir kılar hem de çevresel etkileri azaltır. Enerji tasarrufu ve verimliliği, enerji arz güvenliğini sağlama, dışa bağımlılık risklerini azaltma, çevrenin korunması ve iklim değişikliği ile mücadele gibi önemli hedeflerimizin bir parçasıdır. Enerji ihtiyacı dünya genelinde ve ülkemizde sürekli olarak artmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımını ve enerji verimliliği uygulamalarına olan ihtiyacı beraberinde getirmektedir.

Binalar, dünya genelinde enerji tüketiminin önemli bir kısmını oluşturan sektörlerden biridir. Özellikle ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su gibi ihtiyaçlar, bina kullanıcılarının enerji harcamasını büyük ölçüde artırmaktadır. Bu sebeple, modern yapılarda enerji tasarrufu sağlamak için çeşitli stratejiler geliştirilmiş; yüksek performanslı yalıtım malzemeleri, enerji verimli pencere sistemleri, akıllı binalar ve yenilenebilir enerji kaynaklarına entegrasyon gibi yenilikçi yöntemler yaygınlaşmıştır.

Sürdürülebilirlik ile ilgili bu gelişmeler, sadece modern binalar için geçerli değildir; özellikle tarihi yapılarda enerji verimliliği konusu hem teknik hem de kültürel bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarihi yapıların korunması ve bu yapıların modern gereksinimlere uygun hale getirilmesi arasında ince bir denge bulunmaktadır. Bu noktada, tarihi binaların enerji verimliliği, çağdaş enerji politikaları ve kültürel mirasın korunması arasındaki uyumun sağlanması bakımından büyük önem taşımaktadır. Tarihi binalar, genellikle enerji verimliliği açısından modern standartların

oldukça gerisindedir. Bu yapılar, inşa edildikleri dönemin malzeme ve teknoloji imkanlarına göre tasarlanmış olup, modern ısıtma-soğutma sistemleriyle donatılmamış veya enerji tasarrufuna yönelik çözümler barındırmamaktadır. Ancak, bu yapıların enerji verimliliği açısından iyileştirilmesi bir yandan çevresel faydalar sağlarken, diğer yandan korunması gereken kültürel miras açısından çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Tarihi binalarda enerji verimliliği uygulamaları yapılırken, binanın özgün mimari karakterine, yapı malzemesine ve estetik özelliklerine zarar verilmemesi gerekmektedir. Bu durum, enerji tasarrufu sağlama hedefiyle tarihi bir yapının mimari kimliğini koruma arasındaki dengeyi kurmayı zorunlu kılmaktadır. Zira bu yapıların korunması, yalnızca fiziksel varlıklarının devamını sağlamaktan ibaret değildir; aynı zamanda kültürel değerlerinin ve tarihsel dokusunun da korunması gerekmektedir. Yalıtımın arttırılması gibi enerji verimliliği çözümleri, yapının tasarım kriterlerine uygun olarak düşünülmediğinde tarihsel estetiğini olumsuz etkileyebilmektedir. Örneğin; cephesinden tarihi yapının taşıyıcı sistemi görülürken ısı yalıtımı sağlanması için günümüz ısı yalıtım kaplama malzemeleri uygulaması yapılırsa bu okunurluk ortadan kalkacaktır. Bu sebeple, tarihi yapılara müdahale edilirken, koruma ve enerji verimliliği kriterleri eş zamanlı olarak ele alınmalıdır.

Enerji verimliliği hem modern hem de tarihi binalarda gereklilik arz ederken, tarihi yapılarda bu süreci yönetmek daha fazla hassasiyet ve uzmanlık gerektirmektedir. Hem enerji tasarrufu sağlama hem de tarihi mirası koruma hedefleri, birbiriyle çelişen değil, tamamlayıcı unsurlar olarak ele alınmalı ve bu doğrultuda stratejiler geliştirilmelidir. Tarihi yapıların sürdürülebilirliği, yalnızca fiziksel varlıklarının korunması değil, aynı zamanda enerji verimliliği ile geleceğe taşınmasıyla sağlanabilmektedir.

2.2. Tarihi Yapılarda Isıl Performans

Binalarda ısıl performans, bir binanın enerji verimliliği ve ısıtma, soğutma sistemlerinin etkinliği ile ilgilidir. Bu kavram, binaların içindeki sıcaklık, nem ve hava kalitesi gibi faktörleri optimize ederek, minimum enerji tüketimiyle maksimum konfor sağlamayı amaçlar. Bu, dış hava koşulları, iç mekân tasarımı ve ısıtma, soğutma sistemlerinin bir kombinasyonu ile elde edilir. Isıl performansın iyi olması hem enerji tasarrufu sağlar hem de kullanıcıların daha iyi bir yaşam kalitesi elde etmelerine yardımcı olur.

Isıl performans, bir yapının yalıtım kapasitesi, pencere ve duvar sistemlerinin ısı geçişini kontrol edebilme özelliği ve yapısal unsurların dış iklim koşullarına karşı direnci gibi faktörlere bağlıdır. Modern binalar, genellikle enerji verimliliği standartlarına uygun olarak tasarlanmış olup, yüksek performanslı yalıtım sistemleri ve enerji verimli pencerelerle donatılmıştır. Ancak tarihi yapılar, inşa edildikleri dönemdeki malzeme ve teknoloji olanaklarına göre şekillendirilmiş olup, bu açıdan ısıl performansları genellikle düşük kalmaktadır. Özellikle ahşap, taş, kerpiç gibi geleneksel malzemelerle yapılan binalarda, bu malzemelerin doğal termal özellikleri binanın enerji tüketimini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Örneğin, taş yapılar genellikle yüksek termal kütleye sahip olup, ısıyı depolayarak gece gündüz sıcaklık farklarını düzenleyebilir. Ancak bu, binanın iç mekân sıcaklıklarını sabit tutmak için ek ısıtma veya soğutma ihtiyacını ortadan kaldırmaz. Ahşap yapılarda ise doğal havalandırma ve sirkülasyon özellikleri ısıl performansın sağlanmasında önemli bir rol oynar. Fakat bu özellikler, günümüz enerji standartlarına uygun bir performans sunmaz.

Isıl performans, tarihi yapıların geleceğe taşınması ve modern yaşamın gereksinimlerine uyarlanması açısından kritik bir faktördür. Ancak bu sürecin dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekir. Kültürel mirasın korunması ile enerji verimliliği hedefleri arasında denge sağlandığında, tarihi yapılar hem geçmişin estetik ve mimari değerlerini koruyacak hem de çevre dostu yapılar haline gelecektir.

2.3. Binalarda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri

Isı yalıtım malzemeleri, binalarda enerji tasarrufu sağlamak ve iç mekân sıcaklığını korumak amacıyla kullanılır. Bazı yaygın ısı yalıtım malzemeleri cam yünü, taş yünü, genleştirilmiş polistren, extrüde polistren, poliüretan köpük, cam köpüğü, polietilen köpük, genleştirilmiş perlit, mantar levhalar ve ahşap yünlü levhalardır. Cam yünü, camın lif haline getirilerek elde edilen bir malzemedir. Hem ısı hem de ses yalıtımında kullanılır. Taş yünü, bazalt ve kireç taşından üretilir. Yüksek ve düşük yoğunluklu taş yünü levhaları mevcuttur. Genleştirilmiş polistren (EPS) hafif ve ekonomik bir malzemedir. Extrüde polistren (XPS) ise daha yoğun ve yüksek mukavemetlidir. Her ikisi de ısı yalıtım levhaları olarak kullanılır. Poliüretan köpük (PUR), havayla birleşince köpürüp sertleşen bir malzemedir. Genleştirilmiş perlit, hafif ve yangına dayanıklıdır. Sıva altı izolasyonunda kullanılır. Cam köpüğü, çok sert basınca dayanıklıdır ve genellikle endüstriyel uygulamalarda tercih edilir. Polietilen köpük, esnek ve hafif bir malzemedir. Boru izolasyonunda yaygın olarak kullanılır.

Mantar levhalar, doğal mantar malzemesinden üretilir ve çevre dostudur. Ahşap yünlü levhalar, ahşap liflerinden elde edilir ve doğal bir seçenektir. Kullanımı henüz yaygın olmayan ısı yalıtım sıvaları da yeni ısı yalıtım malzemeleri arasına girmiştir.

Tarihi konut yapılarında enerji verimliliğinin artırılması ve ısıl performansın iyileştirilmesi hem kültürel mirasın korunması hem de sürdürülebilir çevre açısından giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu bağlamda, ısı yalıtım sıvaları, tarihi yapılarda enerji kaybını azaltma ve iç mekân konforunu artırma potansiyeli taşıyan yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Isı yalıtım sıvaları, yapının özgün dokusuna zarar vermeden ısıl performansı iyileştirme olanağı sunan uygulamalar arasında yer almakta ve koruma ilkeleri doğrultusunda önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu malzeme tarihi konut yapılarının görünümünü değiştirmeden iç mekânda kullanılabileceği gibi dış cephede sıva yapımına elverişli olan taşıyıcı sistemli yapılarda kullanılabilir. Yapının görünümünü etkilemeyecek detay çözümleri ile uygulama yapılabilir.

2.4. Tarihi Konut Yapılarında Isı Yalıtım Sıvalarının Kullanımı

Isı yalıtım sıvaları, geleneksel ısı yalıtım malzemelerinden farklı olarak, bina dış yüzeyine uygulanan ince bir sıva tabakasıdır. Bu sıvalar, özellikle eski binaların yeniden yalıtımında kullanılabilmektedir. Isı yalıtım sıvaları, ısı yalıtım performansı sunar. Binanın iç mekân sıcaklığını korurken enerji tasarrufu sağlar. Aynı zamanda su itici özelliklere sahiptir. Bu da dış cephelerde suyun sızmasını engeller ve bina yüzeyini korur. Esnek yapıları sayesinde çatlaklara karşı dayanıklı olması ile birlikte binanın hareketlerine uyum sağlar. İnce dokulu ve düzgün bir yüzey oluşturur. Malzemenin hafif yapısı, binalara ekstra yük bindirmemekte, aynı zamanda delik açma ya da dübel kullanma gereksinimini ortadan kaldırarak deprem dayanımını olumsuz etkilemeden dış cephede bütünsel bir kaplama sağlamaktadır. Böylelikle ısı kayıplarının azaltılması, ısı köprülerinin minimize edilmesiyle binanın iç mekân sıcaklığını muhafaza ederek enerji tüketimini azaltır ve bu sayede önemli bir enerji tasarrufu sağlar.

Isı yalıtım sıvaları, yapıların dış veya iç yüzeylerine uygulanabilen ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik tasarlanmış sıvalardır. Bu sıvalar, hafif ve ısı iletim katsayısı düşük malzemelerle üretilir ve ısı geçirgenliğini minimuma indirme hedefiyle geliştirilmiştir. Modern binalarda yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemelerine kıyasla daha ince katmanlar halinde uygulanabilen bu sıvalar, tarihi yapılarda özellikle tercih edilebilir.

Tarihi konut yapılarında enerji verimliliğini artırmak için günümüzde kullanılan yalıtım malzemelerinin tercih edilmesi genellikle yapının özgün malzemelerine ve mimari özelliklerine zarar verme riski taşımaktadır. Özellikle dış cepheye yapılan müdahaleler, tarihi yapıların estetik kimliğini bozabilmekte ve koruma ilkelerine aykırı olabilmektedir. Bununla birlikte, iç mekanlarda kullanılan kalın yalıtım plakaları da iç dekorasyona ve orijinal mimari unsurlara zarar verebilmektedir. Bu noktada, ısı yalıtım sıvaları hem iç hem de dış cephelerde uygulanabilen, ince ve esnek yapısıyla tarihi yapılarda uygun bir çözüm sunmaktadır.

Tarihi yapılarda ısı yalıtım sıvalarının kullanılmasının bir dizi avantajı vardır. Öncelikle, bu sıvalar geleneksel yalıtım yöntemlerine kıyasla ince ve hafif olduğu için, yapının yapısal bütünlüğünü bozmadan yalıtım sağlamaktadır. Ayrıca nem ve buhar geçirgenliği açısından diğer yalıtım malzemelerine göre daha avantajlıdır. Tarihi yapılarda nem kontrolü, yapıların uzun ömürlü olması için kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel yalıtım yöntemleri nemin yapı içinde hapsolmasına neden olabilmekte, bu da yapıda çürüme, küf ve yapısal hasarlara yol açabilmektedir. Isı yalıtım sıvaları ise buhar geçirgenliği özelliği sayesinde duvarların nefes almasına olanak tanımakta, bu da yapı sağlığını korurken ısıl performansı artırmaktadır.

Tarihi konut yapılarında ısıl performansın iyileştirilmesi, kültürel mirasın korunması ve modern enerji verimliliği standartlarının karşılanması açısından büyük bir öneme sahiptir. Isı yalıtım sıvaları, tarihi binalarda enerji kaybını azaltmak için kullanılan yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmakta ve bu yapıların hem estetik hem de işlevsel açıdan korunmasına katkı sağlamaktadır. Geleneksel yalıtım yöntemlerine kıyasla daha ince ve hafif yapısıyla, tarihi yapıların orijinal mimari unsurlarına zarar vermeyen bu sıvalar, enerji verimliliği hedefleriyle uyumlu bir çözüm sunmaktadır.

3. BEYPAZARI TARİHİ KONUT GELENEĞİNİN ÖZELLİKLERİ

3.1. Genel Özellikleri

Türk insanının geleneksel özellikleri, yaşam tarzı ve inançları mimari yapısını etkilemiş ve Türk Evi kavramının oluşmasını sağlamıştır. Türk evi kendine özgü yöresel özelliklerine göre şekillenmiştir. Güneşin yönü, yolların biçimi, topoğrafya gibi faktörlerden dolayı her ev farklılaşmıştır. Türk evinin bölümleri arasında hayat, avlu, sofa, oda, eyvan, gusülhane, dolaplar, sergenler, sedirler, ocaklar, cumba, cihannüma, mutfak yer almaktadır. Doğaya zarar vermeden ona uyarak farklı çözümler geliştirilmiştir. Beypazarı evleri de Türk Evi özelliklerini göstermektedir.

Beypazarı Evleri, Türkiye'nin Ankara iline bağlı Beypazarı ilçesinde bulunan tarihi konutlardır. Bu evler, köklü bir kültürün içinde yaşatılan ve kent dokusunu oluşturan temel özellikleri muhafaza eden bir yapıya sahiptir. Arazi eğimine uygun olarak evler birbirinin güneşini engellemeyecek şekilde konumlandırılmıştır. Bazı sokaklar çıkmaz sokak şeklinde yapılmıştır ki bu çıkmaz sokaklar çocuklar için oyun alanı oluşturmaktadır. Bina girişleri genellikle bahçeden, yoldan veya avludan yapılmaktadır. Bahçe kapıları genellikle at arabasının geçebileceği genişlikte, çift kanatlı ve ahşaptan yapılmıştır. Doğrudan sokağa açılan binalar da bulunmakta olup sofa, oda, eyvan gibi bölümleri sayesinde cephede çıkmalar oluşturulmuştur.

3.2. Plan Özellikleri

Geleneksel Beypazarı evlerinin yapısında ortak yaşam alanı olan sofa, evin merkezi konumunda yer alır. Evin diğer bölümleri olan oda, mutfak, bahçe ve avlu da günlük yaşamın devam ettiği alanlardır. Odalarda genellikle sedirler, dolaplar, ocaklar, sergenler ve çiçeklikler bulunur. Bu öğeler hem fonksiyonel hem de estetik bir amaç taşır. Bazı konaklarda çatı arasının sofa üstüne gelen kısmının bir bölümünde, genellikle tek oda büyüklüğündeki kapalı alandan oluşmaktadır. Bu bölüm Guşgana olarak adlandırılmaktadır (Gündüz, 2017).

3.3. Yapım Tekniği ve Malzeme Özellikleri

Beypazarı Evleri, cumbalı veya guşganalı olan iki ya da üç katlı ahşap karkaslı yapılardır. Zemin katları taştan, normal katları ahşap taşıyıcılı hımış veya bağdadi yapım teknikleriyle yapılmış olan evler, dıştan sıvalı olup genellikle kırma çatı şeklinde kiremit ile örtülüdür. Ahşap karkas içinde kullanılan dolgu malzemesi zamanla farklılık

göstermektedir. 19. yüzyıl sonları ve 20. yüzyıl başlarında inşa edilen konutlarda dolgu malzemesi ahşap ve kerpiç olarak kullanılırken sonraki dönemlerde dolgu malzemesi olarak tuğlanın da kullanıldığı örneklere rastlanmıştır (Yılmaz, 2004). En yaygın olan dolgu malzemesi ahşaptır (Terzi, 2001). Kuzey cephede kalan duvarlar ve ocağın bulunduğu duvarlarda dolgu malzemesi genellikle kerpiç olarak yapılmıştır. Bölme duvarlarda ise bağdadi özellik göstermektedir (Özmen, 1987).

3.4. Cephe Özellikleri

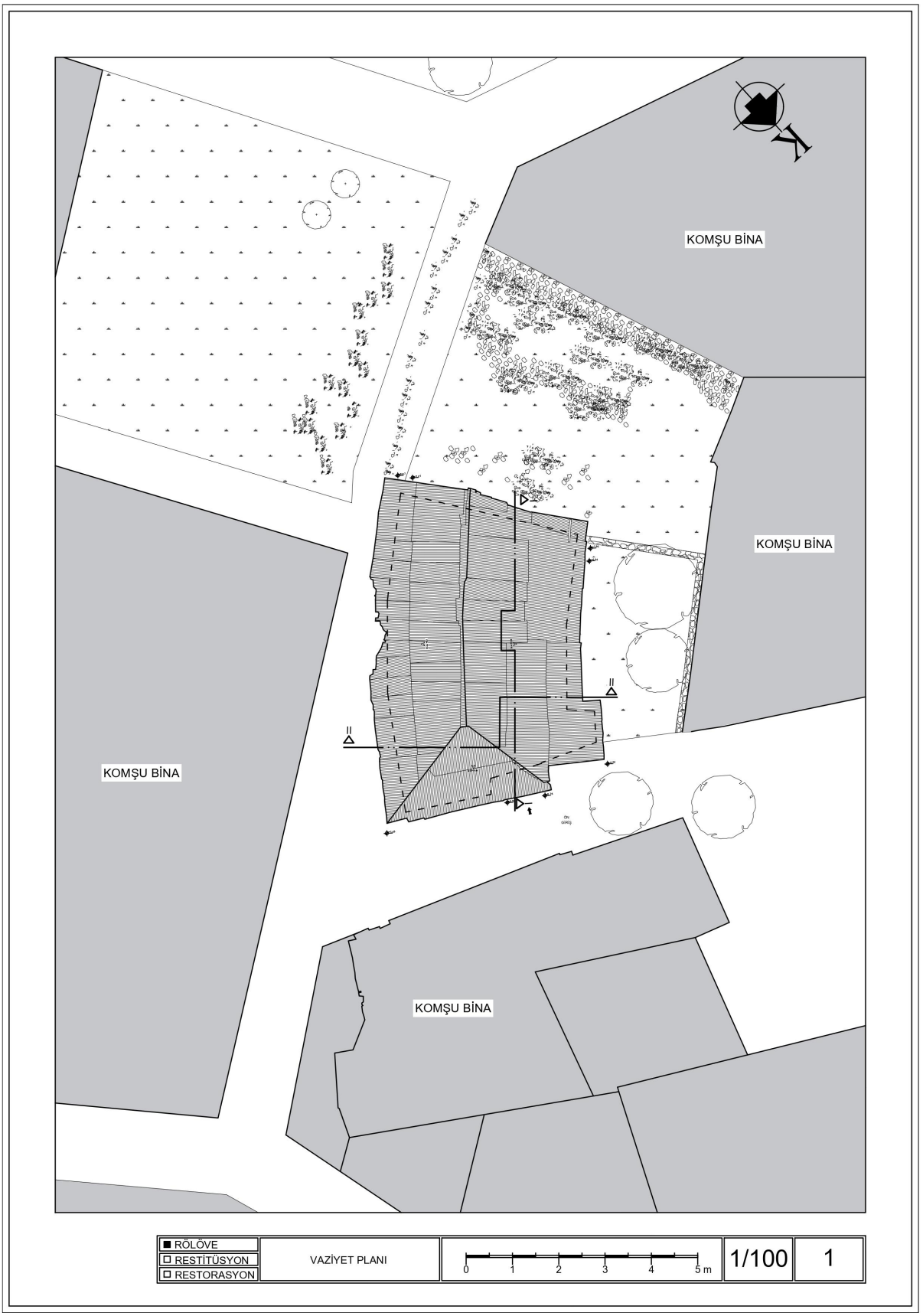
Beypazarı Evlerinin geleneksel konut yapısı cumbalı veya guşganalı olan iki ya da üç katlı ahşap yapılardan oluşmaktadır. Temel ve zemin kat duvarları taştan, üst katları ahşaptan yapılmış dıştan sıvalı evlerdir. Çatıları kiremit örtülüdür. Cephede kullanılan sıva Beypazarı'na özgü "Tatlı Sıva" olarak adlandırılan alçı esaslı bir malzemeden oluşmaktadır. Tatlı sıva hem taşıyıcı sisteminde bağdadi ve hımış tekniği kullanılan yapıların hem de kerpiç yığma sistemli yapıların iç ve dış sıvalarında kullanılmıştır.

3.5. Ali AY Evi

Ali Ay evinin çalışmaya dahil edilmesinin temel sebebi, tez çalışmasının hedefleri ile evin mimari, tarihi ve yapısal özelliklerinin doğrudan örtüşmesidir. Çalışmanın amacı, tarihi yapılarda ısıl performansın artırılmasına yönelik yöntemlerin uygulanabilirliğini değerlendirmek olduğundan, araştırma alanı olarak seçilen bu ev hem tarihi bir yapı olması hem de yapım tekniğinin rölövesinden okunabilirliği göz önünde bulundurulduğunda ideal bir örnek teşkil etmektedir. Seçilen evin, çalışmanın bulgularını genelleştirme açısından benzer diğer tarihi konut yapıları üzerinde yapılacak çalışmalara da ışık tutabileceği düşünülmüştür. Böylece çalışmanın sonuçları, daha geniş bir ölçekle tarihi yapılar üzerinde uygulanabilir hale gelebilir.

3.5.1. Ali AY Evi Mekânsal Planlama

Yapı iki kattan oluşmaktadır. Kuzeydoğu ve güneydoğu cepheleri yol cephelerini oluşturmaktadır (Şekil 3.1.). Güneybatı cephesi yol eğimi sebebiyle zemin katta toprak altında kalmıştır. Yapının ana girişi kuzeydoğu cephesinden yapılmaktadır (Şekil 3.1.). Kuzeybatı cephesinde yapıya ait bir bahçe bulunmaktadır (Şekil 3.1.). Yapı dikdörtgen plan şemasına sahiptir. Çatısı kırma çatı olarak yapılmıştır.



Şekil 3.1. Vaziyet planı (Beypazarı Belediyesi, 2023)

Giriş kapısı iki kanatlı ve ahşap malzemeden yapılmıştır (Şekil 3.2.). Bahçeden de binaya giriş sağlanabilmektedir. Burada bulunan iki kapıdan birisi binanın sofa bölümüne giriş sağlarken diğeri ahır bölümüne giriş için kullanılmaktadır (Şekil 3.3.).

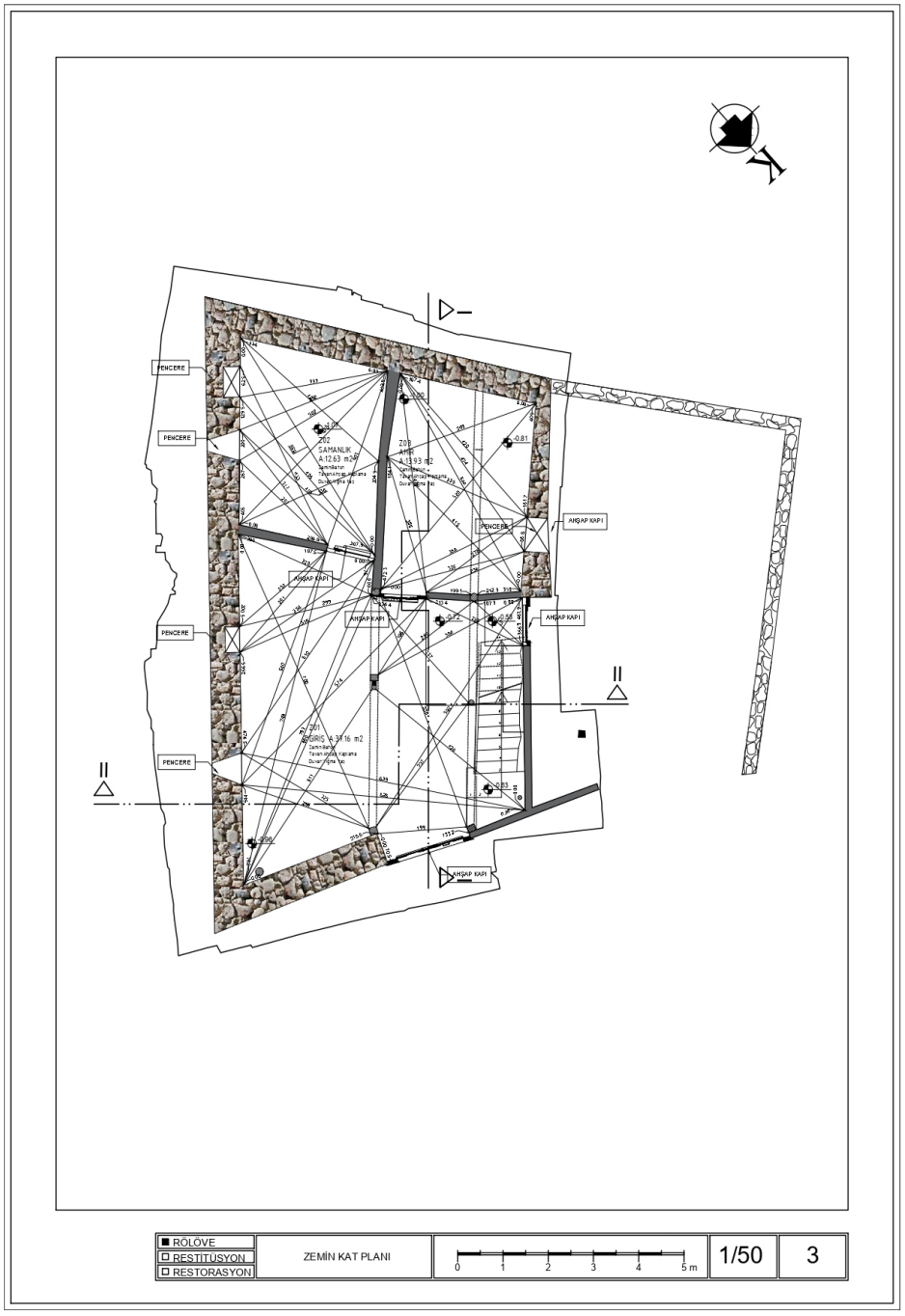


Şekil 3.2. Zemin kat ana giriş kapısı dış ve iç görünüşleri (2022)



Şekil 3.3. Bahçeden binaya giriş kapıları (2022)

Yapıya kuzeydoğu cephesinden ana giriş kapısı ile giriş yapıldığında sofa (Z01) mekânı ile karşılaşılmaktadır (Şekil 3.4.). Sofada iki adet pencere boşluğu mevcuttur. Bu pencereler hem aydınlatma hem havalandırma amaçlı kullanılmıştır. Aydınlatmada daha fazla verim alabilmek adına mazgal pencere sistemi kullanılmıştır. Sofada önceden ahır (Z03) ve samanlık (Z02) olarak hizmet veren bölümlere geçiş için kullanılan ahşap kapılar bulunmaktadır (Şekil 3.4.). Merdivenin altındaki kapı, yapının kuzeybatı cephesindeki bahçesine çıkışı sağlamaktadır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.4. Zemin kat planı (Beypazarı Belediyesi, 2023)



Şekil 3.5. Merdiven ve altındaki bahçe kapısı (2022)

Samanlık (Z02) mekânının dışarı ile bağlantısı yoktur fakat bir adet mazgal pencere bulunmaktadır (Şekil 3.6.). Pencerenin yanında ek olarak depolama için bir niş yer almaktadır. Dış cepheye denk gelen duvarları taştan olup iç mekandaki bölücü duvarları ahşap karkaslı kerpiç dolgulu duvardır.



Şekil 3.6. Samanlık (2022)

Ahır (Z03) mekânında ise dışarıdaki bahçe ile bağlantıyı sağlayan bir ahşap kapı ve diğer zemin kat mekânlarından farklı tipte dikdörtgen bir pencere bulunmaktadır (Şekil 3.7.). Ayrıca birinci kata ulaşan ahşap merdiven sofada yer almaktadır.



Şekil 3.7. Zemin kat ahır mekânı (2022)

Zemin katın taban döşemesinin tamamı beton ile kaplanmıştır. Tavan sistemi ise ahşap kirişlemeden oluşmaktadır. Zemin kattan birinci kata ulaşımı sağlayan iki kollu merdivenin ilk kolundaki iki rıht ile ara sahanlığa ulaşılmakta ve sahanlıktan sonra on iki rıht ile birinci kata ulaşım sağlanmaktadır. Merdiven birinci katın odalarının bağlandığı sofa (101) mekanına çıkmaktadır (Şekil 3.8.). Sofadan 102 no.lu, 103 no.lu ve 104 no.lu odalara, mutfağa (105) ve lavaboya (106) açılan kapılar yer almaktadır.



Şekil 3.8. Birinci kat sofadan görüntü (2022)

Sofayı aydınlatan bir adet ahşap giyotin pencere bulunmaktadır (Şekil 3.9.). Bu pencere yapının kuzeydoğu cephesindedir. Sofada taban ve tavan kaplamasında ahşap kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Birinci kat sofa genel görünümü (2022)

102 no.lu odaya girildiğinde kapının arka kısmındaki duvar boyunca uzanan ve içerisinde çiçeklik de bulunan ahşap dolaplar bulunmaktadır (Şekil 3.10.). Bir diğer duvarda ise ahşap sergen yer almaktadır. Odanın kapısı ve pencereleri ahşaptır.



Şekil 3.10. Birinci kat 102 no.lu oda kapı arkası dolapları (2022)

Oda çift cepheli olduğundan hem kuzeydoğu cephesinde iki adet hem de güneydoğu cephesinde iki adet açılan tek kanatlı ahşap pencereleri bulunmaktadır (Şekil 3.11.). Ek olarak bu odanın kuzeybatı cephesine bakan bir çıkması vardır. Bu çıkmada da bir penceresi yer almaktadır (Şekil 3.12.). Taban ve tavan kaplamaları ahşap malzemeden yapılmıştır.



Şekil 3.11. Birinci kat 102 no.lu oda pencereleri (2022)



Şekil 3.12. Birinci kat 102 no.lu oda genel görünüm (2022)

103 no.lu odanın girişi diğer odalardan farklı olarak iki kanatlı bir kapı ile sağlanmaktadır (Şekil 3.13.). Bu oda yapının güneydoğu cephesinde yer almaktadır. Odada bir adet ahşap çift kanatlı pencere bulunmaktadır. Odanın güneybatısında dolaplar mevcuttur (Şekil 3.14.). Bir adet gömme dolap ve dört adet ahşap kapaklı dolap grubundan oluşmaktadır. Odanın tabanında ve tavanında kaplama malzemesi olarak ahşap kullanılmıştır.



Şekil 3.13. Birinci kat 103 no.lu oda kapısı (2022)



Şekil 3.14. Birinci kat 103 no.lu oda genel görünüm (2022)

104 no.lu odaya tek kanatlı ahşap bir kapı ile giriş yapılmaktadır. Bu odanın hem güneydoğu hem güneybatı cephesi bulunmaktadır fakat güneybatı cephesi sağır cephedir. Pencereleri güneydoğu cephesinde yer almaktadır. Üç adet çift kanatlı ahşap penceresi bulunmaktadır (Şekil 3.15.). Kapının arka tarafında raflı bir dolap ve onun devamında iki kanatlı ahşap dolap mevcuttur (Şekil 3.16.). Güneybatı cephesinde ise üç adet ahşap tek kanatlı dolap, bir adet çift kanatlı ahşap dolap ve eskiden olan ama şu anda bacası kapatılmış bir ocak nişi bulunmaktadır (Şekil 3.15.). Yine bu duvarda raflar da yer almaktadır. Odanın taban ve tavan döşeme kaplaması ahşap malzemedendir.



Şekil 3.15. Birinci kat 104 no.lu oda genel görünüm (2022)



Şekil 3.16. Birinci kat 104 no.lu oda kapı ve dolapları (2022)

105 no.lu mekân mutfaktır. Mutfak bölümüne giriş ahşap çakma bir kapı ile sağlanmaktadır. Mutfağın da güneybatı ve kuzeybatı olmak üzere iki cephesi vardır (Şekil 3.19.). Yapının kuzeybatı cephesine bakan iki adet tek kanatlı ahşap pencere bulunmaktadır (Şekil 3.17.). Güneybatı cephesinde bir ocak nişi ve hemen yanında üst üste ahşap raflar yer almaktadır (Şekil 3.18.). Ayrıca kapının bulunduğu duvarda bir mutfak tezgâhı bulunmaktadır. Mutfağın taban döşemesi ahşap kaplama, tavanı ise ahşap kirişlemeden oluşmaktadır.

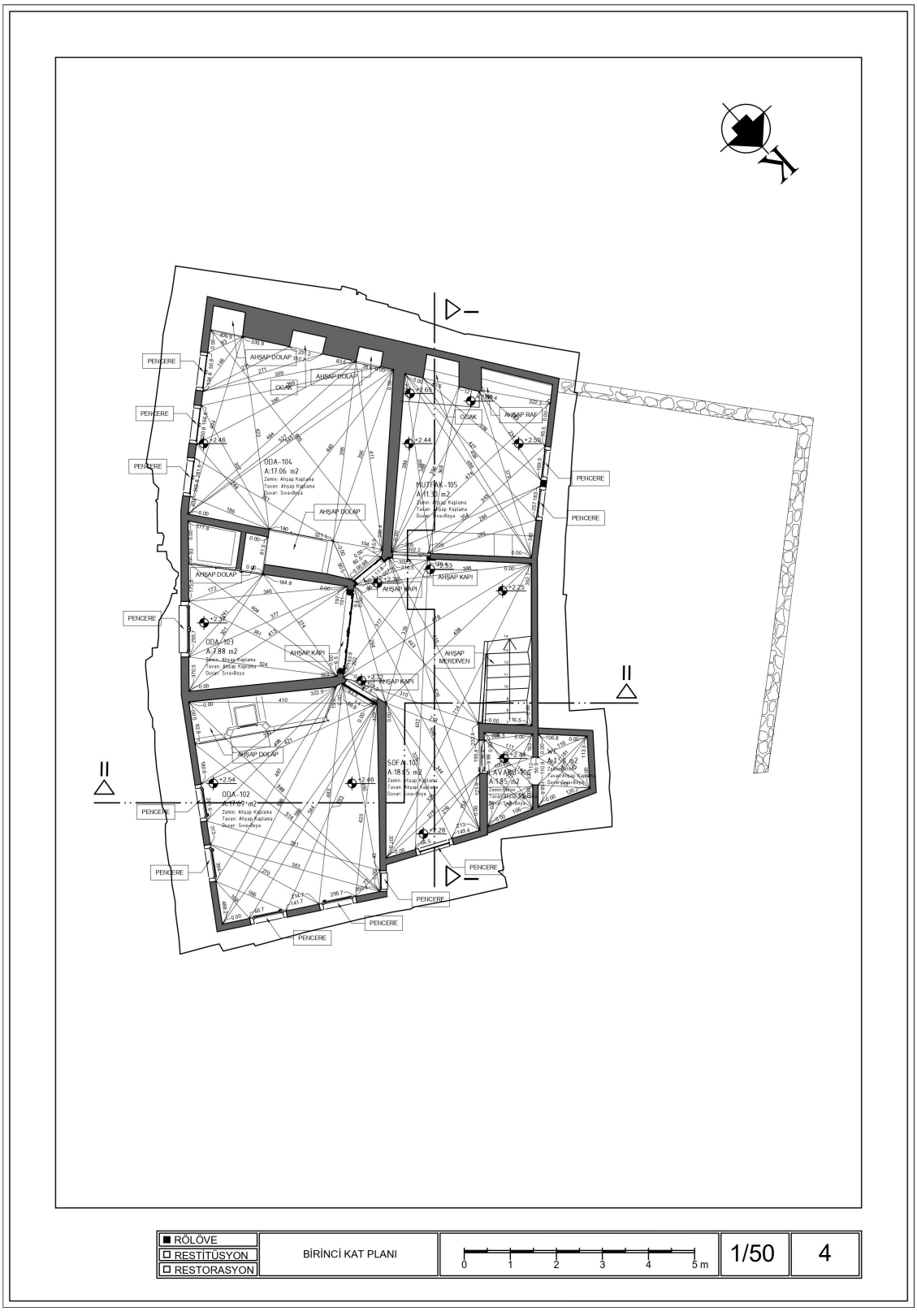


Şekil 3.17. Birinci kat 105 no.lu oda pencereleri (2022)



Şekil 3.18. Birinci kat 105 no.lu oda genel görünüm (2022)

106 no.lu lavabo bölümüne sofadan ahşap bir kapı ile girilmektedir (Şekil 3.19.). Lavabodan da 107 no.lu tuvalet kısmına geçiş yapılmaktadır (Şekil 3.19.).



Şekil 3.19. Birinci kat planı (Beypazarı Belediyesi, 2023)

3.5.2. Ali AY Evi Yapım Tekniği ve Malzeme Kullanımı

Bina cephesine bakıldığında yapının ahşap kolonlar ve ahşap kirişlerden oluştuğu görülmekle birlikte yapım sisteminin ahşap karkas olduğu anlaşılmaktadır. Geleneksel Beypazarı Evleri gibi yapının zemin kat duvar malzemesi taştan oluşmaktadır. Rölöve çalışmalarında taş duvar kalınlığının yer yer farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu değer genellikle 45 cm ve üzerinde değişiklik göstermektedir. Birinci kat ise hımış tekniği ile oluşturulmuştur. Bu katın duvar kalınlığı 20 cm civarında değişkenlik göstermektedir. Duvar kalınlığındaki farklılıkları sebebi yapıdaki dökülen sıvalar sebebiyle duvarda incelmeler oluşmakla birlikte üst üste yapılan sıvalar ile de duvarda kalınlaşmalar meydana gelmiştir. Zemin kat ve birinci katlarda oluşan duvar kalınlığı farklılıkları yapıda her iki katta da farklı yapım sistemi ve dolgu malzemesi kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Strüktürel olarak birinci katta bulunan çıkmalar cephede harekete neden olmaktadır. Ayrıca bu çıkmalar odalarda farklı cephelere görüş açısı sağlamaktadır.

Zemin katta bulunan ahır, samanlık ve sofa mekanlarının zemininin sonradan beton ile kaplandığı görülmektedir. Ahşap taşıyıcı kolonlar zemin katta dışarıdan ve içeriden görülmektedir. Zemin kat dış duvarları moloz taş malzemeden ve içerideki bölücü duvarlar ahşap çatkı sistemi arasında kerpiç dolgu ile oluşturulmuştur. Zemin kat tavanında bulunan ahşap kirişler ve ahşap kaplama ile de birinci kat zemin döşemesinin ahşap olduğu anlaşılmaktadır. Birinci kata ulaşım sağlanması için kullanılan merdiven ise yapıya uyumlu olarak ahşap malzemeden yapılmıştır.

Birinci katta da taşıyıcı ahşap kolonlar bulunmaktadır. Hem dış duvarlar hem de iç duvarlar hımış tekniğinde yapılmıştır. Ahşap çatkı arası kerpiç dolgu ile oluşturulmuştur. Bu katta bulunan sofa, odalar ve mutfak mekanlarında zeminde döşeme malzemesi olarak ahşap kullanılmıştır. Sonradan eklenen lavabo ve wc mekanlarında ise zemin kaplaması betondur. Yapıdaki pencereler, kapılar, dolaplar, çiçeklik ve raflar ahşap malzemeden oluşmaktadır. Birinci kat tavan kaplaması da ahşap olarak yapılmıştır.

Yapının çatısı kırma çatı olarak çözülmüştür. Mevcuttaki çatı kaplamasında galvaniz sac malzeme kullanılmıştır. Yapının dış etkenlere karşı hasar almaması için çatı kaplamasında bu malzemenin kullanıldığı düşünülmektedir.

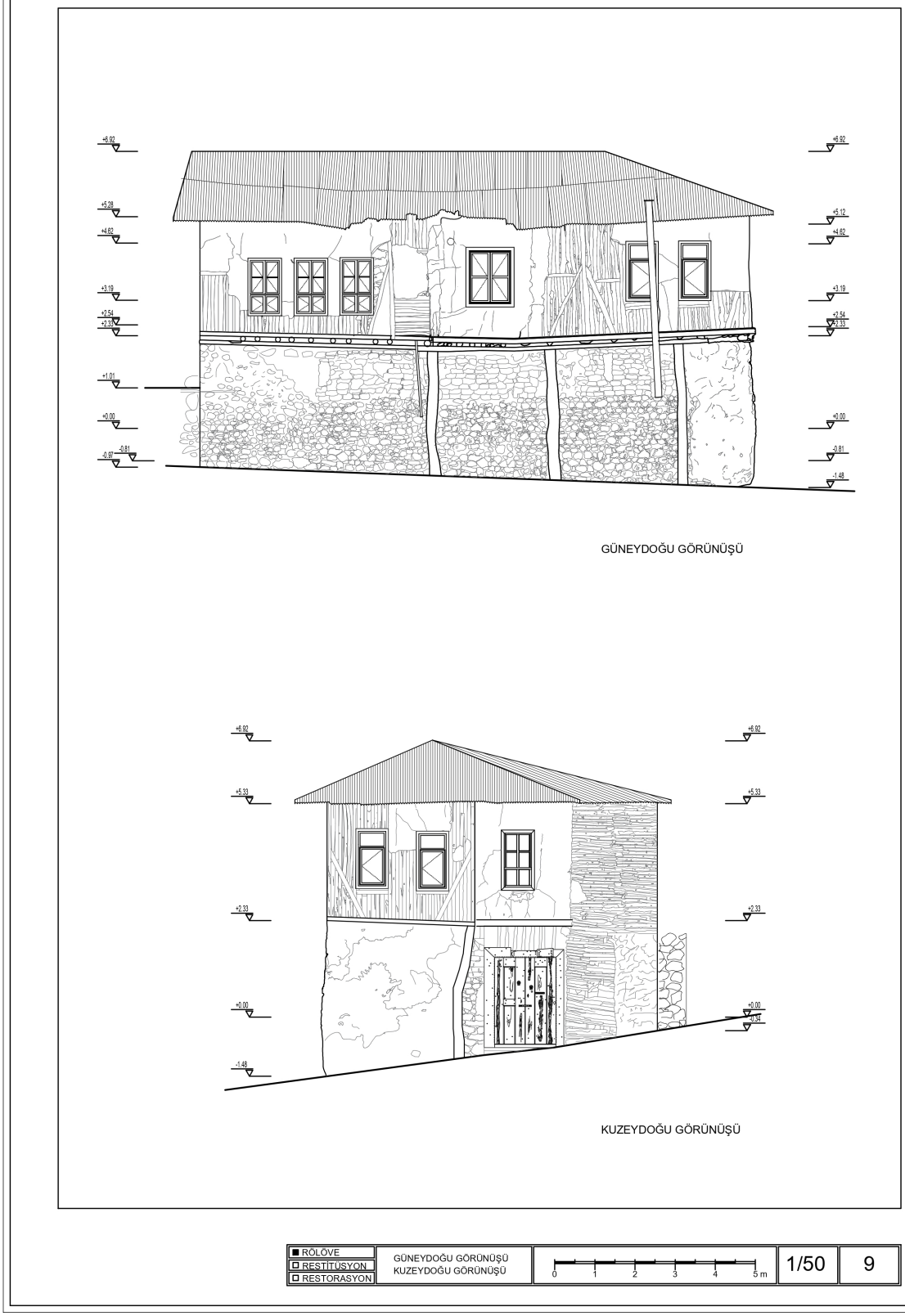
3.5.3. Ali AY Evi Cephe Özellikleri

Kuzeydoğu cephesi yapının ana giriş cephesidir (Şekil 3.20). Yoldan giriş çift kanatlı ahşap bir kapı ile sağlanmakta ve zemin katta bu cephede başka herhangi bir açıklık bulunmamaktadır. Ayrıca zemin katın bu cephede taş malzemeden oluştuğu görülmektedir. Giriş kapısın sağında ahşap ile kaplanan bir bölüm de bulunmaktadır. Birinici katta ise 102 no.lu odada çıkma yapılarak sofa ve odanın ayrımının cepheden fark edilmesi sağlanmıştır. 102 no.lu odanın iki penceresi kuzeydoğu yönüne bakmaktadır. Sofada bulunan bir pencere de kuzeydoğu cephesinde bulunmaktadır. Bu cephede sıva dökülmeleri olduğundan birinci katın duvar sistemi açıkça görülmektedir.

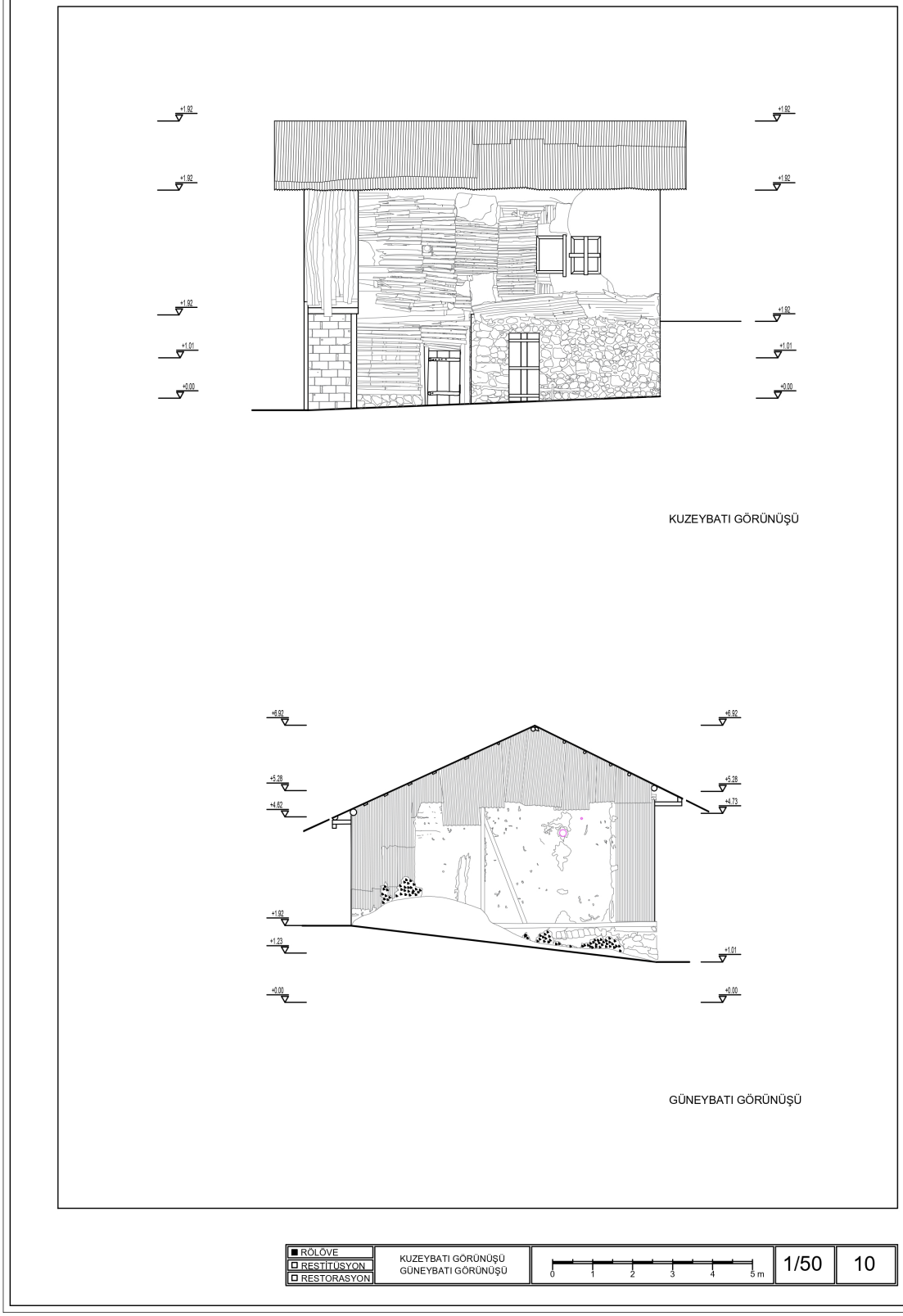
Güneydoğu cephesi yapının eğimli bir yola bakan diğer cephesidir (Şekil 3.20). Zemin katta mevcutta iki adet pencere açıklığı bulunmaktadır. Ek olarak sonradan doldurulmuş iki adet açıklık da fark edilmektedir. Ahşap kolonlar bu cepheden görülebilmektedir. Bu cephede de birinci kat çıkmaları bulunmaktadır. Birinci katta 102 no.lu odanın iki adet, 103 no.lu odanın bir adet ve 104 no.lu odanın üç adet penceresi bu cephede yer almaktadır. Aynı şekilde bu cephede de sıva dökülmeleri olduğundan birinci katın hımış duvar sistemi açıkça görülmektedir.

Güneybatı cephesinde arsada bulunan eğim sebebiyle yapının zemin katı toprak altında kalmaktadır (Şekil 3.21). Birinci katında ise herhangi bir açıklık bulunmayıp sağır bir cepheden oluşmaktadır. Çatıda kalkan duvar bulunmakta ve çatının bu cepheye eğimi olmadığı görülmektedir.

Kuzeybatı cephesinde yapının bahçesi bulunmaktadır (Şekil 3.21). Ana giriş cephesindeki ahşap kaplama duvar, bu cephenin de bir kısmında devam etmektedir. Yapının zemin kat sofasına giriş sağlayan ahşap bir kapı ve ahır mekanına giriş sağlayan başka bir ahşap kapısı bulunmaktadır. Sağdaki ahır mekanına giriş sağlayan kapı aslında orada bulunan pencerenin kapatılması için uygulanmış bir çözümdür. Soldaki kapı ise sofaya giriş sağlayan merdiven altına denk gelen kapıdır. Bunlar dışında zemin katta herhangi bir açıklık bulunmamaktadır. Birinci katta ise mutfakta bulunan iki adet pencere görülmektedir. Ayrıca sonradan eklenen lavabo ve tuvalet mekanlarının bu cephede çıkma yaptığı görülmektedir.



Şekil 3.20. Güneydoğu ve kuzeydoğu görünüşleri (Beypazarı Belediyesi, 2023)



Şekil 3.21. Kuzeybatı ve güneybatı görünüşleri (Beypazarı Belediyesi, 2023)

4. ALİ AY EVİNİN ISIL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

4.1. Ali AY Evi Mevcut Isı Kaybı Analizi

TS 825 Hesap Programında temel prensip yapının net ısı ihtiyacının hesaplanmasıdır. Bunun için yapıdaki ısı kayıpları ve ısı kazançları belirlenmekte ve birbirinden çıkartılarak net ısı ihtiyacı bulunmaktadır.

NET ISI İHTİYACI = ISI KAYIPLARI – ISI KAZANÇLARI (4.1)

TS 825'de belirtilen hesap metodunda, iletim, taşınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ile iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları dikkate alınmaktadır. Buna göre bir yapının ısıtma enerjisi ihtiyacını belirleyen faktörler iletim, taşınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları, ısıtma sisteminin karakteristikleri, dış ve iç iklim şartları, iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları olarak sıralanmaktadır.

Bir yapıda iç ortamda belli bir iç sıcaklığı (θ_i) sağlamak için gereken ısı enerjisinin bir bölümü yapıdaki iç kaynaklardan ve güneş enerjisinden sağlanabilmektedir. Kalan kısmı ise ısıtma sisteminin iç ortama sağlaması gerekmektedir. Bu ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olarak tanımlanır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, toplam ısı kayıplarından güneş enerjisi kazançları ve iç ısı kazançlarının çıkartılmasıyla hesaplanır. İZODER TS 825 hesap metodunda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, ısıtma dönemini kapsayan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunur. Bu da yapının ısıl performansının gerçeğe daha yakın olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aylık ısı kayıplarından ısı kazançlarının çıkartılmasıyla belirlenmektedir. Her ay için yapılan ısı ihtiyacı hesaplamasında, ifadenin negatif olduğu aylar sıfır olarak kabul edilmektedir. Sadece pozitif aylar için toplama yapılır.

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (4.2)$$

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t \quad (4.3)$$

Yapıda meydana gelen ısı kayıpları; binanın dış kabuğundan iletim, taşının ve havalandırma ile birim zamanda kaybedilen ısı enerjisi miktarının (Özgül ısı kaybı) dış ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı ile çarpılmasıyla elde edilir. Özgül ısı kaybı (H), iletim ve taşınım (H_T) yoluyla meydana gelen ısı kaybı ve havalandırma (H_V) yoluyla meydana gelen ısı kaybının toplamından oluşmaktadır.

$$H = H_T + H_V \quad (4.4)$$

Bu yapıda iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabında duvarlardan (dolgu ve taşıyıcı), tavandan, tabandan, pencerelerden, kapılardan meydana gelen ısı kayıplarının toplamı olarak ifade edilmektedir. Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı için ise programın giriş sayfasında proje bilgilerine doğal havalandırma tipi seçilmiştir.

Yapıda bir yandan ısı kayıpları meydana gelirken diğer yandan güneş enerjisi ve iç ısı kaynaklarından ısı kazançları meydana gelmektedir. Isı kazançları aylık ortalama iç kazançlar ($\phi_{i,ay}$) ve aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ($\phi_{s,ay}$) olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları başlığı altındaki kazançlar pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınımının hesaplanmasını tarif etmektedir. Aylık ortalama iç kazançlar ise insanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları, sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları, yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları, aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları ve binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançlarının toplamını ifade etmektedir.

Konutlarda, okullarda ve normal binalarda aylık ortalama iç kazanlar şu şekilde hesaplanır:

$$\phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n \ (W) \tag{4.5}$$

A_n: Bina kullanım alanı: $A_n = 0{,}32 \times V_{brüt}$ (m^2) (4.6)

Pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınımının hesaplanması ile pasif güneş enerjisinden sağlanacak kazançlar ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır:

$$\phi_{s,ay} = \Sigma\, r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \tag{4.7}$$

Burada bulunan "$r_{i,ay}$" değeri aylık ortalama gölgelenme faktörüdür ve binanın bulunduğu konuma göre üç farklı değer alabilmektedir. Ayrık (müstakil) veya az katlı (üç kata kadar) olan binaların bulunduğu yönlerde $r_{i,ay}$ değeri 0,8 olarak alınmaktadır. Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu veya on kata kadar yükseklikte olan binaların bulunduğu yönlerde $r_{i,ay}$ değeri 0,6 olarak alınmaktadır. Bitişik nizam veya on kattan yüksek binaların bulunduğu yönlerde $r_{i,ay}$ değeri 0,5 olarak alınmaktadır.

Güneş enerjisi geçirme faktörü olan "$g_{i,ay}$" ise aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$g_{i,ay} = F_w . g_{\perp} \tag{4.8}$$

Formülde yer alan "F_w" değeri 0,8 alınmaktadır. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü "$g_{\perp}$" değeri ise cam türüne göre farklılık göstermektedir. Renksiz tek cam için 0,85 değeri alınmaktadır. Renksiz

yalıtım camı için 0,75 değeri alınmaktadır. Isıl geçirgenlik katsayısı 2 W/m^2K'den küçük olan diğer ısı yalıtımlı camlar için ise 0,50 değeri alınmaktadır.

İzoder TS 825 programında bulunan hesap metodunda yer alan diğer bir faktör kazanç kullanım faktörünün hesabıdır. İçerideki ısı kazançları ve güneş enerjisi ile elde edilen kazançların toplamını, her zaman ısıtma ihtiyacını düşüren faydalı bir enerji olarak görmek doğru olmayabilir. Bunun nedeni, ısı kazançlarının yüksek olduğu zamanlarda bu enerjinin ısı kayıplarından fazla olması ya da bu ısı kazançlarının ısıtmaya ihtiyaç duyulmayan anlarda ortaya çıkabilmesidir. Ayrıca, iç ortam sıcaklığını kontrol eden sistemlerin tam anlamıyla çalışmadıkları göz önünde bulundurulur. Ek olarak yapı elemanları da bir miktar ısıyı içinde depolamaktadır. Bu nedenle iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılmaktadır. Bu faktörün büyüklüğü, ısı kazançlarının ve ısı kayıplarının bağıl büyüklüğüne ve binanın ısıl kütlesine bağlıdır. Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü (η_{ay}) aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanmaktadır:

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKOay)} \quad (4.9)$$

"KKO_{ay}" Kazanç / kayıp oranı olup, aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanmaktadır:

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay}) \quad (4.10)$$

Aylık kazanç kullanım oranı (KKO_{ay}) 2,5 ve üzerinde olduğunda, o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilmektedir.

Hesap metodunda ısıtılan ortamın ısı kaybına sebep olan yüzeyleri, bu ortamı dış ortamdan ve varsa ısıtılmayan ortamlardan ayıran duvar, döşeme, çatı, pencere ve kapılardan oluşmaktadır. Yapının tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılıyorsa yapının tamamı için ortalama bir iç sıcaklık değeri hesaplanarak yapı tek hacimli olarak ele alınmaktadır.

Programda TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardında tanımlanan hesap metoduna uygun olarak yıllık net ısıtma enerjisi ihtiyacı belirlenmektedir. Enerji verimli yapı tasarımı için net oda yüksekliğine bağlı olarak birim alan veya hacim başına hesaplanan yıllık net ısıtma ihtiyacı değerinin standartta tanımlanan sınır değerin altında olması gerekmektedir. Yıllık net ısıtma enerjisi ihtiyacının sınır değerleri yapının ısı kaybeden alanlarını toplamı (A_{top}) ile binanın brüt hacminin ($V_{brüt}$) oranına göre belirlenmektedir. Tespit edilen $A_{top}/V_{brüt}$ oranı ve yapının bulunduğu derece gün bölgesi göz önüne alınarak sınır değerler hesaplanmaktadır.

Yapının restorasyon önerisinde ısıl performansın iyileştirilmesi için önerilecek malzeme olan ısı yalıtım sıvaları bu yapı için birinci katta sıvalı duvarlarda uygulanabilmektedir. Öncelikle yapının ısı kaybı hesabı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması gerekmektedir. Bunun için de ısı kaybeden yüzeylerin tespit edilmesi gerekmektedir. Restorasyonunda yapıya sonradan eklenen wc ve lavabo mekanları kaldırılıp önceden yerinde seki olduğu düşünülen yükseltinin konulması kararlaştırılmıştır. Yapıda ısı kaybeden yüzeyler duvarlar, zemin kat taban döşemesi, çıkmaların taban döşemeleri ve çatı katı taban döşemesidir.

Zemin katta bulunan taş duvarlar kalınlıklarına göre ayrılmıştır. Ana giriş cephesi olan kuzeydoğu cephesinde taş duvar kalınlığı 70 cm'dir. Ayrıca kerpiç dolgulu ahşap iskeletli duvarda bulunmaktadır. Şekilde D1 detayı gösterilmiştir (Şekil 4.1.).

DUVAR		**Malzeme Yapı Bileşenleri**
Dış Havaya Açık		7.6.3. Taş Duvar-1 (70 cm)
D1-TAŞ DUVAR		
	ŞEMATİK GÖRSEL	 **Taş Duvar 70 cm**

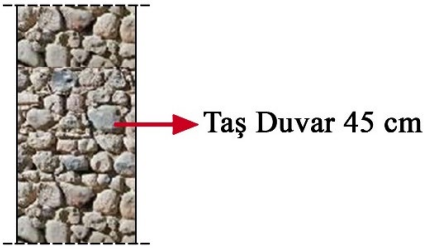
Şekil 4.1. D1-taş duvar detayı

Yapının güneydoğu cephesinde ve güneybatı cephesindeki toprak üstünde kalan taş duvar kalınlığı 65 cm ölçülmüştür. Yapının güneybatı cephesindeki toprak altında kalan kısım İZODER programında toprağa temas eden duvar yüzeyi bölümüne işlenmiştir. Şekilde D2-taş duvar detayı gösterilmiştir (Şekil 4.2.).

DUVAR		**Malzeme Yapı Bileşenleri**
Dış Havaya Açık		7.6.3. Taş Duvar-2 (65 cm)
D2-TAŞ DUVAR		
	ŞEMATİK GÖRSEL	 **Taş Duvar 65 cm**

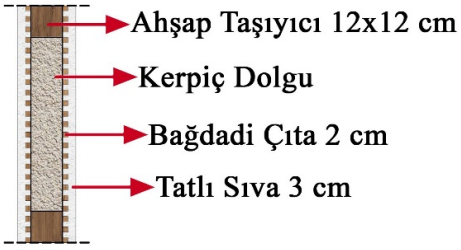
Şekil 4.2. D2-taş duvar detayı

Yapının kuzeybatı cephesindeki zemin kat taş duvar kalınlığı 45 cm ölçülmüştür. Bu cephede de ek olarak kerpiç dolgulu ahşap iskeletli duvar bulunmaktadır. Şekilde D3-taş duvar detayı gösterilmiştir (Şekil 4.3.).

DUVAR		Malzeme Yapı Bileşenleri
Dış Havaya Açık		7.6.3. Taş Duvar-3 (45 cm)
D3-TAŞ DUVAR		
	ŞEMATİK GÖRSEL	

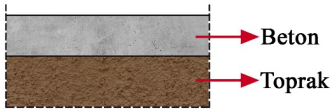
Şekil 4.3. D3-taş duvar detayı

Yapının birinci kattaki duvarlarının ve zemin katın da bir kısmında bulunan duvar yapım sistemi ahşap çatkı arası kerpiç dolgudan oluşmaktadır. Şekilde D4-ahşap duvar detayı gösterilmiştir (Şekil 4.4.).

DUVAR		Malzeme Yapı Bileşenleri
Dış Havaya Açık		(*) Tatlı Sıva
D4-AHŞAP DUVAR		(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet
		(*) Tatlı Sıva
	ŞEMATİK GÖRSEL	

Şekil 4.4. D4-ahşap duvar detayı

Taban döşemesi olarak yapıda ısı kaybına sebep olan kısımlardan biri toprağa oturan döşeme kısmıdır. Zemin kat tabanının detayı Şekilde gösterilmiştir (Şekil 4.5.)

TABAN		Malzeme Yapı Bileşenleri
Toprağa Temas Eden		5.1.2. Donatısız Beton
ZEMİN KAT TABAN		
	ŞEMATİK DETAY	

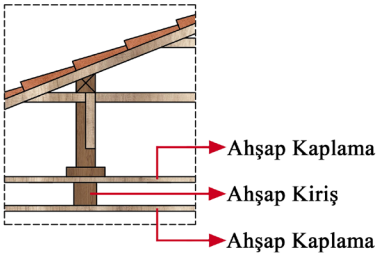
Şekil 4.5. Zemin kat taban döşemesi detayı

Isı kaybı oluşan diğer taban döşemesi çıkma alanlarıdır. Çıkmalar programda açık geçit üzeri olarak ifade edilmektedir. Çıkma detayı şekilde gösterilmiştir (Şekil 4.6.).

TABAN		Malzeme Yapı Bileşenleri
Açık Geçit Üzeri		8.1.2. Ahşap Kaplama
ÇIKMA DÖŞEMESİ		8.1.2. Ahşap Kiriş
	ŞEMATİK DETAY	

Şekil 4.6. Kapalı çıkma döşeme detayı

Kullanılmayan çatı döşemesi de ısı kaybı hesabına alınan yapı elemanıdır. Çatı döşemesinin detayı şekilde gösterilmiştir (Şekil 4.7.).

TAVAN		Malzeme Yapı Bileşenleri
Çatı Arası Kullanılmayan		8.1.2. Ahşap Kaplama
ÇATI DÖŞEMESİ		8.1.2. Ahşap Kiriş
		8.1.2. Ahşap Kaplama
	ŞEMATİK GÖRSEL	

Şekil 4.7. Çatı döşemesi detayı

Kesit detayları oluşturulan yapının veri girişleri için İZODER TS 825 programının başlangıç sayfasındaki referans olarak kullanılacak bilgiler hesaplanmıştır. Hesaplama bilgileri kısmında bölgeye göre sabit alınan değerler bulunmaktadır. Ayrıca bina ile ilgili girilmesi gereken değerler girilmiştir. Yapının toplam brüt hacmi 540 m³'tür.

Yapının ısı kaybeden yüzeyleri çıkarıldıktan sonra bu kısımların ısıl iletkenlik katsayıları araştırılmıştır. Yapının program içerisinde bulunan malzemelerden oluşan kısımları İZODER'deki değerler baz alınarak hesaplamaya dahil edilmiştir. Kerpiç dolgulu ahşap iskelet sisteminin ısıl iletkenlik hesap değeri program içerisinde yer almadığından kaynak araştırması sonucu Sezer ve Aydın (2017) 'ın makalesinden yola çıkılarak bu değer kullanılmıştır. Ayrıca Beypazarı Evlerine özgü Tatlı Sıva olarak adlandırılan sıvanın da ısıl iletkenlik değeri İZODER programında yer almamaktadır. Bu yapı malzemesinin ısıl iletkenlik katsayısı için de literatürde yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır. Saliha Erdurmuş'un Beypazarı Evleri ile ilgili yaptığı yüksek lisans tezinden yararlanılarak Tatlı Sıva'nın ısıl iletkenlik hesap değeri elde edilmiştir. Elde edilen veriler kesitler doğrultusunda programa işlenmiştir. Mevcuttaki durumda tatlı sıva bulunan yerler vardır ve korumaya yönelik olarak hesaplamalara tatlı sıva da dahil edilmiştir. Sonuç olarak yapının mevcut durumunun özgül ısı kaybı hesabı çizelgesi ve ısıtma enerjisi ihtiyacı çizelgesi elde edilmiştir.

Kesitler oluşturulduktan sonra programın veri girişleri kısmından duvar kesitleri girilmiştir. D1, D2, D3 taş duvar kesitleri için kullanılan malzeme program içerisinde tanımlı olan malzemelerden bulunmuştur. Malzemenin kalınlığı ve alanı girildikten sonra U değeri hesaplanmıştır. D4 duvar kesitinin U değeri hesabı için araştırılan ahşap iskelet kerpiç dolgu λ değeri kullanılmıştır. Bu veri programa eklenmiştir. Duvar kalınlığı ve yapıdaki toplam alanı girildikten sonra U değeri hesaplanmıştır. Zemin katta toprak temaslı taş duvar için ayrıca ilgili sekmede duvar kalınlığı ve alanı girilerek U değeri hesaplanmıştır. Böylece ısı kaybı oluşan duvar yüzeyleri programa işlenmiştir. Sonrasında taban döşemeleri için zemin kat tabanı programda toprağa oturan döşeme olarak katman kalınlıkları ve alanı girilerek U değeri hesaplanmıştır. Çıkma alanlarında kaybedilen ısının hesabı için ayrıca açık geçit üzeri sekmesinde kalınlıklar ve alanı girilip U değeri hesaplanmıştır.

Tavan döşemesinde ise çatı katının taban detayı (Şekil 4.7.) programa eklenmiş, malzeme kalınlıkları ve alan değerleri girilmiştir. Bu işlemler sonrasında pencerelerin malzeme bilgisi ve toplam pencere alanı pencere sekmesine yazılmıştır. Ardından güneş

enerjisi kazancı sekmesinde hangi yönde ne kadar metrekare pencere alanı olduğu programa işlenmiştir. Daha sonra kapı alanları ve malzeme bilgileri girilip hesaplamada kullanılacak bilgiler mevcut durum için tamamlanmıştır.

Binanın termal özelliklerinin analizi, duvarlar, tavan, zemin, pencereler ve kapılar dahil olmak üzere çeşitli yapısal elemanların ayrıntılı bir incelemesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Binanın ısıl performansını anlamak için her bir yapı elemanının özgül ısı kaybı hesaplanmaktadır (Şekil 4.8.). Yapı elemanları aracılığıyla ısı kaybına ek olarak, havalandırma sistemi de ısı kaybına katkıda bulunur. Hem yapı elemanları hem de havalandırma dahil olmak üzere bulunan sonuçlar toplanarak toplam özgül ısı kaybına ulaşılır (Şekil 4.9.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-AHŞAP DUVAR	(*) Tatlı Sıva	0,03	2,2	0,0136			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,03	2,2	0,0136			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,597**	**1,674**	**118,96**	**199,17**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.8. Mevcut toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**708,61**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....

Σ AU = **708,61**

Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
HT = Σ AU + l Ul

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ... **822,66** ..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.9. Mevcut toplam özgül ısı kaybı hesabı

Isı kaybı ile birlikte program içerisinden yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı tablosu da bulunmaktadır (Şekil 4.10.). Binanın enerji verimliliğini anlamak ve gerekli standartları karşılayıp karşılamadığını görmek için bu tablo önemlidir. Tabloda ısı kaybı sütununda aylık sıcaklık farkları göz önünde bulundurularak aylık ısı kaybı hesapları görülmektedir. Isı kazançları bölümünde iç ısı kazançları ve güneş enerjisinden elde edilen enerji hesaba katılarak programın net enerji gereksinimini belirlemesine olanak sağlamaktadır. Buna ilave olarak kazanç kayıp oranı ve kazanç kullanım faktörü bulunmaktadır. Bu değerler doğrultusunda hem ısı kaybı hem de ısı kazancı hesaba katılarak binanın ısıtılması için hesaplanan enerji ihtiyacı bulunmaktadır.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	822,66	19,3	15.877	864	510	1.374	0,09	1,00	37.592.652
ŞUBAT		18,9	15.548		620	1.484	0,10	1,00	36.454.598
MART		14,9	12.258		694	1.558	0,13	1,00	27.733.451
NİSAN		8,9	7.322		764	1.628	0,22	0,99	14.800.253
MAYIS		4,6	3.784		825	1.689	0,45	0,89	5.912.445
HAZİRAN		0,5	411		857	1.721	4,18	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.481		724	1.588	1,07	0,61	1.327.332
EKİM		7,4	6.088		620	1.484	0,24	0,98	12.009.731
KASIM		13,4	11.024		485	1.349	0,12	1,00	25.076.677
ARALIK		17,7	14.561		449	1.313	0,09	1,00	34.339.029

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh

$Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$ = 195.246.463

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10^{-3} x x 195.246.463 (kj) = 54.279 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiya

Q = $Q_{yıl}$/ Vbrut 100,52 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$= 0,79 oranı 3. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (100,52>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.10. Mevcut yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.2. Ali AY Evi Isı Yalıtım Sıvası Kalınlık Tespiti Uygulamaları

Türkiye'de ve dünya genelinde kullanılan ısı yalıtım sıvaları araştırılmıştır. Sonuç olarak üç adet ulusal örnek (TR-IYS-1, TR-IYS-2, TR-IYS-3) ve üç adet uluslararası örnek (Y-IYS-1, Y-IYS-2, Y-IYS-3) ısı yalıtım sıvası İZODER TS 825 programına işlenmiştir. Yapıdaki sıvalı yüzeylere ısı yalıtım sıvaları işlenmiştir. Bu kısımlar zemin katta giriş kapısının bulunduğu bir kısım duvar, merdiven kenarına denk gelmekte olan duvar yüzeyleri ve birinci kat duvarlarından oluşmaktadır. Zemin kattaki taş duvarlara içten ve dıştan ısı yalıtım sıvası uygulaması yapmak restorasyon açısından uygun bir yaklaşım olmadığı için yapılmamıştır. Öncelikle ısı yalıtım sıvalarının TS 825 standardına göre bu bölge için olması gereken maksimum özgül ısı kaybını hangi kalınlıkta sağladıklarını tespit etmek için uygulamada farklı kalınlık denemeleri yapılmıştır. Sonuç olarak ısıl iletkenlik katsayılarına göre ısı yalıtım sıvalarının olması gereken minimum kalınlıkları hesaplanmıştır. Ardından ısıl iletkenlik katsayısı en yüksek olan ısı yalıtım sıvası için bulunan kalınlık değeri diğer sıvalarda da uygulanarak aynı kalınlık uygulandığında sıvalar arasındaki ısıl performans karşılaştırmasının yapılması sağlanmıştır.

4.2.1. TR-IYS-1 Uygulaması

Ülkemizde kullanılan ısı yalıtım sıvalarından ilk örnek, yüksek sıcaklıklarda eritilen silikatların hava ile şişirilerek mikro boyutlu kürecikler halinde üretilmesiyle elde edilen yenilikçi bir malzemedir. Bu malzemenin temel bileşenleri, içlerinde durgun hava barındıran mikron ölçekli silikat kürecikleridir. Bu yapı, ısı, su, ses ve yangın yalıtımı sağlarken aynı zamanda UV ışınlarına karşı dayanıklılık da sunmaktadır. Hafif yapısı sayesinde binalara minimum yük bindiren malzeme, 1 m² alana yaklaşık 700-800 gram yük getirmektedir. Ayrıca ısı yalıtım sıvasının radyan ısıyı yansıtma özelliği, enerji verimliliğini artırırken sera etkisini azaltan önemli bir faktördür. Reflekte özelliği sayesinde klasik yalıtım malzemelerinde sıkça karşılaşılan ısı birikimi sorununu ortadan kaldırarak, binaların iç sıcaklık dengesini korumakta ve dış duvarlarda sera etkisinin oluşmasını engellemektedir (URL-6).

TR-IYS-1 ısı yalıtım sıvasının ısıl iletkenlik katsayısı 0,035 W/mK'dir. Bölgelere göre duvar U değerlerinin olması gereken en yüksek değer üçüncü bölge için 0,50 W/m²K'dir. Buna göre ısı yalıtım sıvası uygulanacak duvar yüzeyinin İzoder TS 825'e göre en fazla 0,50 W/m²K'i sağlaması için gereken TR-IYS-1 kalınlığı 2,5 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.11.).

Hesaplama sonucunda iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarı 568,24 W/K'dir. Havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybı ise 114,05 W/K'dir. İletim ve taşınım yoluyla oluşan ısı kaybı ile havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının toplanmasıyla yapının toplam özgül ısı kaybı 682,29 W/K olarak bulunmuştur (Şekil 4.12.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-TR-IYS-1	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-1	0,025	0,035	0,7143			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap Iskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-1	0,025	0,035	0,7143			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,026**	**0,494**	**118,96**	**58,77**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.11. TR-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**568,24**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....

Σ AU = **568,24**

Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
HT = Σ AU + l Ul

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ...**682,29**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.12. TR-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı

4.2.2. TR-IYS-2 Uygulaması

Ülkemizde kullanılan ısı yalıtım sıvalarında ikinci örnek, hibrit teknolojisi ile üretilmiş, genleşmiş polistiren tanecikleri içeren ve organik-inorganik bileşenlerin birlikte kullanılmasıyla geliştirilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Bu malzeme, düşük su emme kapasitesi ve yüksek buhar geçirgenliği ile uygulandığı yüzeylerde uzun ömürlü bir koruma sağlamaktadır. Organik yapıdaki genleşmiş polistiren taneciklerinin çevresini kaplayan inorganik katkılar, malzemenin hem ısıl performansını artırmakta hem de yoğuşmayı önleyerek binaların nefes alabilme kapasitesini maksimize etmektedir. Bu yapısıyla özellikle ısı köprülerini engellemektedir. Isıl performansın yanı sıra, darbelere karşı dayanıklılığı ve A sınıfı yangın direnci ile binalarda koruma sağlamaktadır. Hibrit yapısı, malzemenin yıllar içerisinde performansını yitirmesini engelleyerek, kış aylarında enerji tasarrufu ve yaz aylarında ise soğutma giderlerini azaltma konusunda katkılar sunmaktadır. Ayrıca, ürünün çevre dostu yapısı ve düşük bakım gereksinimleri, sürdürülebilir yapı teknolojileri açısından da öne çıkmaktadır (URL-1).

TR-IYS-2 ısı yalıtım sıvasının ısıl iletkenlik katsayısı 0,043 W/mK'dir. Bölgelere göre duvar U değerlerinin olması gereken en yüksek değer üçüncü bölge için 0,50 W/m²K'dir. Buna göre ısı yalıtım sıvası uygulanacak duvar yüzeyinin İzoder TS 825'e göre en fazla 0,50 W/m²K'i sağlaması için gereken TR-IYS-2 kalınlığı 3,5 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.13.).

Hesaplama sonucunda iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarı 562,88 W/K'dir. Havalandırma yoluyla meydana gelen ısı kaybı ise 114,05 W/K'dir. İletim ve taşınım yoluyla oluşan ısı kaybı ile havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının

toplanmasıyla yapının toplam özgül ısı kaybı 676,93 W/K olarak bulunmuştur (Şekil 4.14.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-TR-IYS-2	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-2	0,035	0,043	0,8140			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-2	0,035	0,043	0,8140			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,225**	**0,449**	**118,96**	**53,41**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.13. TR-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**562,88**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....

Σ AU = **562,88**

Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
HT = Σ AU + I UI

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ...**676,93**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.14. TR-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı

4.2.3. TR-IYS-3 Uygulaması

Ülkemizde kullanılan ısı yalıtım sıvalarında üçüncü örnek, içerisinde bor genleştirilmiş mineraller ve mineral elyaflar barındıran kompozit bir ısı yalıtım sıvasıdır. İnorganik kompozit yapısı sayesinde ısı, ses, su ve yangın yalıtımını bir arada sağlayan hafif bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, düşük difüzyon direnci ile duvarların nefes almasını sağlayarak rutubet, küf, nem ve bakteri oluşumunu önlemekte, böylece sağlıklı ve konforlu bir iç mekân atmosferi oluşturmaktadır. İçeriğinde insan sağlığına zararlı kimyasal maddeler ya da kanserojen bileşenler bulundurmaması, ürünün çevre dostu ve sürdürülebilir yapı teknolojileri açısından önemini vurgulamaktadır. Malzemenin hafif yapısı, binalara ekstra yük bindirmemekte, aynı zamanda delik açma ya da dübel kullanma gereksinimini ortadan kaldırarak deprem dayanımını olumsuz etkilemeden dış cephede bütünsel bir kaplama sağlamaktadır. Yüksek yapışma mukavemeti ile kopma, dökülme ya da çatlama gibi sorunlar göstermemekte ve rijit yapısı sayesinde mekanik dayanıklılık sunmaktadır; bu sayede üzerine çivi çakılabilmekte, korozyon ve paslanma yapmamakta, mikroorganizmalar tarafından tahrip edilmemekte ve çürümemektedir. Su ve nem geçirmez özellikleri, malzemenin duvarlarda uzun vadeli koruma sağlamasına olanak tanırken, kolay uygulama imkânı ile işçilik ve zamandan tasarruf sağlamaktadır. Tüm bu özellikleriyle kompozit ısı yalıtım sıvası, binaların enerji verimliliğini artırarak, sürdürülebilir, güvenli ve sağlıklı yaşam alanları oluşturulmasına katkı sunmaktadır (URL-3).

TR-IYS-3 ısı yalıtım sıvasının ısıl iletkenlik katsayısı 0,049 W/mK'dir. Bölgelere göre duvar U değerlerinin olması gereken en yüksek değer üçüncü bölge için 0,50 W/m²K'dir. Buna göre ısı yalıtım sıvası uygulanacak duvar yüzeyinin İzoder TS 825'e göre en fazla 0,50 W/m²K'i sağlaması için gereken TR-IYS-3 kalınlığı 3,5 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.15.).

Hesaplama sonucunda iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarı 568,24 W/K'dir. Havalandırma yoluyla meydana gelen ısı kaybı ise 114,05 W/K'dir. İletim ve taşınım yoluyla oluşan ısı kaybı ile havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının toplanmasıyla yapının toplam özgül ısı kaybı 682,29 W/K olarak bulunmuştur (Şekil 4.16.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-TR-IYS-3	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-3	0,035	0,049	0,7143			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap Iskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-3	0,035	0,049	0,7143			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,026**	**0,494**	**118,96**	**58,77**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Uzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.15. TR-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**568,24**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....	İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
Σ AU = **568,24**	HT = Σ AU + I Ul
Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ...**682,29**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.16. TR-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı

4.2.4. Y-IYS-1 Uygulaması

Yurt dışında kullanılan ısı yalıtım sıvalarından ilk örnek, çevre dostu bir ısı yalıtım sistemi olarak tasarlanmış, geri dönüştürülmüş granül mantar (tanecik boyutu 0-3 mm), kil, diatomlu tozlar ve doğal hidrolik kireç ile güçlendirilmiş bir ısı yalıtım sıvasıdır. Hem iç hem de dış mekanlar için yüksek buhar geçirgenliğine sahip doğal bir bileşik olan bu sıva hem ısı yalıtımı hem de nemden arındırma uygulamaları için geliştirilmiştir. İçeriğinde kullanılan mantarın soğuğa karşı yalıtım sağlama kabiliyeti ile taşın ısıya karşı koruma sağlayan özelliklerini birleştiren bir yalıtım çözümü sunulmaktadır. Mantarın gözenekli yapısı ve sıvanın içerisindeki kireç, bakteri oluşumunu engellemekte ve küf oluşumunu önleyen bir malzeme haline getirmektedir. Ayrıca, tarihi yapıların restorasyonu için kullanılmaktadır. Doğal hidrolik kireç ile üretilmiş olup, basınç dayanımı sunmakta ve eski sıvalar üzerine uygulanabilmektedir. Ek olarak tüm ısı yalıtım sıvaları gibi derz gerektirmeyen bütüncül dış cephe yalıtımı sağlamaktadır (URL-5).

Y-IYS-1 ısı yalıtım sıvasının ısıl iletkenlik katsayısı 0,037 W/mK'dir. Bölgelere göre duvar U değerlerinin olması gereken en yüksek değer üçüncü bölge için 0,50 W/m²K'dir. Buna göre ısı yalıtım sıvası uygulanacak duvar yüzeyinin İzoder TS 825'e göre en fazla 0,50 W/m²K'i sağlaması için gereken Y-IYS-1 kalınlığı 3 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.17.).

Hesaplama sonucunda iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarı 563,12 W/K'dir. Havalandırma yoluyla meydana gelen ısı kaybı ise 114,05 W/K'dir. İletim ve taşınım yoluyla oluşan ısı kaybı ile havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının toplanmasıyla yapının toplam özgül ısı kaybı 677,17 W/K olarak bulunmuştur (Şekil 4.18.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-Y-IYS-1	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-1	0,03	0,037	0,8108			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-1	0,03	0,037	0,8108			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,219**	**0,451**	**118,96**	**53,65**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.17. Y-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**563,12**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....	İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
Σ AU = **563,12**	HT = Σ AU + l Ul
Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K
H = Hi + Hh = ...**677,17**..... W/K	

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.18. Y-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı

4.2.5. Y-IYS-2 Uygulaması

Yurt dışında kullanılan ısı yalıtım sıvalarından ikinci örnek, Y-IYS-1 ile aynı içeriğe sahip olup ısıl iletkenlik katsayısı 0,045 W/mK olan bir ısı yalıtım sıvasıdır (URL-4). Bölgelere göre duvar U değerlerinin olması gereken en yüksek değer üçüncü bölge için 0,50 W/m²K'dir. Buna göre ısı yalıtım sıvası uygulanacak duvar yüzeyinin İzoder TS 825'e göre en fazla 0,50 W/m²K'i sağlaması için gereken Y-IYS-2 kalınlığı 3,5 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.19.).

Hesaplama sonucunda iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarı 564,79 W/K'dir. Havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybı ise 114,05 W/K'dir. İletim ve taşınım yoluyla oluşan ısı kaybı ile havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının toplanmasıyla yapının toplam özgül ısı kaybı 678,84 W/K olarak bulunmuştur (Şekil 4.20.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-Y-IYS-2	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-2	0,035	0,045	0,7778			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-2	0,035	0,045	0,7778			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,153**	**0,465**	**118,96**	**55,32**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM	**0,5 x A x U**			**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM	**0,8 x A x U**			**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM	**0,5 x A x U**			**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.19. Y-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**564,79**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....	İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
Σ AU = **564,79**	HT = Σ AU + l Ul
Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
	Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ...**678,84**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.20. Y-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı

4.2.6. Y-IYS-3 Uygulaması

Yurt dışında kullanılan ısı yalıtım sıvalarından üçüncü örnek, genleştirilmiş perlit içeren bir yalıtım agregası kullanılarak yüksek buhar geçirgenliğine sahip, hafif ve ısı yalıtımı sağlayan bir ısı yalıtım sıvasıdır. Hem iç hem de dış duvarlarda önemli termal ve akustik yalıtım kazançları sağlamaktadır. Genleştirilmiş perlitin açık hücreli, petek yapısı, uygulandığında duvar boyunca ısı ve ses iletimini azaltan termal dirençli bir bariyer oluşturmaktadır. Bu yapı hem dış cephe sıvası hem de iç mekân sıvası olarak kullanıldığında ısı ve ses geçişini minimize etmektedir. Yüksek buhar geçirgenliği, yapının nefes almasını sağlayarak, nem hasarı ve küf oluşumu riskini azaltmaktadır. Bu özellik, uzun vadede yapıların dayanıklılığını ve sağlıklı iç mekan koşullarını koruması açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Malzemenin hem termal hem de akustik yalıtım sağlaması, enerji verimliliğini artırırken, aynı zamanda iç mekân konforunu iyileştirmekte ve binaların sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır (URL-2).

Y-IYS-3 ısı yalıtım sıvasının ısıl iletkenlik katsayısı 0,060 W/mK'dir. Bölgelere göre duvar U değerlerinin olması gereken en yüksek değer üçüncü bölge için 0,50 W/m²K'dir. Buna göre ısı yalıtım sıvası uygulanacak duvar yüzeyinin İzoder TS 825'e göre en fazla 0,50 W/m²K'i sağlaması için gereken Y-IYS-3 kalınlığı 4,5 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.21.).

Hesaplama sonucunda iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarı 566,21 W/K'dir. Havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybı ise 114,05 W/K'dir. İletim ve taşınım yoluyla oluşan ısı kaybı ile havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının toplanmasıyla yapının toplam özgül ısı kaybı 680,26 W/K olarak bulunmuştur (Şekil 4.22.).

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-Y-IYS-3	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-3	0,045	0,06	0,7500			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap Iskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-3	0,045	0,06	0,7500			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,097**	**0,477**	**118,96**	**56,74**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Uzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.21. Y-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**566,21**

$\Sigma AU = U_{DAD} + U_{P}.A_{P} + U_{K}.A_{K} + 0.8\ U_{T}.A_{T} + 0.5\ U_{t}A_{t} + U_{d}A_{d} + \ldots$

$\Sigma AU =$ **566,21**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_V$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + l\ Ul$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_V = 0,33 . n_h . V_h$ = **114,05** W/K

$H = H_i + H_h$ = ... **680,26** ..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.22. Y-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı

4.3. Ali AY Evi Aynı Kalınlıkta Isı Yalıtım Sıvası Uygulamaları

Programda yapı bütüncül olarak ele alındığından ısı kaybına sebep olan yüzeylerin toplam alanı üzerinden hesaplama yapılmaktadır. Bu sebeple her katta aynı kalınlık uygulaması yapılmıştır. Isı yalıtım sıvalarının bölgelere göre olması gereken duvar U değerini sağladığı kalınlıkları tespit edildikten sonra en fazla kalınlıkta olan sıva baz alınarak bu kalınlık (4,5 cm) tüm ısı yalıtım sıvalarına uygulanmıştır.

4.3.1. TR-IYS-1 Uygulaması

TR-IYS-1'in 4,5 cm uygulamasının sonucunda (Şekil 4.23.) iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 661,11 W/K olmuştur (Şekil 4.24.). Mevcut duruma göre %19,64 oranında verimlilik sağlamıştır.

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-TR-IYS-1	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-1	0,045	0,035	1,2857			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-1	0,045	0,035	1,2857			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**3,169**	**0,316**	**118,96**	**37,54**
DUVAR:Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.23. TR-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**547,06**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....

Σ AU = **547,06**

Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
HT = Σ AU + l Ul

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ... **661,11** ..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.24. TR-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı

TR-IYS-1 uygulamasında tablodaki son hesaplama, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını, yani 77,86 kWh/m³'ü göstermektedir (Şekil 4.25.). Bu değer, binanın enerji gereksiniminin olması gereken sınırı aştığını göstermesine rağmen [Q>Q' (77,86>30,86)] mevcut durumdaki ısı ihtiyacını %22,54 oranında azaltmıştır. Bu ısı yalıtım sıvası binanın ısıl performans açısından verimli olmasını sağlayabilmekte ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	661,11	19,3	12.759	864	510	1.374	0,11	1,00	29.511.016
ŞUBAT		18,9	12.495		620	1.484	0,12	1,00	28.540.458
MART		14,9	9.851		694	1.558	0,16	1,00	21.494.261
NİSAN		8,9	5.884		764	1.628	0,28	0,97	11.157.728
MAYIS		4,6	3.041		825	1.689	0,56	0,83	4.248.822
HAZİRAN		0,5	331		857	1.721	5,21	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.190		724	1.588	1,33	0,53	903.048
EKİM		7,4	4.892		620	1.484	0,30	0,96	8.988.055
KASIM		13,4	8.859		485	1.349	0,15	1,00	19.465.593
ARALIK		17,7	11.702		449	1.313	0,11	1,00	26.927.373

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3} $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$ = 151.236.649

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10 $^{-3}$ x 151.236.649 (kj) = 42.044 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim *bina*na düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyac

Q = Q yıl/ Vbrut 77,86 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$ = 0,79 oranı 3. bölge için EK A.2'deki Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (77,86>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.25. TR-IYS-1 yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.3.2. TR-IYS-2 Uygulaması

TR-IYS-2'nin 4,5 cm uygulamasının sonucunda (Şekil 4.26.) iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 667,77 W/K olmuştur (Şekil 4.27.). Mevcut duruma göre %18,83 oranında verimlilik sağlamıştır.

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-TR-IYS-2	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-2	0,045	0,043	1,0465			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-2	0,045	0,043	1,0465			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,690**	**0,372**	**118,96**	**44,25**
DUVAR:Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.26. TR-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**553,72**

Σ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd +....

Σ AU = **553,72**

Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
HT = Σ AU + I UI

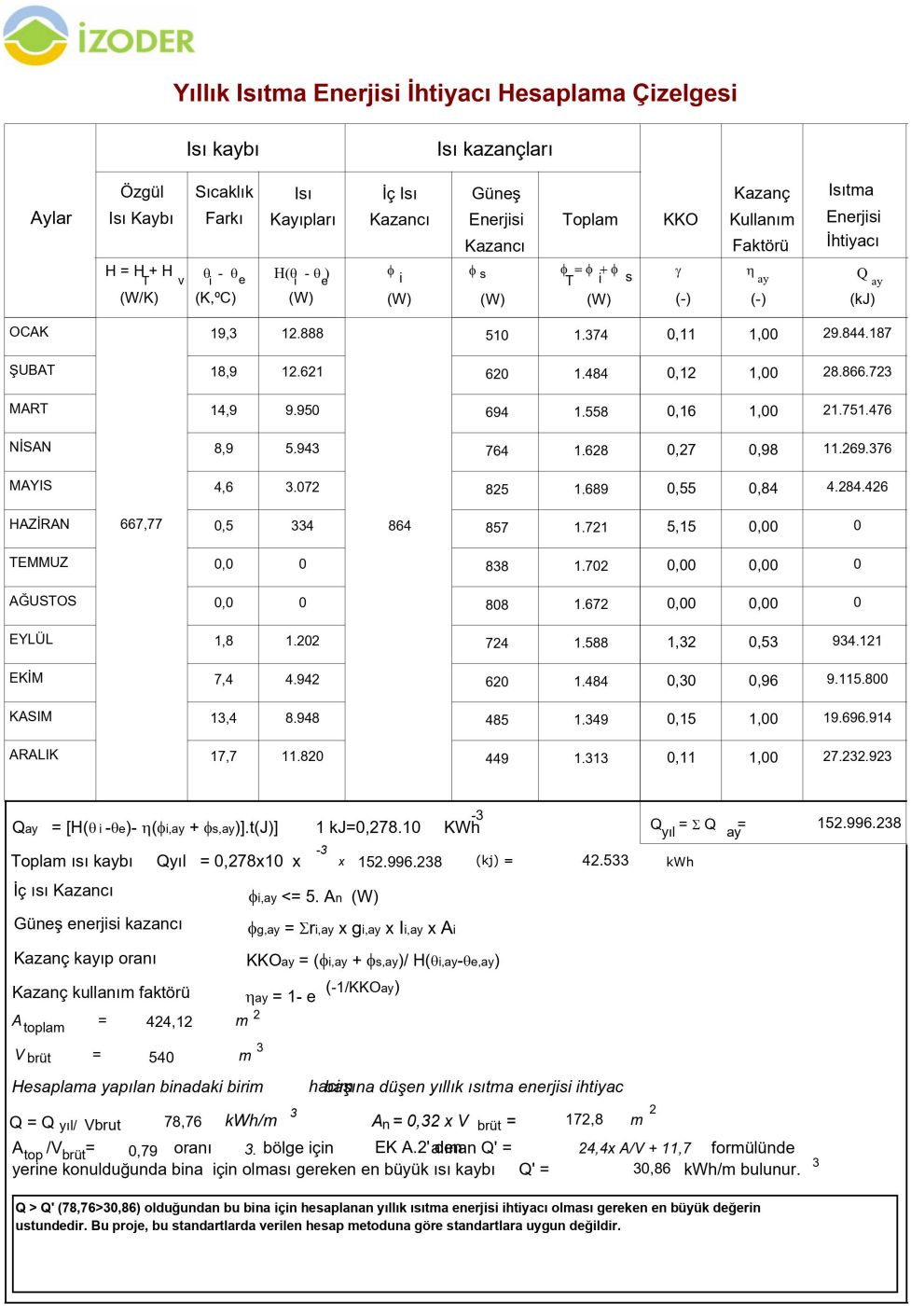
Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . nh . Vh = **114,05** W/K

H = Hi + Hh = ... **667,77** ..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.27. TR-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı

TR-IYS-2 uygulamasında tablodaki son hesaplama, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını, yani 78,76 kWh/m³'ü göstermektedir (Şekil 4.28.). Bu değer, binanın enerji gereksiniminin olması gereken sınırı aştığını göstermesine rağmen [Q>Q' (78,76>30,86)] mevcut durumdaki ısı ihtiyacını %21,65 oranında azaltmıştır. Bu ısı yalıtım sıvası binanın ısıl performans açısından verimli olmasını sağlayabilmekte ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.



İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		19,3	12.888		510	1.374	0,11	1,00	29.844.187
ŞUBAT		18,9	12.621		620	1.484	0,12	1,00	28.866.723
MART		14,9	9.950		694	1.558	0,16	1,00	21.751.476
NİSAN		8,9	5.943		764	1.628	0,27	0,98	11.269.376
MAYIS		4,6	3.072		825	1.689	0,55	0,84	4.284.426
HAZİRAN	667,77	0,5	334	864	857	1.721	5,15	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.202		724	1.588	1,32	0,53	934.121
EKİM		7,4	4.942		620	1.484	0,30	0,96	9.115.800
KASIM		13,4	8.948		485	1.349	0,15	1,00	19.696.914
ARALIK		17,7	11.820		449	1.313	0,11	1,00	27.232.923

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3} $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$ = 152.996.238

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10 $^{-3}$ x 152.996.238 (kj) = 42.533 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacme düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyac

Q = $Q_{yıl}$/ Vbrut 78,76 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$= 0,79 oranı 3. bölge için EK A.2'deki Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (78,76>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.28. TR-IYS-2 yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.3.3. TR-IYS-3 Uygulaması

TR-IYS-3'ün 4,5 cm uygulamasının sonucunda (Şekil 4.29.) iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 672,41 W/K olmuştur (Şekil 4.30.). Mevcut duruma göre %18,26 oranında verimlilik sağlamıştır.

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-TR-IYS-3	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-3	0,045	0,049	0,9184			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap Iskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) TR-IYS-3	0,045	0,049	0,9184			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,434**	**0,411**	**118,96**	**48,87**
DUVAR:Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.29. TR-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					**558,36**	

$\Sigma AU = U_D A_D + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8\ U_T.A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_d + ...$

$\Sigma AU =$ **558,36**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + l\ Ul$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_v = 0,33 . nh . Vh$ = **114,05** W/K

$H = H_i + H_h$ = ...672,41..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.30. TR-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı

TR-IYS-3 uygulamasında tablodaki son hesaplama, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını, yani 79,43 kWh/m³'ü göstermektedir (Şekil 4.31.). Bu değer, binanın enerji gereksiniminin olması gereken sınırı aştığını göstermesine rağmen [Q>Q' (79,43>30,86)] mevcut durumdaki ısı ihtiyacını %20,98 oranında azaltmıştır. Bu ısı yalıtım sıvası binanın ısıl performans açısından verimli olmasını sağlayabilmekte ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		19,3	12.978		510	1.374	0,11	1,00	30.076.306
ŞUBAT		18,9	12.709		620	1.484	0,12	1,00	29.094.031
MART		14,9	10.019		694	1.558	0,16	1,00	21.930.676
NİSAN		8,9	5.984		764	1.628	0,27	0,98	11.376.415
MAYIS		4,6	3.093		825	1.689	0,55	0,84	4.339.749
HAZİRAN	672,41	0,5	336	864	857	1.721	5,12	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.210		724	1.588	1,31	0,53	955.769
EKİM		7,4	4.976		620	1.484	0,30	0,96	9.204.799
KASIM		13,4	9.010		485	1.349	0,15	1,00	19.858.074
ARALIK		17,7	11.902		449	1.313	0,11	1,00	27.445.799

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3} $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 154.281.912

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10 $^{-3}$ x 154.281.912 (kj) = 42.890 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacme düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Q = Q yıl/ Vbrut 79,43 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$ = 0,79 oranı 3. bölge için EK A.2'deki Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (79,43>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.31. TR-IYS-3 yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.3.4. Y-IYS-1 Uygulaması

Y-IYS-1'in 4,5 cm uygulamasının sonucunda (Şekil 4.32.) iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 662,78 W/K olmuştur (Şekil 4.33.). Mevcut duruma göre %19,43 oranında verimlilik sağlamıştır.

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-Y-IYS-1	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-1	0,045	0,037	1,2162			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-1	0,045	0,037	1,2162			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**3,030**	**0,330**	**118,96**	**39,26**
DUVAR:Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.32. Y-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**548,73**

$\Sigma AU = U_DA_D + U_P.A_P + U_K.A_K + 0.8\ U_T.A_T + 0.5\ U_tA_t + U_dA_d + ...$

$\Sigma AU =$ **548,73**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_V$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + I\ UI$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_V = 0,33 . n_h . V_h$ = **114,05** W/K

$H = H_i + H_h$ = ... **662,78** ..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.33. Y-IYS-1 toplam özgül ısı kaybı hesabı

Y-IYS-1 uygulamasında tablodaki son hesaplama, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını, yani 78,07 kWh/m³'ü göstermektedir (Şekil 4.34.). Bu değer, binanın enerji gereksiniminin olması gereken sınırı aştığını göstermesine rağmen [Q>Q' (78,07>30,86)] mevcut durumdaki ısı ihtiyacını %22,33 oranında azaltmıştır. Bu ısı yalıtım sıvası binanın ısıl performans açısından verimli olmasını sağlayabilmekte ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		19,3	12.792		510	1.374	0,11	1,00	29.594.559
ŞUBAT		18,9	12.527		620	1.484	0,12	1,00	28.622.269
MART		14,9	9.875		694	1.558	0,16	1,00	21.558.758
NİSAN		8,9	5.899		764	1.628	0,28	0,97	11.196.253
MAYIS		4,6	3.049		825	1.689	0,55	0,84	4.224.929
HAZİRAN	662,78	0,5	331	864	857	1.721	5,19	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.193		724	1.588	1,33	0,53	910.839
EKİM		7,4	4.905		620	1.484	0,30	0,96	9.020.087
KASIM		13,4	8.881		485	1.349	0,15	1,00	19.523.597
ARALIK		17,7	11.731		449	1.313	0,11	1,00	27.003.990

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3} $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 151.655.575

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10 $^{-3}$ x 151.655.575 (kj) = 42.160 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyac

Q = $Q_{yıl}$/ Vbrut 78,07 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$= 0,79 oranı 3. bölge için EK A.2'deki Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (78,07>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.34. Y-IYS-1 yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.3.5. Y-IYS-2 Uygulaması

Y-IYS-2'nin 4,5 cm uygulamasının sonucunda (Şekil 4.35.) iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 669,32 W/K olmuştur (Şekil 4.36.). Mevcut duruma göre %18,64 oranında verimlilik sağlamıştır.

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-Y-IYS-2	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-2	0,045	0,045	1,0000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-2	0,045	0,045	1,0000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,597**	**0,385**	**118,96**	**45,80**
DUVAR:Toprağa Temas Eden	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.35. Y-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**555,27**

$\Sigma AU = U_D A_D + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8\ U_T.A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_d + ...$

$\Sigma AU =$ **555,27**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + I\ UI$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_v = 0,33 . nh . Vh$ = **114,05** W/K

$H = H_i + H_h$ = ...**669,32**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.36. Y-IYS-2 toplam özgül ısı kaybı hesabı

Y-IYS-2 uygulamasında tablodaki son hesaplama, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını, yani 78,99 kWh/m³'ü göstermektedir (Şekil 4.37.). Bu değer, binanın enerji gereksiniminin olması gereken sınırı aştığını göstermesine rağmen [Q>Q' (78,99>30,86)] mevcut durumdaki ısı ihtiyacını %21,42 oranında azaltmıştır. Bu ısı yalıtım sıvası binanın ısıl performans açısından verimli olmasını sağlayabilmekte ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		19,3	12.918		510	1.374	0,11	1,00	29.921.727
ŞUBAT		18,9	12.650		620	1.484	0,12	1,00	28.942.656
MART		14,9	9.973		694	1.558	0,16	1,00	21.811.338
NİSAN		8,9	5.957		764	1.628	0,27	0,98	11.305.132
MAYIS		4,6	3.079		825	1.689	0,55	0,84	4.302.907
HAZİRAN	669,32	0,5	335	864	857	1.721	5,14	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.205		724	1.588	1,32	0,53	941.352
EKİM		7,4	4.953		620	1.484	0,30	0,96	9.145.530
KASIM		13,4	8.969		485	1.349	0,15	1,00	19.750.750
ARALIK		17,7	11.847		449	1.313	0,11	1,00	27.304.035

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10 KWh^{-3} $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 153.425.720

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10 x $^{-3}$ x 153.425.720 (kj) = 42.652 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacmına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Q = Q yıl/ Vbrut 78,99 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$= 0,79 oranı 3. bölge için EK A.2'deki Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

Q > Q' (78,99>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.37. Y-IYS-2 yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.3.6. Y-IYS-3 Uygulaması

Y-IYS-3'ün 4,5 cm uygulamasının sonucunda (Şekil 4.38.) iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 680,26 W/K olmuştur (Şekil 4.39.). Mevcut duruma göre %17,31 oranında verimlilik sağlamıştır.

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D1-TAŞ DUVAR	7.6.3 D1-TAŞ DUVAR	0,7	1,74	0,4023			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,572**	**1,747**	**13,20**	**23,06**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D2-TAŞ DUVAR	7.6.3 D2-TAŞ DUVAR	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,544**	**1,840**	**50,84**	**93,55**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D3-TAŞ DUVAR	7.6.3 D3-TAŞ DUVAR	0,45	1,74	0,2586			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,429**	**2,333**	**15,19**	**35,44**
DUVAR:Dış Havaya Açık	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
D4-Y-IYS-3	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-3	0,045	0,06	0,7500			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Kerpiç Dolgulu Ahşap İskelet	0,16	0,4	0,4000			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	(*) Y-IYS-3	0,045	0,06	0,7500			
	(*) Tatlı Sıva	0,015	2,2	0,0068			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**2,097**	**0,477**	**118,96**	**56,74**
DUVAR:Toprağa Temas Ed	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
TAŞ DUVAR 65cm	7.6.3 Taşın birim hacim kütlesi	0,65	1,74	0,3736			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,504**	**1,986**	**17,85**	**17,73**
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			**0,8 x A x U**	**1,010**	**0,990**	**91,70**	**72,63**
TABAN:Toprak Temaslı	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	5.1.2 Donatısız	0,2	1,65	0,1212			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**0,291**	**3,434**	**84,71**	**145,45**
TABAN:Açık Geçit Üzeri	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	8.1.2 Ahşap Kaplama	0,03	0,2	0,1500			
	8.1.2 Ahşap Kiriş	0,1	0,2	0,5000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				**0,860**	**1,163**	**7,34**	**8,54**

Şekil 4.38. Y-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı kesit detaylarının ısı kayıpları

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
Dış Pencere1				5,1	17,46	89,046
Dış Kapı1				3,5	6,87	24,045
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						**566,21**

$\Sigma AU = U_D A_D + U_P A_P + U_K A_K + 0.8\ U_T A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_d + \ldots$

$\Sigma AU =$ **566,21**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_V$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + I\ UI$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_V = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h$ = **114,05** W/K

$H = H_i + H_h$ = ... **680,26** ..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 4.39. Y-IYS-3 toplam özgül ısı kaybı hesabı

Y-IYS-3 uygulamasında tablodaki son hesaplama, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını, yani 80,51 kWh/m³'ü göstermektedir (Şekil 4.40.). Bu değer, binanın enerji gereksiniminin olması gereken sınırı aştığını göstermesine rağmen [Q>Q' (80,51>30,86)] mevcut durumdaki ısı ihtiyacını %19,91 oranında azaltmıştır. Bu ısı yalıtım sıvası binanın ısıl performans açısından verimli olmasını sağlayabilmekte ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		19,3	13.129		510	1.374	0,10	1,00	30.469.007
ŞUBAT		18,9	12.857		620	1.484	0,12	1,00	29.478.593
MART		14,9	10.136		694	1.558	0,15	1,00	22.233.849
NİSAN		8,9	6.054		764	1.628	0,27	0,98	11.557.505
MAYIS		4,6	3.129		825	1.689	0,54	0,84	4.433.346
HAZİRAN	680,26	0,5	340	864	857	1.721	5,06	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		838	1.702	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		808	1.672	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	1.224		724	1.588	1,30	0,54	951.181
EKİM		7,4	5.034		620	1.484	0,29	0,97	9.316.747
KASIM		13,4	9.115		485	1.349	0,15	1,00	20.130.727
ARALIK		17,7	12.041		449	1.313	0,11	1,00	27.805.944

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 156.377.194

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10^{-3} x x 156.377.194 (kj) = 43.473 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 424,12 m^2

$V_{brüt}$ = 540 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiya

Q = $Q_{yıl}$/ Vbrut 80,51 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 172,8 m^2

$A_{top}/V_{brüt}$= 0,79 oranı *3.* bölge için EK A.2' den alınan Q' = *24,4x A/V + 11,7* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 30,86 kWh/m^3 bulunur.

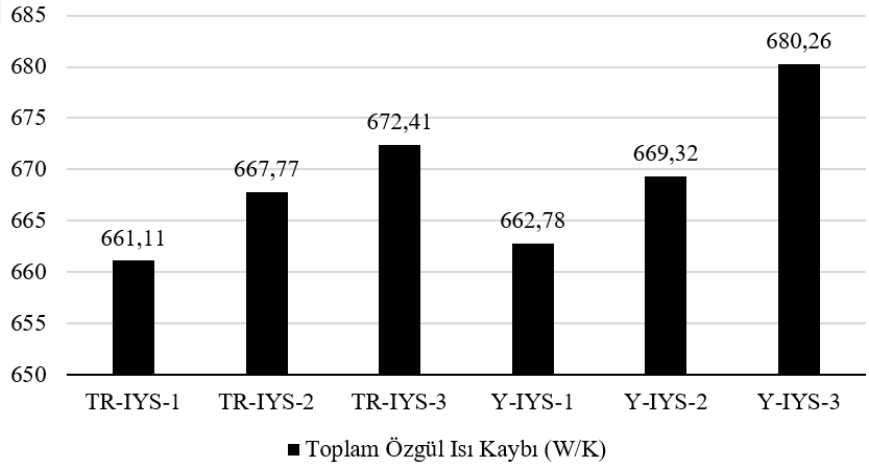
Q > Q' (80,51>30,86) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin ustundedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil 4.40. Y-IYS-3 yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

4.4. Bölüm Değerlendirmesi

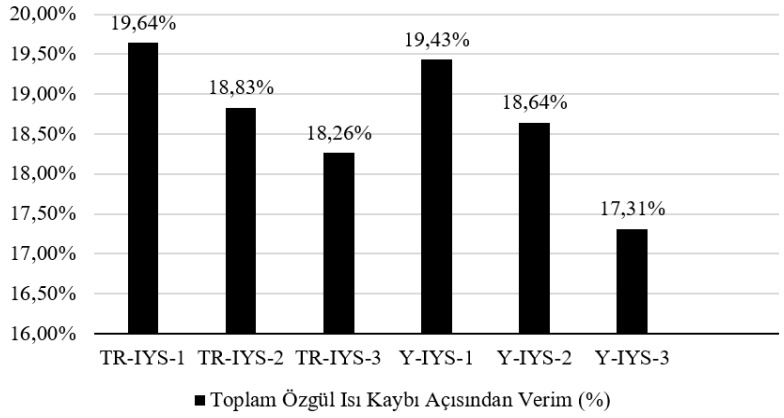
Çalışmada farklı ısıl iletkenlik katsayılarına sahip ulusal ve uluslararası ısı yalıtım sıvaları kullanılarak tarihi konut yapılarının restorasyonunda kullanıldıklarında yapıda oluşturdukları ısı kaybı ve ısıtma enerjisi ihtiyacındaki değişim incelenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen ısı yalıtım sıvaları (TR-IYS-1, TR-IYS-2, TR-IYS-3, Y-IYS-1, Y-IYS-2, Y-IYS-3) için 4,5 cm kalınlıkta uygulamalar yapılmış ve toplam özgül ısı kaybı miktarları hesaplanmıştır (Şekil 4.41.). Bu uygulamalar sonucunda her bir sıvanın mevcut duruma kıyasla iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen ısı miktarını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Isı kayıplarına ilişkin sonuçlar şu şekildedir:

- TR-IYS-1: 661,11 W/K (%19,64 verimlilik)
- TR-IYS-2: 667,77 W/K (%18,83 verimlilik)
- TR-IYS-3: 672,41 W/K (%18,26 verimlilik)
- Y-IYS-1: 662,78 W/K (%19,43 verimlilik)
- Y-IYS-2: 669,32 W/K (%18,64 verimlilik)
- Y-IYS-3: 680,26 W/K (%17,31 verimlilik)



Şekil 4.41. Isı yalıtım sıvalarının toplam özgül ısı kaybı grafiği

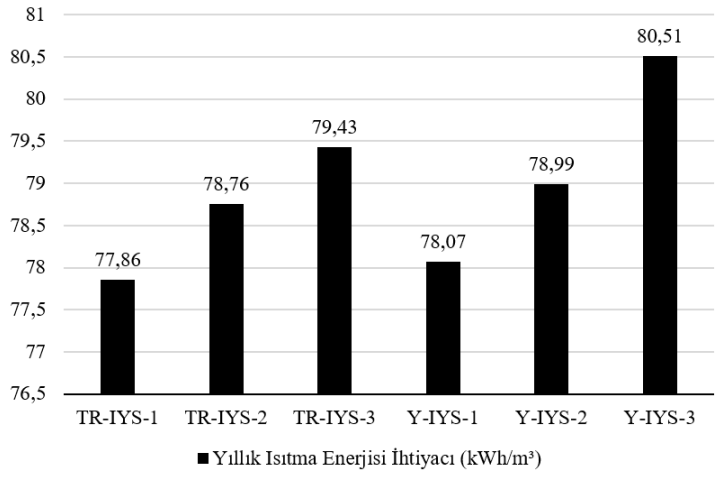
Bu sonuçlar, tüm yalıtım sıvalarının %17,31 ile %19,64 arasında değişen verimlilik oranları sağladığını ortaya koymaktadır. En yüksek verimlilik oranı %19,64 ile TR-IYS-1, en düşük verimlilik oranı ise %17,31 ile Y-IYS-3 yalıtım sıvasında gözlemlenmiştir (Şekil 4.42.). Dış ortam ile iç mekân arasındaki ısı farkını minimize eden bu yalıtım çözümleri, enerji maliyetlerini düşürerek binaların ısıl performansını iyileştirmektedir.



Şekil 4.42. Isı yalıtım sıvalarının ısı kaybı açısından verim grafiği

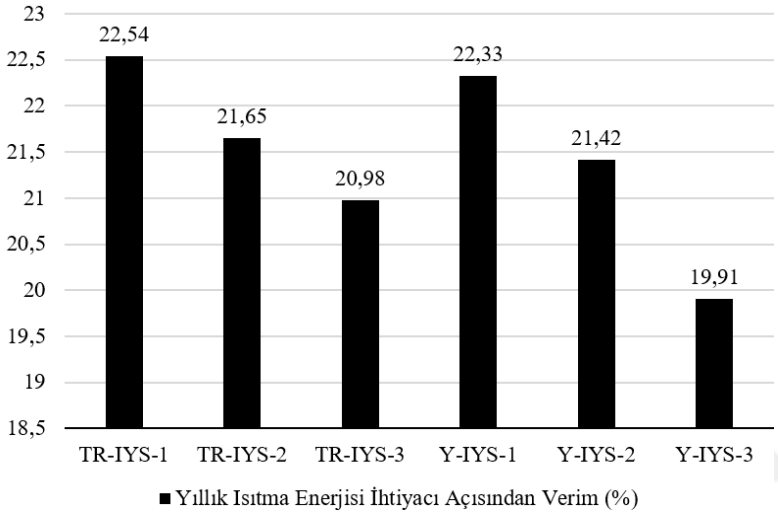
Birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı da ısı yalıtım sıvalarının etkisini değerlendirmek için önemli bir kriterdir. Bu çalışmada, ısı yalıtım sıvaları farklı oranlarda enerji tasarrufu sağlamış ve enerji gereksinimlerini azaltmıştır. Ancak elde edilen değerler, enerji ihtiyacı sınırlarının (30,86 kWh/m³) üzerinde kalmıştır (Şekil 4.43.). Her bir ısı yalıtım sıvasının hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve sağladığı verimlilik oranları şu şekildedir:

- TR-IYS-1: 77,86 kWh/m³ (%22,54 oranında azalma)
- TR-IYS-2: 78,76 kWh/m³ (%21,65 oranında azalma)
- TR-IYS-3: 79,43 kWh/m³ (%20,98 oranında azalma)
- Y-IYS-1: 78,07 kWh/m³ (%22,33 oranında azalma)
- Y-IYS-2: 78,99 kWh/m³ (%21,42 oranında azalma)
- Y-IYS-3: 80,51 kWh/m³ (%19,91 oranında azalma)



Şekil 4.43. Isı yalıtım sıvalarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı grafiği

Bu verilere göre, TR-IYS-1 ve Y-IYS-1 sıvaları, sırasıyla %22,54 ve %22,33 oranında en yüksek enerji tasarrufunu sağlamıştır. Diğer yalıtım sıvalarının da benzer oranlarda enerji gereksinimlerini azalttığı gözlemlenmiştir. En düşük tasarruf oranı ise %19,91 ile Y-IYS-3 sıvasında gerçekleşmiştir. Her ne kadar yıllık enerji ihtiyacı değerleri enerji sınırlarını aşsa da bu yalıtım sıvaları mevcut enerji ihtiyacını %19,91 ile %22,54 arasında değişen oranlarda azaltmıştır (Şekil 4.44.). Bu durum, ısı yalıtım sıvalarının tarihi binalarda enerji verimliliği sağlamada etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.44. Isı yalıtım sıvalarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından verim grafiği

Toplam özgül ısı kaybı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı analizleri, tüm yalıtım sıvalarının binaların ısıl performansını artırmada önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Hem ısı kayıplarının azaltılması hem de yıllık enerji tasarrufunun sağlanması, binaların daha verimli ve sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır. Özellikle tarihi yapılar gibi enerji verimliliği düşük yapılarda bu tür yalıtım çözümleri, enerji maliyetlerini düşürmenin yanı sıra iç mekân konforunu artırarak binanın sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

Isı yalıtım sıvalarının uygulanması hem ekonomik faydalar sağlaması hem de karbon ayak izinin azaltılması açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, yalıtım malzemelerinin doğru seçimi ve uygulanması, bina performansını artırma ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır.

4.5. Öneri Isı Yalıtım Sıvası

Çalışmada ele alınan TR-IYS-1 ısı yalıtım sıvasının 4,5 cm kalınlığında uygulanması sonucunda, iletim ve taşınım yoluyla kaybedilen toplam özgül ısı kaybı miktarı 661,11 W/K olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yapının mevcut haline kıyasla yaklaşık %19,64 oranında bir verimlilik artışı sağladığını göstermektedir. Başka bir deyişle, yalıtım sıvasının uygulanmasıyla, enerji kaybı önemli ölçüde azaltılmış ve böylece binanın ısıl performansı iyileştirilmiştir. Yalıtımın etkili olduğu bu süreç, enerji tasarrufunun temel unsurlarından biri olan ısı kaybını minimize etmeye yardımcı olmuştur. Özellikle tarihi binalar gibi enerji verimliliği düşük yapılarda bu tür önlemler, uzun vadede enerji maliyetlerinin düşürülmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması açısından büyük önem taşır.

Isı yalıtım sıvalarının binaların termal konforuna katkısı, iç ve dış ortamlar arasındaki sıcaklık farklarını daha verimli bir şekilde dengelemesi ile ortaya çıkmaktadır. TR-IYS-1 sıvasının sağladığı bu ısı kaybı düşüşü, sadece enerji verimliliği açısından değil, aynı zamanda binanın iç mekân konforu üzerinde de olumlu etkilere sahiptir. Duvarlardaki yüzey sıcaklıklarının yükselmesi ve sıcaklığın bina içinde daha uzun süre korunması, kullanıcıların daha az enerji tüketerek konforlu bir yaşam alanına sahip olmasına olanak tanır.

Tabloya göre yapılan hesaplamalar, TR-IYS-1 uygulamasının sonucunda, birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının 77,86 kWh/m³ olduğunu ortaya koymuştur. Bu değer, binanın enerji gereksiniminin optimum sınırın (30,86 kWh/m³) oldukça üzerinde olduğunu göstermektedir. Özellikle tarihi yapılar gibi eski binalarda, modern enerji standartlarına ulaşmak her zaman kolay değildir. Bu yapılar genellikle yetersiz yalıtım, eski yapı malzemeleri ve modern teknolojilerle uyumlu olmayan tasarım özellikleri nedeniyle enerji verimliliği açısından düşük performans gösterirler. Bu nedenle, TR-IYS-1 gibi yalıtım çözümleri, bu tür binalarda enerji performansını artırmada önemli bir rol oynar. Her ne kadar 77,86 kWh/m³ değeri mevcut enerji gereksinimi sınırını aşsa da ısı yalıtım sıvasının uygulanmasıyla binanın mevcut ısı ihtiyacı %22,54 oranında azaltılmıştır. Bu önemli bir düşüş olmakla birlikte, tarihi yapılarda enerji verimliliği konusunda daha katı standartlara ulaşmanın zorluklarını da gözler önüne sermektedir. Söz konusu enerji ihtiyacı, binanın ısıl performansını iyileştiren bu tür yalıtım uygulamalarıyla önemli ölçüde düşürülebilmektedir. Yalıtım sıvasının sağladığı bu azalma, enerji maliyetlerinin düşmesine, ısıl konforun artmasına

ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir yaşam alanı oluşmasına katkıda bulunmaktadır.

Isı yalıtım sıvalarının sunduğu bu avantajlar, binaların enerji performansını artırmanın yanı sıra, karbon ayak izini azaltma ve enerji bağımlılığını düşürme gibi uzun vadeli faydalar sağlamaktadır. Bu bağlamda, TR-IYS-1 ısı yalıtım sıvasının uygulanması, enerji verimliliğini artırarak sürdürülebilir bir yapı performansı elde etmek için etkili bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

TR-IYS-1 sıvası, binanın ısıl performansını artırmanın ötesinde, sürdürülebilirlik açısından da önemli bir katkı sağlamaktadır. Isı kaybını azaltarak enerji tüketimini minimize eden bu yalıtım yöntemi, aynı zamanda binanın enerji ihtiyacını düşürerek uzun vadede ekonomik kazanç sağlar. Enerji verimliliği açısından sağlanan bu %22,54'lük iyileşme, enerji maliyetlerinin düşmesine ve fosil yakıt tüketiminin azalmasına katkıda bulunur. Dolayısıyla, bu tür yalıtım malzemeleri yalnızca binaların fiziksel performansını iyileştirmekle kalmayıp, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına da yardımcı olur.

Sonuç olarak, TR-IYS-1 ısı yalıtım sıvası, bina ısıl performansının artırılmasına ve enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarihi yapılar başta olmak üzere enerji verimliliği düşük binalarda uygulanan bu tip yenilikçi çözümler hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından uzun vadede olumlu sonuçlar vermektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, tarihi yapıların ısıl performansını iyileştirmek ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla TR-IYS-1 ısı yalıtım sıvası kullanımı önerilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda eritilen silikatların hava ile şişirilerek mikro boyutlu kürecikler halinde üretilmesiyle elde edilen bu malzeme, özellikle düşük yoğunluk, yüksek ısı yalıtımı ve dayanıklılık özellikleri ile öne çıkmaktadır. Sıvanın temel bileşenleri, içlerinde durgun hava barındıran mikron ölçekli silikat kürecikleridir. Bu yapı, malzemenin ısı iletkenliğini azaltarak yüksek seviyede ısı yalıtımı sağlar. Durgun hava içeren küreciklerin varlığı, özellikle ısı transferinin en aza indirilmesi açısından oldukça etkilidir. Ayrıca, bu yapı malzemesi su, ses ve yangın yalıtımında da üstün performans gösterirken, UV ışınlarına karşı dayanıklılık sunarak uzun ömürlü bir kullanım sağlar. Malzemenin hafif yapısı, bina yapılarına ekstra yük bindirmeksizin etkili bir yalıtım sağlayarak avantaj yaratır. 1 m² alana yaklaşık 700-800 gram yük getiren bu malzeme, tarihi yapıların statik yapısını olumsuz etkilemeden, ısı yalıtım performansını artırma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, yapısal olarak hassas

olan tarihi binaların korunması açısından da uygun bir malzeme olarak değerlendirilebilir.

Önerilen ısı yalıtım sıvasının en dikkat çekici özelliklerinden biri de radyan ısıyı yansıtma kapasitesidir. Malzemenin reflekte özelliği, klasik yalıtım malzemelerinde sıkça karşılaşılan ısı birikimi sorununu ortadan kaldırarak, binaların iç sıcaklık dengesini korumakta etkili olmaktadır. Bu özellik, özellikle yaz aylarında güneş ışınlarının doğrudan binalara etkisi sonucu dış duvarlarda oluşan sera etkisini engellemekte, enerji verimliliğini artırarak binaların soğutma ihtiyacını azaltmaktadır. Böylece, sera etkisinin önlenmesi ve radyan ısının yansıtılması, binanın enerji tüketimini düşürmekte ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Tüm bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, yenilikçi silikat bazlı ısı yalıtım sıvası, tarihi yapıların korunması ve enerji verimliliğinin artırılması için ideal bir çözüm sunmaktadır. Isı, su, ses ve yangın yalıtımı sağlayan, UV ışınlarına dayanıklı ve hafif yapısı ile öne çıkan bu malzeme, tarihi yapılarda kullanılabilecek modern ve etkin bir yalıtım seçeneği olarak önerilmektedir.

5.DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışma, mevcut durumda sıvalı olan tarihi konut yapılarında ısı yalıtım sıvalarının kullanılması durumunda ısıl performansın ne ölçüde artırılabileceğini incelemeyi amaçlamıştır. Isı yalıtım sıvalarının taş veya tuğla mimari olup taşıyıcı sistemi dışardan okunabilen yapım tekniklerinde uygulanması restorasyon açısından uygun değildir. Tarihi konut yapılarının mimari açıdan kullanımı hem estetik hem de işlevsel nedenlerle büyük önem taşımaktadır. Mimari olarak tarihi kimlik ve kültürel bağlam açısından tarihi konut yapıları, bir toplumun mimari mirasını, kültürel kimliğini ve tarihsel geçmişini yansıtmaktadır. Kentsel dokuya bakıldığında bu yapıların şehirlere belirli bir ölçek, oran ve ritim kazandırdığı görülmektedir. Tarihi yapıların korunması, yalnızca estetik ve kültürel açıdan değil, aynı zamanda bu yapıların sürdürülebilirlik açısından da ele alınmasını gerektirmektedir. Tarihi yapılarda gerçekleştirilen enerji verimliliği iyileştirme çalışmaları, hem binaların mevcut kullanım konforunu artırmak hem de enerji tüketimini azaltmak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda çalışmada Ali Ay Evi örneği üzerinden ısı yalıtım sıvalarının, geleneksel yalıtım yöntemlerine nazaran, tarihi yapıların mimari özelliklerini bozmadan enerji verimliliğini artırabilecek bir çözüm sunduğu görülmektedir. Araştırma sonuçları, ısı yalıtım sıvalarının kullanılmasıyla birlikte, tarihi konut yapılarında %20'ye varan bir verimlilik artışı sağlandığını ortaya koymaktadır. Özellikle ısı kayıplarının azaltılması ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının düşürülmesi, bu tür yapılar için hem ekonomik hem de çevresel açıdan olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Yalıtım sıvalarının, tarihi yapıların özgün karakterine zarar vermeden uygulama kolaylığı sağlaması da önemli bir avantaj olarak öne çıkmaktadır.

Yapılan analizler, ısı yalıtım sıvalarının uygulanması sonucu toplam özgül ısı kaybının önemli ölçüde azaldığını göstermektedir. Özellikle ısı köprülerinin minimize edilmesi sayesinde, iç mekân sıcaklığının daha uzun süre korunabildiği görülmüştür. Bunun sonucunda, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında yaklaşık %20 oranında bir azalma elde edilmiştir. Bu durum hem enerji maliyetlerinde hem de karbon ayak izinde önemli bir azalma sağlamaktadır. Diğer yandan, ısı yalıtım sıvaları, tarihi yapıların dış cephelerinde gerçekleştirilen fiziksel müdahalelerin minimal düzeyde kalmasını sağlamaktadır. Bu sayede, tarihi yapıların estetik ve mimari değerleri korunmakta, aynı zamanda yapıların uzun vadede sürdürülebilirliği artırılmaktadır. Tarihi binaların korunmasındaki en büyük endişelerden biri, modern yalıtım sistemlerinin, yapıların özgün dokusuna ve mimari kimliğine zarar verebileceği yönündedir. Ancak bu

çalışmada kullanılan ısı yalıtım sıvaları, bu endişeleri ortadan kaldırmakta ve binaların tarihi dokusunu koruyarak enerji verimliliği sağlamaktadır.

Elde edilen bulgular, Ali Ay Evi örneği üzerinden tarihi konut yapılarında ısı yalıtım sıvalarının kullanılmasının, enerji verimliliği açısından önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu uygulamanın her yapıya uygun olmayabileceği ve tarihi binaların kendine has özelliklerinin dikkate alınması gerektiği de unutulmamalıdır. Özellikle yapıların taşıyıcı sistemlerine zarar vermemek ve yapısal bütünlüğü korumak amacıyla, yalıtım sıvalarının doğru bir şekilde uygulanması büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca, her ne kadar bu sıvalar enerji tasarrufu sağlasa da kullanım ömrü boyunca sıvaların düzenli olarak bakım ve onarımının yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı ısı yalıtım malzemeleri ile ısı yalıtım sıvalarının karşılaştırılması, farklı iklim koşullarındaki performanslarının analiz edilmesi ve özellikle uygulama maliyetlerinin uzun vadede yapı sahiplerine nasıl bir fayda sağlayacağı üzerine araştırmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca, tarihi yapıların korunmasına yönelik daha spesifik yönetmeliklerin ve standartların geliştirilmesi, yalıtım sıvalarının daha yaygın ve bilinçli bir şekilde kullanılmasına olanak tanıyacaktır.

Sonuç olarak, bu tezde ortaya konan bulgular, tarihi konut yapılarının korunurken enerji verimliliğinin artırılabileceğini ve ısı yalıtım sıvalarının bu süreçte önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Hem tarihi dokunun korunması hem de enerji tasarrufunun sağlanması adına bu tür yenilikçi çözümlerin teşvik edilmesi, tarihi yapıların gelecek nesillere aktarılmasında kritik bir adım olacaktır.

KAYNAKLAR

Abdelrazek, H. O. (2019). *A methodology towards cost-optimal and energy efficient retrofitting of historic buildings: a case study of Istanbul University.* Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ahunbay, Z. (1996). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon.* İstanbul: YEM Yayınları.

Ahunbay, Z. (2019). *Kültür Mirasını Koruma İlke ve Teknikleri.* İstanbul: YEM Yayınları.

Angrisano, M., Fabbrocino, F., Iodice, P., & Girard, L. F. (2021). The Evaluation of Historic Building Energy Retrofit Projects through the Life Cycle Assessment. *Applied Sciences, 11*(15), s. 7145. doi:https://doi.org/10.3390/app11157145

Ata, İ. A., Başar, M. E., Tazefidan, C., & Şenalp, M. (2023). Ankara Beypazarı'nda Geleneksel Evlerin Koruma Çalışmalarına Bir Örnek: Ali Ay Evi Restorasyon Projesi. *Euroasia Journal*, s. 28-57.

Berg, F., & Fuglseth, M. (2018). Life cycle assessment and historic buildings: energy-efficiency refurbishment versus new construction in Norway. *Journal of Architectural Conservation, 24*(2), s. 152-167. doi:https://doi.org/10.1080/13556207.2018.1493664

Berg, F., Flyen, A.-C., Godbolt, Å. L., & Broström, T. (2017). User-driven energy efficiency in historic buildings: A review. *Journal of Cultural Heritage, 28*, s. 188-195. doi:https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.05.009

Beypazarı Kaymakamlığı, Beypazarı Evleri [online], http://www.beypazari.gov.tr/beypazari -evleri, [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2023].

Biçer, Z. Ö., & Akdağ, F. (2020). Tarihi Yapılarda Ekolojik Yaklaşımlar; Talas Amerikan Koleji Kampüsü. *Online Journal of Art and Design, 8*(4), s. 322-346.

Biçer, Z. Ö., Yağmur, Y., & Bektaş, İ. (2020). Günümüz Ekolojik Tasarım Kriterlerinin İncelenerek Tarihi Yapılardaki Ekolojik İzler ile Karşılaştırılması: Talas-Kayseri Örnek Alanı. *Online Journal of Art and Design, 8*(3), s. 162-185.

Choudhary, S., Pipralia, S., & Kumar, N. (2021). Need for integrated approach for energy efficiency assessments and material evaluation of historic buildings. *Materials Today: Proceedings, 42*, s. 1727-1731. doi:https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.664

D'Agostino, D., de' Rossi, F., Marino, C., Minichiello, F., & Russo, F. (2017). Energy retrofit of historic buildings in the Mediterranean area: the case of the Palaeontology Museum of Naples. *Energy Procedia, 133*, s. 336-348. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.359

Erdurmuş, S. (2019). *Beypazarı Tarihi Evlerinin Isıl Performansının Mehmet Üsdün Evi Örneğinde Değerlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gündüz, E. (2017). *Beypazarı Evleri.* Ankara: Vizyon Yayıncılık.

Harputlugil, G. U., & Çetintürk, N. (2005). Geleneksel Türk Evi'nde Isıl Konfor Koşullarının Analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20*(1), s. 77-84.

İZODER TS 825 Hesap Programı [online], https://www.izoder.org.tr/hesap-makinesi/ts_825_yardim.pdf, [Ziyaret Tarihi: 7 Aralık 2023].

López, C. S., & Frontini, F. (2014). Energy Efficiency and Renewable Solar Energy Integration in Heritage Historic Buildings. *Energy Procedia, 48*, s. 1493-1502. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.169

Martínez-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, 61*, s. 70-85. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.018

Milić, V., Ekelöw, K., Andersson, M., & Moshfegh, B. (2019). Evaluation of energy renovation strategies for 12 historic building types using LCC optimization. *Energy & Buildings, 197*, s. 156-170. doi:https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.017

Ömerca Akyol, M. (2012). *Az Katlı Konutlarda Pasif Ev Kriterlerinin Bina Isıl Performansına Etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özeren, Ö. (2022). *Türkiye'de Geleneksel Konutların BIM Tabanlı Isı Performans Analizlerinin Yapılması ve Restorasyon Önerileri.* Doktora Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.

Šekularac, N., Ivanović-Šekularac, J., Petrovski, A., Macut, N., & Radojević, M. (2020). Restoration of a Historic Building in Order to Improve Energy Efficiency and Energy Saving—Case Study—The Dining Room within the Žiča Monastery Property. *Sustainability, 12*(15), s. 6271. doi:https://doi.org/10.3390/su12156271

Taçoral, E. (2012). *Yerel Mimari Dokunun Isıl Performans Analizi Üzerine Bir Çalışma: Kemaliye Evleri Örneği.* Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği [online], https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13594.pdf, [Ziyaret Tarihi: 10 Ocak 2023].

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, Enerji Verimliliği Kanunu [online], https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5627.pdf, [Ziyaret Tarihi: 10 Ocak 2023].

TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2012, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Oda Raporu [online], https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/fa34c3c2eb9b729_ek_0.pdf, [Ziyaret Tarihi: 25 Ocak 2023].

TMMOB Makina Mühendisleri Odası. (2022). *Türkiye'nin Enerji Görünümü Oda Raporu.* Ankara: TMMOB Makina Mühendisleri Odası.

Todorović, M. S., Ećim-Đurić, O., Nikolić, S., Ristić, S., & Polić-Radovanović, S. (2015). Historic building's holistic and sustainable deep energy refurbishment via BPS, energy efficiency and renewable energy—A case study. *Energy and Buildings, 95*, s. 130-137. doi:https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.011

Uluengin, M. B. (2002). *Rölöve.* İstanbul: YEM Yayınları.

Urak, G., & Çelebi, G. (2005). Beypazarı Geleneksel Evlerinde Uygulanan "Tatlı Sıva" Üzerine Bir İnceleme. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20(3), s. 401-409.

URL-1, http://www.dyotherm.com.tr/urunler/Isolteco/Belgeler/DYOTHERM%20KATALOG.pdf, [08.02.2024].

URL-2, https://proofshield.co.uk/prooftherm-products/internal-external-wall-insulating-plaster/, [22.01.2024].

URL-3, https://sivaterm.com/assets/sv/catalog/sivaterm-turkish-english.pdf, [26.12.2023].

URL-4, https://www.ecologicalbuildingsystems.com/product/diathonite-evolution#technical-details, [22.01.2024].

URL-5, https://www.ecologicalbuildingsystems.com/product/diathonite-thermactive#technical-details, [22.01.2024].

URL-6, https://www.izotermal.com.tr/wp-content/uploads/2021/02/izotermal_turkce_katalog.pdf, [26.12.2023].