

Geleneksel Konutların Restorasyon Sürecinde Enerji Etkin İyileştirilmesi: Trabzon Evi Örneği

Esra LAKOT ALEMDAĞ^{1*} , Birol ŞAHİN² , Ayça AKKAN ÇAVDAR³ 

Öz

İnşaat sektörü küresel enerji kullanımında ve çevresel sorunlarda önemli bir paya sahiptir. Konutlarda enerji verimliliğini arttıracak önlemler ile iç mekân iklimsel konforu iyileştirilerek daha az enerji tüketen, sürdürülebilir yapılar çevreler oluşturmak mümkündür. Ülkemizdeki konut stoğu düşünüldüğünde mevcut yapılarda yapılacak enerji etkin iyileştirmeler, verimlilik açısından düşük enerjili yeni bir bina inşa etmek kadar etkili olacaktır. Kentlerin kimliğini yansıtan tescilli geleneksel konutlar da mevcut yapı stoğunun önemli bir parçasıdır. Bu yapıların taşıdığı kültürel değerlerin korunmasının yanı sıra enerji performanslarının da iyileştirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmada Trabzon ilinde yer alan restore edilmiş tescilli konutlardan biri seçilerek yapı dış kabuğu ve döşemeleri için enerji etkin iyileştirme önerileri hazırlanmıştır. Binanın ısı yalıtım performansının artırılması ve farklı yalıtım malzemelerinin etkinliğinin incelenmesi amacıyla hazırlanan bu öneriler TSE 825 Hesap programı kullanılarak irdelenmiştir. Binanın zemin ve 1. katında yer alan her bir mekân için ısı kayıpları hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada önerilen dış duvar alternatifleri için aynı programda yoğunlaşma kontrolü de yapılmıştır. Sonuç olarak bağdadi duvar yapım sistemine sahip binada uygulanan yalıtım önerileri yıllık ısıtma yüklerinde % 66.8 ile % 68.8 arasında azalma sağlamıştır. Isıtma yükünün en fazla olduğu Ocak ayında örnek binada maksimum %66.4 tasarruf sağlanmıştır. Bu uygulamalar sonucunda duvar konstrüksiyonlarında herhangi bir yoğunlaşma problemi de meydana gelmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Bağdadi duvar, Enerji performansı, Enerji etkin iyileştirme, Geleneksel konut, Isıtma yükleri.

Energy Efficient Improvement of Traditional Houses in the Restoration Process: A Case Study of Trabzon House

Abstract

The construction industry has a significant share in global energy use and environmental problems. It is possible to create sustainable built environments that consume less energy by improving indoor climatic comfort with measures to increase energy efficiency in houses. Considering the housing stock in our country, energy efficient improvements to be made in existing buildings will be as effective as constructing a new low-energy building in terms of efficiency. Registered traditional residences reflecting the identity of cities are also an important part of the existing building stock. In addition to preserving the cultural values of these structures, their energy performance should also be improved. In the study, one of the restored registered houses in the province of Trabzon was selected and energy efficient improvement suggestions were prepared for the outer skin and flooring of the building. These suggestions, which were prepared to increase the thermal insulation performance of the building and to examine the effectiveness of different insulation materials, were examined using the TSE 825 Calculation program. Heat losses were calculated for each space on the ground and first floor of the building. In addition, condensation control was carried out in the same program for the exterior wall alternatives in the study. As a result, insulation recommendations applied in the building with the bağdadi wall construction system have reduced the annual heating loads between 66.8 % and 68.8 %. In January, when the heating load was the highest, a max. of 66.4% savings was achieved in the sample building. As a result of these applications, no condensation problem has occurred in the wall constructions.

Keywords: Bağdadi wall, Energy performance, Energy efficient improvement, Traditional housing, Heating loads.

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Rize, Türkiye, esra.lakotalemdag@erdogan.edu.tr

² Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Rize, Türkiye, birol.sahin@erdogan.edu.tr

³ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye, ayca.akkan@erdogan.edu.tr

¹<https://orcid.org/0000-0003-0959-2068> ²<https://orcid.org/0000-0003-1004-4720> ³<https://orcid.org/0000-0002-3333-8943>

1. Giriş

Dünya nüfusunun ve buna paralel enerji tüketiminin hızla artması doğal çevrede geri dönüşü olmayan tahribata neden olmaktadır. Fosil yakıt tüketimi bu tahribatı ve kirliliği arttıran nedenler arasındadır. Kentlerde kontrolsüz gelişen yapılaşma da ekosistemi olumsuz etkilemektedir (Dedeoğlu, 2002). Doğal kaynakların hızla tüketilmesi, sera gazı emisyonlarının artması ve iklim dengesinin bozulması gibi konular sürdürülebilir yapı ve doğal çevrenin geleceği için tehlike arz etmektedir. 2020 yılında emisyonu gerçekleşen 523,9 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazı miktarının sektörlere göre; %70,2'sinin enerji, %12,7'sinin endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %14'ünün tarım ve %3,1'inin ise atık olarak sıralandığı görülmektedir (TUİK, 2022). Konut sektörü, Türkiye için enerji tüketiminin en etkili şekilde azaltılabileceği sektör olarak vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda enerji verimliliği sağlanabilmesi için sürdürülebilir mimarlık kapsamında binalarda bazı önlemler alınması gerekmektedir (Uzun, 2022; Zinzade, 2010). Tasarım aşamasında belirlenecek pasif ve aktif önlemler ile binaların iklimlendirme (ısıtma-soğutma-havalandırma) ve aydınlatma enerji tüketimlerinde ciddi oranlarda iyileştirme yapmak mümkündür (Baca & López, 2018). Özellikle her türlü iklim koşuluna açık olan bina dış kabuğunda yapılacak ısı yalıtım uygulamaları enerji verimliliğinin artırılmasında en etkili pasif tasarım yöntemlerinden biridir.

2017-2023 için planlanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda 2000-2015 yılları arasındaki dönem için yapılan analizlerde konut sektöründe %1,9, imalat sektöründe %1,8 ve ulaştırma sektöründe %2,9 oranında enerji verimliliği iyileşmesi görülmüş olup; enerji verimliliğinin artırılması üzerine olan çalışmalar devam ettirilmek istenmektedir (UEVEP, 2017). Ülkemizdeki konut stoğu düşünüldüğünde de mevcut yapılarda yapılacak enerji etkin iyileştirmeler, verimlilik açısından düşük enerjili yeni bir bina inşa etmek kadar etkili olacaktır. Bu bağlamda kentlerin kimliğini yansıtan tescilli geleneksel konutlar da mevcut yapı stoğunun önemli bir parçasıdır. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı'ndan elde edilen verilere göre 2021 yılsonu itibarıyla Türkiye genelinde korunması gerekli 119.263 adet tescilli taşınmaz kültür varlıkları içerisinde 74.424 adet sivil mimarlık örneği yer almaktadır (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.). Geleneksel yapı sistemleri ve malzemeleriyle yıllar önce inşa edilmiş bu yapıların bazıları restore edilip kullanılırken geri kalanların çoğu kullanıcıların istekleri, maddi yetersizlikler, yasal izinler vb. nedenlerle herhangi bir müdahale ve iyileştirme yapılmadan kullanılmaya devam etmektedir ya da yıkılmaya terk edilmiştir. Hâlbuki yıllar önce doğaya ve bulunduğu iklime uygun inşa edilmiş bu yapıların günümüz şartlarına uygun olarak yenilenmesi ve bu mekanlardaki yaşam kalitelerinin kademeli şekilde iyileştirilmesi kentlerin kimliğinin, kültürel mirasının yaşatılması için önem verilmesi gereken bir konudur.

Literatürde binalarda enerji verimliliği, optimum yalıtım kalınlığı, yakıt tipleri ve geri ödeme süreleri üzerine yapılmış yurt içi ve yurt dışında birçok çalışma yer almaktadır (Aktemur & Atikol,

2017; Ashrafiyan vd., 2016; Gelis & Yeşildal, 2020; Golcu vd., 2006; Gürel & Cingiz, 2000; Kandemir vd., 2019; Karabey vd., 2012; Kon & Yüksel, 2016; Kürekçi vd., 2009; Sezer, 2005 ; Şahin & Çarkacı, 2019; Yesildal & Gelis, 2020).

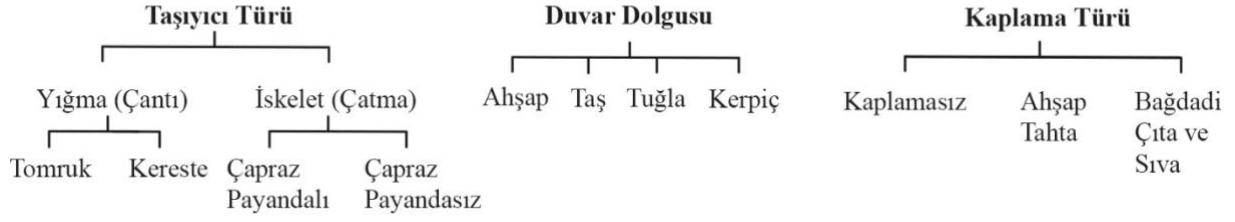
Özellikle ülkemizdeki binaların enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmaların önemli bir çoğunluğunda betonarme yapım sistemiyle inşa edilmiş, dış duvarları tuğla, gaz beton, bims gibi malzemelerle örülen konut binalarının irdelendiği görülmektedir. Yapılan çalışmanın amacı ise ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun önemli bir kısmını oluşturan, tarihi değeri olan, geleneksel ahşap yapım sistemleriyle inşa edilmiş konutların restorasyon sürecinde enerji etkin iyileştirmesinin nasıl olabileceğini ve bu iyileştirmenin binanın ısı yalıtım performansını nasıl etkileyeceğini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Trabzon ilinde seçilen bir tescilli geleneksel konutun dış kabuğunda ve döşemelerinde bazı yalıtım uygulamaları önerilerek TSE 825 Hesap programı yardımıyla enerji verimliliği incelenmiştir.

2. Doğu Karadeniz Bölgesi Geleneksel Konut Yapım Sistemi

Çalışmada ele alınan geleneksel Trabzon evinin yapım sistemini daha iyi anlayabilmek için öncelikle bölge genelindeki konutların yapım sistemleri ve malzemelerinin bilinmesi gerekmektedir. Doğu Karadeniz evleri genellikle iki veya üç katlı olan, geniş bir coğrafyaya yayılmasına rağmen aynı fonksiyonlara yanıt veren karakteristik örneklerdir. Yapım sistemleri farklılaşsa da cephe özellikleri daha ön planda olan ve bu cephelerin bazen iç mekâna yansıdığı bir mimari üsluba sahiptir (Başkan, 2008). Kazmaoğlu ve Tanyeli (1979) Doğu Karadeniz Bölgesi genelinde hımış tekniğinin kullanıldığını fakat ayrıntılarda birçok farklılığın görüldüğünü vurgulamıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesi genelindeki yapı farklılıkları ahşap malzemenin duvar strüktüründe kullanım şekline, oluşturulan ahşap karkas sistemin dolgu malzemesi ile doldurulup doldurulmadığına, bu dolgu malzemesinin ne olduğuna ve cephenin sıvanıp sıvanmadığına göre isimlere ayrılmaktadır. Özen (2019) geleneksel Doğu Karadeniz evlerini ahşap yığma (çanta), ahşap iskelet (çatma) ve karma olmak üzere üçe ayırmıştır. Eruzun (2019) ise geleneksel yapı sistemlerini basitten gelişmişe doğru şu şekilde sıralamıştır: Ahşap yığma sistemler (ahşap yığma, kütük yığma, yontma ahşap yığma), ahşap karkas sistemler (blok ahşap dolma, göz dolma, muskalı dolma, çakatura) ve karma sistemler. Literatürde bulunan sınıflandırmalar ve geleneksel konutlar incelenerek geleneksel ahşap taşıyıcılı duvar sistemlerini anlatan Şekil 1'deki şema oluşturulmuştur.

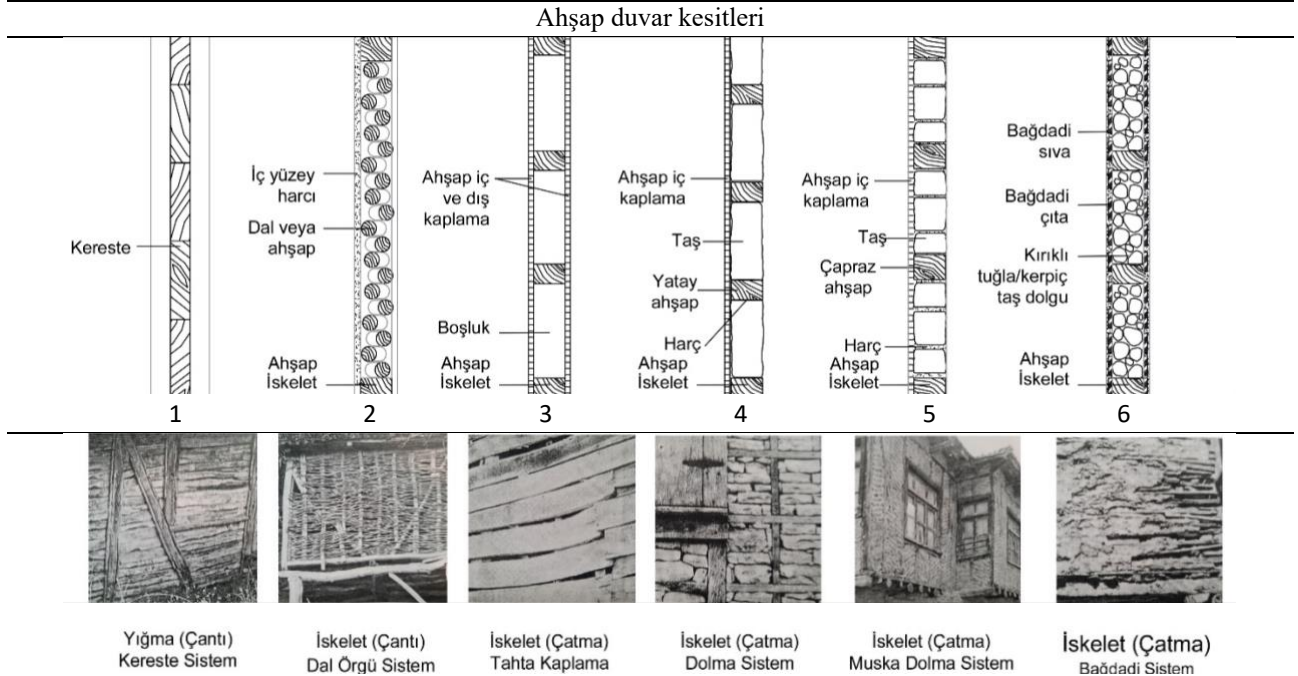
Geleneksel Ahşap Taşıyıcılı Duvar Sistemlerinin Sınıflandırması



Şekil 1. Geleneksel ahşap taşıyıcılı duvar sistemlerinin sınıflandırması

Doğu Karadeniz’de ahşap malzemeden inşa edilen duvar tipleri yığma, dal örgü, tahta kaplama, dolma ve bağdadi şeklinde özetlenebilir. Yığma sistemler tomruk ve kerestelerin geçme yöntemleri ile birbirine bağlanması ile oluşturulmaktadır. Dal örgü ilkel ve basit bir yöntemdir. Duvarı oluşturan ahşap dikmelerin arasının dal örgüler ile örülmesidir. Tahta kaplama duvarda ise aynı dikmelerden oluşturulan duvarın iç ve dış alanları yatay veya düşey tahtalar ile kapatılmaktadır. Dolma duvarda, yatay ve düşey kare gözler oluşturacak şekilde ahşap bir iskelet hazırlanır ve bu gözler genelde taş olmak üzere; taş, tuğla, kerpiç vb. malzemeler ile doldurulur. Muska şeklinde olan tipleri de mevcuttur. Bağdadi duvar ise, ahşap iskeletin her iki yanının da aralıklı çitalar ile kapatılması ve sıva ile kaplanarak duvar yüzeyi elde edilmesidir (Tablo 1) (Tuna, 2008).

Tablo 1. Doğu Karadeniz Bölgesi geleneksel ahşap duvar tipleri kesitleri ve örnekleri (Tuna, 2008’den alınarak tekrar düzenlenmiştir).



Geleneksel konut yapım sistemleri özellikle kırsal alanlarda daha çok karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlardaki konutlarda genellikle ağır, depo gibi mekanların yer aldığı bodrum katlarda taş malzemenin kullanıldığı üst katlarda ise Tablo 1’de yapım teknikleri gösterilen ahşap duvarların

tercih edildiği görülmektedir. Çalışma kapsamında incelenen Trabzon kenti içindeki konutlara bakıldığında ise yaşam alanlarının bulunduğu zemin katlarda taş yığma duvarlar, üst katlarda ise ahşap iskeletli bağdadi duvar sistemlerinin tercih edildiği ve dış cephenin boyanarak klasik Trabzon evi görüldüğü elde edildiği görülmektedir (Özen vd., 2010)

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın bu kısmında örnek bina olarak seçilen konutun bulunduğu bölgeye ait veriler, konutun tüm detayları ve çalışma yöntemine ilişkin bilgiler detaylı şekilde sunulmuştur.

2.1. Çalışma Alanı

Kültürel miras açısından zengin olan ülkemizde çalışma alanı olarak seçilen Doğu Karadeniz Bölgesi, doğal çevrenin yerel kültürü sardığı bir alan olarak tanımlanmaktadır. Sarp yamaçlar ve deniz kıyısı arasında kalmış bu bölgeye ait tüm alt kültürlerin farklılığı ise konut gelişimine yansımıştır. Örneğin; Rumlar Akçaabat evlerinde taş yapı malzemesini kullanırken; Çağlayan bölgesi Lazların, Artvin evleri ise Gürcülerin izlerini taşımaktadır (Gür, 2005). Bölgedeki yapı sistemlerini ortaya çıkaran en önemli etkenler ise; iklim, topografya, yöreye özgü yapı yapma deneyimleri, yerleşme, gelenek ve görenekler, sosyo-ekonomik durum, kültür ve tarih ilişkisi olarak söylenebilir (Başkan, 2008).

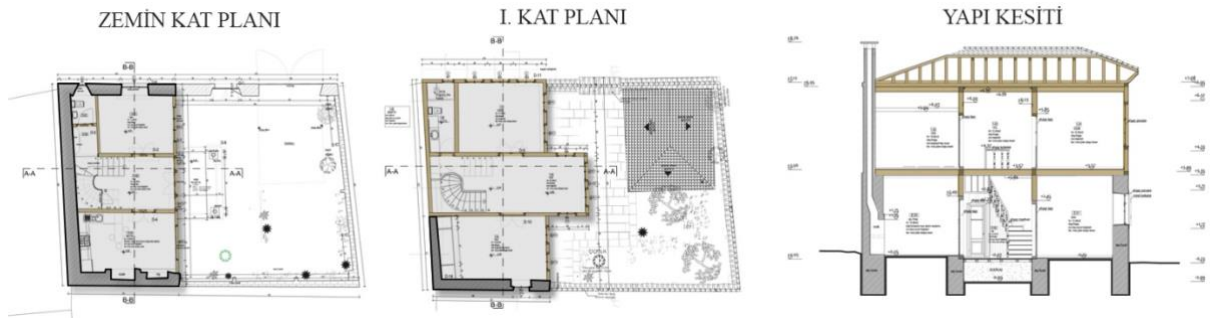
Doğu Karadeniz bölgesinin topografik yapısı onu Türkiye'nin diğer bölgelerinden ayıran özellikleri arasındadır. Dağlar geniş bir alana yayılır ve denize paralel olarak uzanmaktadır. Bu nedenle farklı iklim özellikleri kendisini göstermektedir. İklimi etkileyen diğer bir etken de güneştir. Mevsimlere göre farklı seviyede alınan güneş enerjisi atmosfer dolaşımını etkilemekte ve nemli-yağışlı bir iklimin oluşmasına neden olmaktadır (Tuna, 2008). Doğu Karadeniz Bölgesi her mevsim yağış alan bir bölgedir. Bunun yanı sıra nemli ve ılıman özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında ele alınacak olan Trabzon ili, genellikle kıyı kesiminde hâkim olan Cfa tipi sınıflandırma içerisindedir. Bu sınıflandırma bölgenin kışları ılıman, her mevsim yağışlı ve sıcak yaz aylarının hâkim olduğunu göstermektedir (Öztürk vd., 2017). Bölgede nem seviyesi özellikle iç kesimlerde yaklaşık olarak %66'lara düşebilirken, Trabzon'un da bulunduğu kıyı kesiminde yaklaşık ortalama nem değeri %78'lere çıkabilmektedir. Tablo 2'de görüldüğü üzere Trabzon ilinin yıllık ortalama toplam yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri Türkiye geneline göre fazladır.

2 adet konutun yapım sistemi bilinmemekte, 24 adet konutun ise yıkılarak çoğunun betonarme yapım sistemiyle yeniden inşa edildiği belirtilmektedir. Kudu evi bağdadi sistem ve taş duvarlarla inşa edildiğinden ve restorasyon projesine ulaşılabildiği için örnek bina olarak tercih edilmiştir.

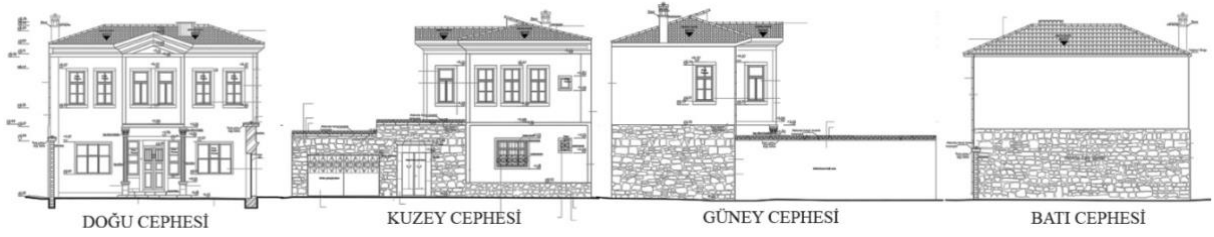


Şekil 3. Trabzon kentsel sit alanları, tescilli yapılar ve Kudu Evi (Özen vd., 2010)

Geleneksel mimari yapım tekniklerinden izler taşıyan bu tescilli yapı, Mimar Uğur Değermenci'nin başta olduğu bir ekip tarafından 2014 yılında rölöve projesi yapılarak tahrip olmuş bölümleri restore edilmiştir. Şekil 4-5'deki plan, kesit ve cephe çizimleri Uğur Değermenci'den temin edilmiştir. Ramazan Murat KUDU'ya ait iki katlı geleneksel ev kargir taşıyıcı sisteme sahiptir. Alt katında bir mutfak, bir oda, hol ve bir tuvalet; üst katında ise üç odası ve bir banyosu bulunmaktadır. Kıрма ahşap çatısı olan binanın çatı katı kullanılmamakta olup çatı kaplaması ise alaturka kiremittir (Şekil 4). Kudu Evi avlusunda bir çeşme ve meyve ağaçları bulunduğu görülmektedir.



Şekil 4. Kudu Evi kat planları ve bina kesiti



Şekil 5. Kudu Evi cepheleri

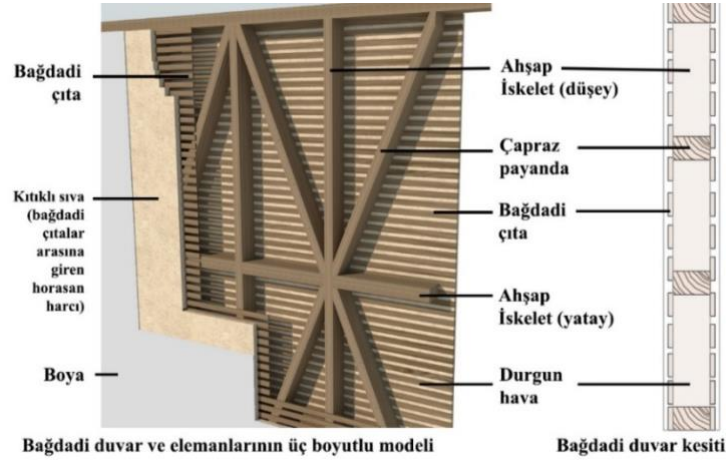
Bina zemin kat duvarlarının geleneksel Doğu Karadeniz evlerinde olduğu gibi kalın taş duvarlar (60-70 cm) ile örüldüğü görülmektedir. Akok (1951) geleneksel Karadeniz evlerinde binanın kuzey ve batı yönlerine bakan duvarların kalın ve kârgir duvarlar olduklarını, avluya bakan sofanın duvarlarının ve üst kat duvarlarının ahşap duvarlardan oluşturulduğunu belirtmiştir. Kudu Evi'nde de bu özellik kendisini göstermektedir (Şekil 5). 2014 yılında yapılan restorasyon çalışmasında binanın yalnızca tahrip olan bölümleri yenilenmiş ve binanın orjinalliğine aykırı bir müdahalede bulunulmamıştır. İç dolgusu bulunmayan bağdadi duvarlara herhangi bir dolgu veya yalıtım malzemesi eklenmemiştir. Yalnızca zarar görmüş sıva katmanına rasta yapılmış ve yeniden sıva yapılarak yüzey onarılmıştır. Bunun yanı sıra taş yüzeylerde bulunan birkaç boya veya sıva izleri için rasta yapılmış ve taş yüzeyler temizlenmiştir. Tahrip olmuş taş yüzeyler sıva raspası yapılarak yeniden onarılmıştır. Bina içi döşeme elemanları için latalı ahşap döşeme yenilemesi yapılmış ve koruyucu ile kaplanmıştır. Çatı kaplaması ise sökülmüş altındaki bozuk ahşap sistem onarılmış ardından bina orjinaline uygun olarak alaturka kiremit kaplanmıştır. Bunun yanı sıra yapı genelinde bulunan ahşap söveler, ahşap doğramalar (tek camlı pencere), demir parmaklıklar ve gerekli ahşap kapılar sert ağaç malzemedan yeniden üretilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Kudu evi restorasyon aşamasına ve sonrasına ait görseller (Uğur Değermenci arşivi, 2014).



İki katlı olan binanın zemin kat duvarlarından kuzey, batı ve güney yönüne bakan duvarlar taş duvar; birinci katta ise yalnızca güneye bakan ve batıya bakan duvarın yarısı taş duvar olarak yapılmıştır. Geri kalan duvarlarda ise yörede sık görülen bağdadi duvar tekniği kullanılmıştır. Bu duvarlar; iskelet (çatma) taşıyıcıya ve payandalara sahip, içerisine farklı dolgu malzemeleri koyulabilen, bağdadi çita ve sıva ile kapatılan geleneksel duvar tipidir.

Bağdadi duvar ahşap kafesli bir karkas taşıyıcı üzerine 3 cm kalınlığında çıtaların yerleştirilmesi ve çıtaların dış düzeyinin kireçli sıva ile kapatılması ile oluşturulur. Çıtalar 2-2,5 cm aralıklarla boşluklar bırakılarak yerleştirildiğinden kireçli harç bu boşluklara girerek sistemde bir bütünlük sağlar. Ahşap iskelet içerisinde kalan hava ise ısı yalıtım görevi görür. Bunun yanı sıra kalan boşlukların topraklı balçık harç ile doldurulduğu bağdadi yapı örnekleri de bulunmaktadır. Bağdadi duvarın en önemli özelliklerinden biri bol nefes alan, kışın sıcak yazın ise soğuk tutan bir sistem olmasıdır (Aşanlı, 2021) (Şekil 6).



Şekil 6. Bağdadi duvar sistemi ve malzemeleri

Bağdadi duvarları oluştururken kullanılan çıtalar; birbirine eş genişlikte olmayan kerestelerden ahşabın lif yapısına uygun olarak yarılarak elde edilmektedir. Bu çıtalar duvarın yatay yönde sürekliliğini sağlar. Geçmişte el aletleri ile hazırlanan bu elemanlar günümüzde makineler ile hazırlanmaktadır (Kudde vd., 2009). Bağdadi çıtalarının üzerine sürülen sıva ise, kırıtlı sıva olarak da bilinen horasan harcıdır. Bünyesinde bulundurduğu kireç bağlayıcı, tuğla ise agrega görevi görmektedir. Yağmur sularının içeri girmesini engelleyen ve tek kat sürülmesi yeterli olan bir sıvadır. Kalınlığı yaklaşık 3 cm'dir ve ülkemizdeki birçok tarihi yapıda yalıtım malzemesi olarak uygulandığı görülmektedir (Şekil 7) (İpekoğlu, Böke ve Çizer, 2007).



Şekil 7. Bağdadi çitlar ve horasan harcı uygulaması, Bolu Göynük Hükümet Konağı restorasyon projesi

Bağdadi tekniği ile oluşturulan duvarlar; hafif olmaları, iyi ısı yalıtımı sağlamaları, geniş pencere boşluklarına izin vermeleri ve nem tutmama özelliklerine sahiptir. Sağlıklı bir duvar sistemi olan bağdadi tekniğinin duvarların yanı sıra çatı sistemlerinde de kullanıldığı örnekler mevcuttur ve genellikle Giresun ve Trabzon illerinde yoğunluklu olarak kullanılmıştır (Şekil 7) (Şahin, 2013).

2.3. Metot

Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak konu ile ilgili literatür ve daha önce yapılmış çalışmalar incelenerek seçilen evin planları ve yapım sistemleri/kullanılan malzemeler detaylı şekilde analiz edilmiştir. Örnek evin yapı elemanlarına ait katmanlaşma detayları ve U değerleri Tablo 6' da yer almaktadır. İkinci aşamada çoğunlukla ahşap bağdadi duvar sistemiyle inşa edilmiş Kudu evinin enerji etkin iyileştirilmesi amacıyla mevcut dış duvarları, döşemeleri ve çatısı için ısı yalıtım uygulama önerileri hazırlanmıştır (Tablo 7). Bu öneriler hazırlanırken mevcut konutun geleneksel mimari özelliklerinin korunması ve yapı elemanları açısından değişiklik yapılmamasına özen gösterilmiştir. Son olarak çalışmada Kudu evinin mevcut durumu ve iyileştirme yapıldıktan sonraki halinde her bir mekanda yapı bileşenleri aracılığıyla gerçekleşen ısı kayıpları, bölüm 3.3.2' de belirtilen eşitlikler ile hesaplanmıştır. Tüm binanın yıllık ısı kayıpları TSE 825 standartlarına göre değerlendirilip İzoder hesap programı kullanılarak irdelenmiştir. Isı kaybı hesaplamalarında kullanılan yüzey alanları ve güneş enerji kazancı hesabında kullanılan saydam yüzey alanlarına ait bilgiler Tablo 4 ve 5'de gösterilmektedir. Ayrıca ahşap dış duvar iskelet sistemi için önerilen yalıtım uygulamalarının duvarlarda herhangi bir yoğuşma problemi oluşturup oluşturmadığı da aynı program üzerinden incelenmiştir.


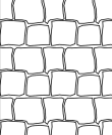

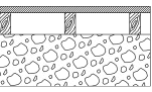
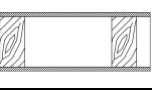
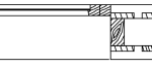
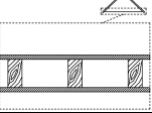
Tablo 4. Hesaplamalar için kullanılan yüzeyler ve alanları

Yüzey Adı	Yüzey Alanı (m ²)
Dış Havaya Açık Duvar	9,1785
Kırma Çatı	88,1385
Toprağa Temas Eden Taban	50
Dış Ortama Bakan Kapı Pencere	41,1874
Dış Ahşap Kapı	2,6656
Birinci kat zemin alanı	72,62
Toplam duvar yüzey alanı	237,116

Tablo 5. Güneş enerjisi kazancı hesabında kullanılan pencere alanları

Yön	Pencere Alanı (m ²)
Kuzey	13,023
Batı	-
Doğu	29,13
Güney	1,70

Tablo 6. Kudu evinin yapı elemanlarına ait katmanlar

Yapı Elemanları (Mevcut Durum)	Katmanlar	Kalınlık (m)	Duvar kalınlığı (m)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	
	Dış duvar (bağdadi)	Kıtıklı sıva	0,02	0,15	0,3	1,148
		Bağdadi çita	0,02		0,13	
		Durgun hava	0,07		0,412	
		Bağdadi çita	0,02		0,13	
		Kıtıklı sıva	0,02		0,3	
	Dış duvar (taş)	Taş	0,53-0,75	0,53-0,75	~2,56	~2,381
	İç duvar	Kıtıklı sıva	0,02	0,15	0,3	1,148
		Bağdadi çita	0,02		0,13	
		Durgun hava	0,07		0,412	
		Bağdadi çita	0,02		0,13	
		Kıtıklı sıva	0,02		0,3	
	Zemin kat döşemesi	Ahşap kaplama	0,02	0,34	0,13	1,535
		Durgun hava	0,02		0,095	
		Taş temel döşeme	0,30		0,26	
	Ara kat döşemesi	Ahşap kaplama	0,02	0,27	0,13	0,674
		Durgun hava	0,23		0,095	
		Ahşap kaplama	0,02		0,13	
	Pencere	Ahşap doğramalı tek cam	0,004	0,004	-	5,1
	Çatı döşemesi	Ahşap kaplama	0,02	0,17	0,13	1,072
		Durgun hava	0,13		0,313	
		Ahşap kaplama	0,02		0,13	

2.3.1. İyileştirme önerileri

Kudu evinin restorasyon projesi incelendiğinde dış bağdadi duvarların orjinale uygun şekilde yenilediği ancak dış kabukta yalıtım malzemesinin uygulanmadığı tespit edilmiştir. Konut içindeki ahşap döşemeler de aslına uygun şekilde yenilenmiştir. Mevcut tek camlı ahşap doğramalı pencerelerin eskiyen doğramaları yenilenecek standart çift cam uygulaması yapılmıştır. Çatıda ise mevcut ahşap taşıyıcı elemanlar onarılarak su yalıtımı yapılmıştır. Çalışmada restorasyon projesinde yapılan düzenlemelere ek olarak binanın mevcut durumunun enerji etkin iyileştirilmesi için Tablo 7’ de gösterilen öneriler hazırlanmıştır.

Tablo 7. Kudu evinin enerji etkin iyileştirme senaryoları

Yapı Elemanı	Önerilen Senaryolar	Kalınlık (m)	U (W/m ² K)
Dış duvar (bağdadi)	S1 Bağdadi duvar arası 7 cm mineral yün (cam yünü, taş yünü) yalıtım	0,15	0,383
	S2 Bağdadi duvara kireç-çimento harcı (3 cm) ile dıştan yapıştırılan, 4 cm EPS yalıtım	0,26	0,499
	S3 Bağdadi duvara kireç-çimento harcı (3 cm) ile dıştan yapıştırılan, 3 cm mineral yün (taş yünü) yalıtım	0,24	0,586
	S4 Bağdadi duvara içten PVC (0,5 cm) örtü ile birlikte polistren keçe (2 cm) uygulanması + ahşap lambri kaplama (2 cm)	0,215	0,581
	S5 Bağdadi duvara kireç-çimento harcı (3 cm) ile içten yapıştırılan, 4 cm EPS yalıtım	0,26	0,465
	S6 Bağdadi duvara kireç-çimento harcı (3 cm) ile içten yapıştırılan, 4 cm boşluklu EPS yalıtım	0,26	0,465
Dış duvar (taş)	T1 Mevcut taş duvara kireç-çimento harcı (1cm) ile yapıştırılan 5 cm polistren keçe	0,61-0,83	0,524-0,501
İç duvar	I1 Mevcut bağdadi duvara kireç-çimento harcı (1cm) ile yapıştırılan çift kat (3 cm) polistren keçe	0,21	0,555
Zemin kat döşemesi	D1 Mevcut taş döşeme üzerine 3 cm (çift kat) polistren keçe + 2 cm ahşap döşeme kaplaması	0,39	0,568
Ara kat döşemesi	D2 Yenilenen ahşap döşeme kirişleri üzerine 2 cm ahşap döşeme kaplaması + 2 cm polistren keçe + 2 cm ahşap döşeme kaplaması	0,35	0,407
Pencere	P1 Low-E kaplamalı ahşap doğramalı pencere (çift cam)	0,024	2,2
Dış Kapı	K1 Masif ahşap kapı (mevcut hali korunmuş)	0,045	3,5
Çatı Döşemesi (soğuk çatı)	Ç1 Çatı katındaki ahşap döşeme üzerine serilen 8 cm kalınlığında mineral yün yalıtım	0,25	0,311

Çalışmada mevcut bağdadi dış duvarlar için 6 farklı yalıtım uygulaması önerilmiştir. İlk öneri bağdadi duvar arasına mineral yünler (cam yünü ve taş yünü) yerleştirilerek yapılan uygulamadır. İkinci ve üçüncü öneride bağdadi duvara dıştan EPS ve taş yünü yalıtım levhaları uygulanmıştır. Dördüncü öneride bağdadi duvarın iç yüzeyine PVC örtü ile polistren keçe zımbalanmış ardından çıtalar ile ahşap lambri kaplama yapılmıştır. Polistren keçe malzeme son dönemlerde geleneksel binaların restorasyonunda yalıtım amaçlı kullanıldığı için çalışmada da tercih edilmiştir. Beşinci ve

altıncı öneride ise bağdadi duvara iç taraftan standart EPS ve boşluklu EPS yalıtım levhaları yapıştırılarak uygulanmıştır. Boşluklu EPS levha, karbon takviyeli ve üzerindeki mevcut delikler sayesinde nefes alabilen ısı yalıtım kabiliyeti yüksek bir malzemedir. Bu malzeme standart EPS levhaya göre ısı yalıtım etkinliği ve yoğunlaşma durumu incelenmesi amacıyla özellikle tercih edilmiştir. Bağdadi tekniğiyle yapılmış iç duvarlar ile zemin ve ara kat döşemelerinde de polistren keçe yalıtım uygulaması tercih edilmiştir. Restorasyonda yenilenen standart çift camlar Low-E kaplamalı camlar ile değiştirilmiştir. Çatı da ise son kat ahşap döşemesi üzerine optimum U değerini sağlayacak kalınlıkta cam yünü şilte uygulaması önerilmiştir (Tablo 7).

2.3.2. Hesap yöntemi

Dış ortamla temas halinde bulunan yapı kabuğu ve tüm yapı bileşenleri (duvarlar, döşemeler, saydam yüzeyler, zemin ve çatı) binalardaki ısı kayıp ve kazançlarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çalışma kapsamında incelenen örnek binanın zemin ve birinci katında yer alan her bir mekan için yapı bileşenleri aracılığıyla ve hava sızıntısıyla gerçekleşen ısı kayıpları, transmisyonla aktarılan ısı miktarı aşağıda belirtilen eşitliklerle hesaplanmıştır.

Çok katmanlı yapı bileşenleri için ısı geçirenlik direnci (R), ısı transferinin gerçekleştiği her bir yapı elemanı kalınlığının (d) ısı iletkenlik hesap değerine (λ_h) bölünmesiyle Eşitlik 1'deki gibi elde edilir:

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} \quad (1)$$

Toplam ısı geçirenlik direnci (1/U) belirlenirken tek veya çok katmanlı yapı bileşeninin iç (R_i) ve dış (R_e) yüzeyinin temasta olduğu akışkanla arasındaki yüzeysel ısı iletim dirençleri de yapı bileşeni ısı geçirenlik direncine (R) eklenerek en genel halde Eşitlik 2' de verildiği gibi aşağıdaki formda yazılır:

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \quad (2)$$

Eşitlik 2'de görülen R_i ve R_e değerleri dış duvar, iç duvar, tavan ve döşeme gibi yapı bileşenleri için TS 825 ten Çizelge 1'e göre seçilmektedir. Toplam ısı geçirenlik katsayısı ise ısı geçirenlik direncinin tersi alınarak Eşitlik 3'te verildiği gibi hesaplanır:

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \quad (3)$$

Her bir yapı bileşeni için ısı geçirgenlik katsayısı bulunduğundan sonra sıcaklık farkı ve ısı transferinin gerçekleştiği alana bağlı olarak transmisyonla kaybedilen artırimsız ısı miktarı

$$Q_o = U \cdot A \cdot (T_i - T_e) \quad (4)$$

formülü yardımıyla hesaplanır.

Denklemdaki T_i ve T_e sembolleri sırasıyla iç ve dış ortama ait sıcaklık değerlerini temsil etmektedir. Bir yapıyı oluşturan ve ısıtılacak her bir hacim için ısı kaybının meydana geldiği yapı bileşenlerinden kaybedilen ısı miktarları tek tek bulunarak toplanır. Hesaplanan artırimsız ısı değerine sırasıyla birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_D), yön artırım katsayısı (Z_H), yüksek katlar-yüksek kat artırım katsayısı (Z_W) uygulanarak transmisyonla aktarılan artırımlı ısı miktarı (Q_i) bulunur:

$$Q_i = Q_o(1 + Z_D + Z_H + Z_W) \quad (5)$$

Yapılan hesaplamalarda konutlar için birleştirilmiş artırım katsayısı ($Z_D=7$), yön artırım katsayısı (Z_H) ise yöne bağlı olarak (-5, 0 ve 5), yüksek katlar-yüksek kat artırım katsayısı ($Z_W=0$) alınarak işlem yapılmıştır. Isıtılacak her bir hacimdeki kapı, pencere, duvar, tavan ve döşeme gibi yapı bileşenlerinden olan ısı kayıpları belirlendikten sonra hava sızıntısı dolayısıyla (infiltrasyon) meydana ısı kaybı aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır:

$$Q_s = \sum(aL) RH\Delta T Z_e \quad (6)$$

Burada a , hava sızdırma katsayısı (m^3/mh); L , pencere veya kapının açılan kısımlarının (fuga) uzunluğu (m); R , oda durum katsayısı; H , yapı durum katsayısı ($Wh/m^3 \cdot ^\circ C$); ΔT , ($T_i - T_e$) iç ve dış hava sıcaklıklar farkı ($^\circ C$); Z_e ise her iki duvarında pencere olan ortamlar için 1.2; diğer durumlarda 1 olarak alınan bir artırım katsayısıdır.

Böylece bir mahalden kaybedilen toplam ısı miktarı (Q_i), transmisyon ısısı (Q_i) ile infiltrasyon ısısının (Q_s) toplamına eşit olur:

$$Q_t = Q_i + Q_s \quad (7)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Kudu evinin bulunduğu Trabzon ili, TS 825'e göre II. iklim bölgesinde yer almaktadır. Tablo 8'de II. derece gün bölgesi için duvar, tavan, taban ve pencereler için tavsiye edilen U değerleri ile

mevcut bina ve önerilen senaryolara ait U değerleri gösterilmektedir. İyileştirme için önerilen optimum yalıtım uygulamaları belirlenirken bu iklim bölgesi için tavsiye edilen U değerlerine ulaşılmasına dikkat edilmiştir. Tüm senaryolarda bu değerlerin altında değerler elde edilmiştir.

Tablo 8. Mevcut bina ve önerilen senaryolar için U değeri karşılaştırması

Örnek bina yapı elemanlarına ait U değerleri (W/m ² K)												
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	T1	I1	D1	D2	P1	Ç1
2. Bölge Optimum U değerleri	0,6						0,6	0,6	0,6	0,6	2,4	0,4
Mevcut durum U değerleri	1,14						2,38	1,14	1,53	0,67	5,1	1,07
Önerilere ait U değerleri	0,38	0,49	0,58	0,58	0,49	0,46	0,52	0,55	0,56	0,40	2,2	0,31

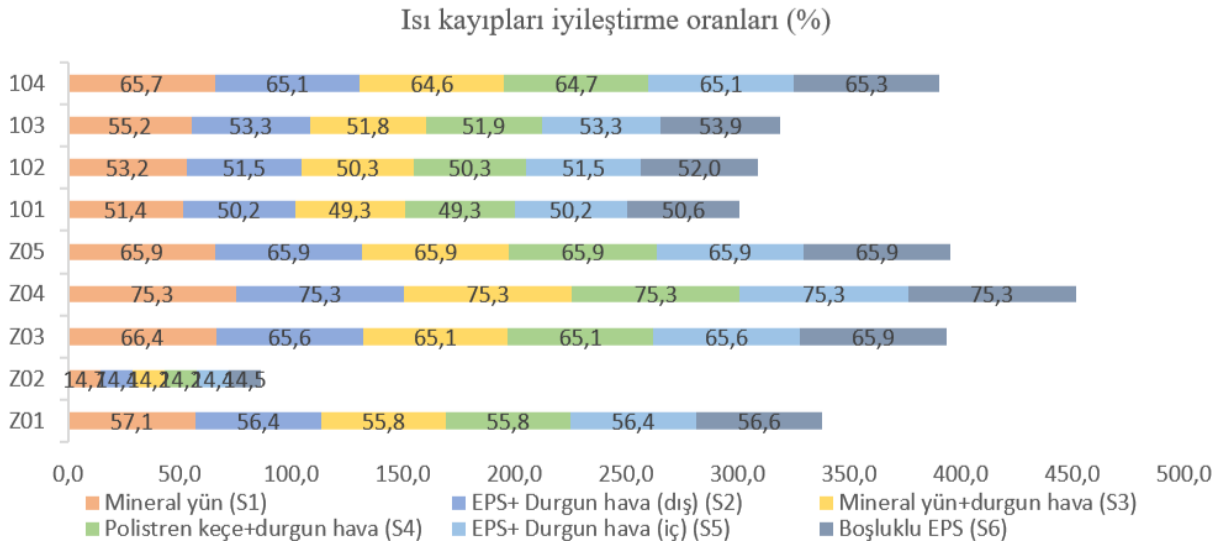
Örnek binanın iç mekanları tek tek ele alındığında yapı bileşenlerinden sıcaklık farkı ve ısı transferinin gerçekleştiği alana bağlı olarak transmisyonla ve hava sızıntısıyla (infiltrasyon) gerçekleşen ısı miktarları Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. Örnek binada iç mahallerden kaybedilen toplam ısı miktarı (Q_t)

Odalara ait Kat Planları	Odalara	Mevcut durum	Duvar arası Mineral yün (S1)	Dıştan EPS yalıtım (S2)	Dıştan mineral yün yalıtım (S3)	İçten polistren keçe yalıtım (S4)	İçten EPS yalıtım (S5)	İçten boşluklu EPS yalıtım (S6)	Q _t (Q _i (transmisyon ısısı) + Q _s (infiltrasyon ısısı))	
									Q _t	Q _s
Zemin Kat Planı	Z01	3061	1312	1336	1354	1353	1336	1329		
	Z02	5005	4271	4283	4293	4292	4283	4280		
	Z03	2419	812	831	845	845	831	826		
	Z04	291	72	72	72	72	72	72		
	Z05	748	255	255	255	255	255	255		
I. Kat Planı	101	3806	1848	1895	1930	1928	1895	1881		
	102	982	460	476	488	488	476	471		
	103	3272	1465	1529	1577	1574	1529	1510		
	104	3974	1363	1387	1405	1404	1387	1380		

Kapı, pencere gibi özellikle dış ortamla temaslı olan ve açılıp kapanan kısımları bulunan yapı bileşenlerinin birleşim yerlerindeki aralıklardan, basınç ve sıcaklık farkı dolayısıyla iç ve dış ortam arasında hava sızıntısı meydana gelmektedir. Birleşim yerlerindeki bu aralıklardan sıcak olan hava dışarıya, soğuk olan hava ise içeriye sızmaya çalışır. Bahsi geçen hava sızıntısı dolayısıyla ortamın ısıtılmasındaki verim düşmektedir.

Tablo 9'daki sayısal verilere göre iç mekanlardaki ısı kayıpları için hazırlanan iyileştirme oranları Şekil 8'de yer almaktadır. Hesaplara göre en büyük enerji verimliliğinin Z04 nolu wc önündeki holde elde edildiği görülmektedir. Ardından Z05 nolu wc mekânı gelmektedir. Bu durumun nedeni Z04 ve Z05 mekanlarında infiltrasyon ve transmisyon ısı kayıplarını arttıracak kapı-pencere sayısının az olmasından ve dış duvarlarının ikisinin yüksek yoğunluklu taş duvar olmasından kaynaklanmaktadır. Bu mekanları sırası ile Z05, 104, Z01, 103, 102, 101 ve Z02 takip etmektedir. En az enerji verimliliği sağlanan mekânın ise Z02 nolu giriş holü olması dikkat çekmektedir. Holün dış çevre koşulları ile temas eden iki duvarından birinin taş diğerinin ise pencereler ve kapı ile kaplı olması bu duruma neden olarak gösterilebilir. Genel olarak iki taş duvara komşu olan mekanlarda daha büyük enerji verimliliğine ulaşıldığı dikkat çekmektedir. Pencere bulunduran mekanlarda da ısı kayıplarının daha fazla olduğu ve daha az bir oranla iyileştirilebildiği görülmektedir.



Şekil 8. İç mekanlardaki ısı kayıplarının iyileştirme oranları

Tüm senaryolar için yalıtım önerilerine göre aylık ısıtma yükleri incelendiğinde, en yüksek ısıtma yükü değeri Ocak ayında, senaryo 3'de (dıştan taş yünü yalıtım) 2719 kWh olarak elde edilmiştir. Bu durum taş yününün kalınlığı ve öneri duvarın yeni U değerinin diğer senaryolardan daha yüksek olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Ocak ayında en düşük ısıtma yükü ise senaryo 1'de (duvar arası mineral yün yalıtım) 2557 kWh olarak elde edilmiştir. Tüm senaryolarda Trabzon ili için en yüksek ısıtma yükü ihtiyacı Ocak ayında, en düşük ısıtma yükü ihtiyacı ise Ekim ayında oluşmaktadır. Binanın yıllık ısıtma ihtiyacı hesaplandığında 11.351 kWh ile senaryo 3 de yine en yüksek değer elde edilmiştir. Tüm bina için hesaplanan özgül ısı kayıpları da bu değerlerle orantılıdır. Senaryo 2 ile 5'in (dıştan / içten EPS yalıtım) yıllık ve aylık ısıtma yüklerinde benzer rakamlar elde edilmiştir. Bağdadi duvara EPS yalıtım içten yada dıştan uygulandığında duvarın U değeri değişmediğinden ısı yükleri açısından bir farklılıkta meydana gelmemiştir. Polistren keçe uygulamasında da (senaryo 4) EPS

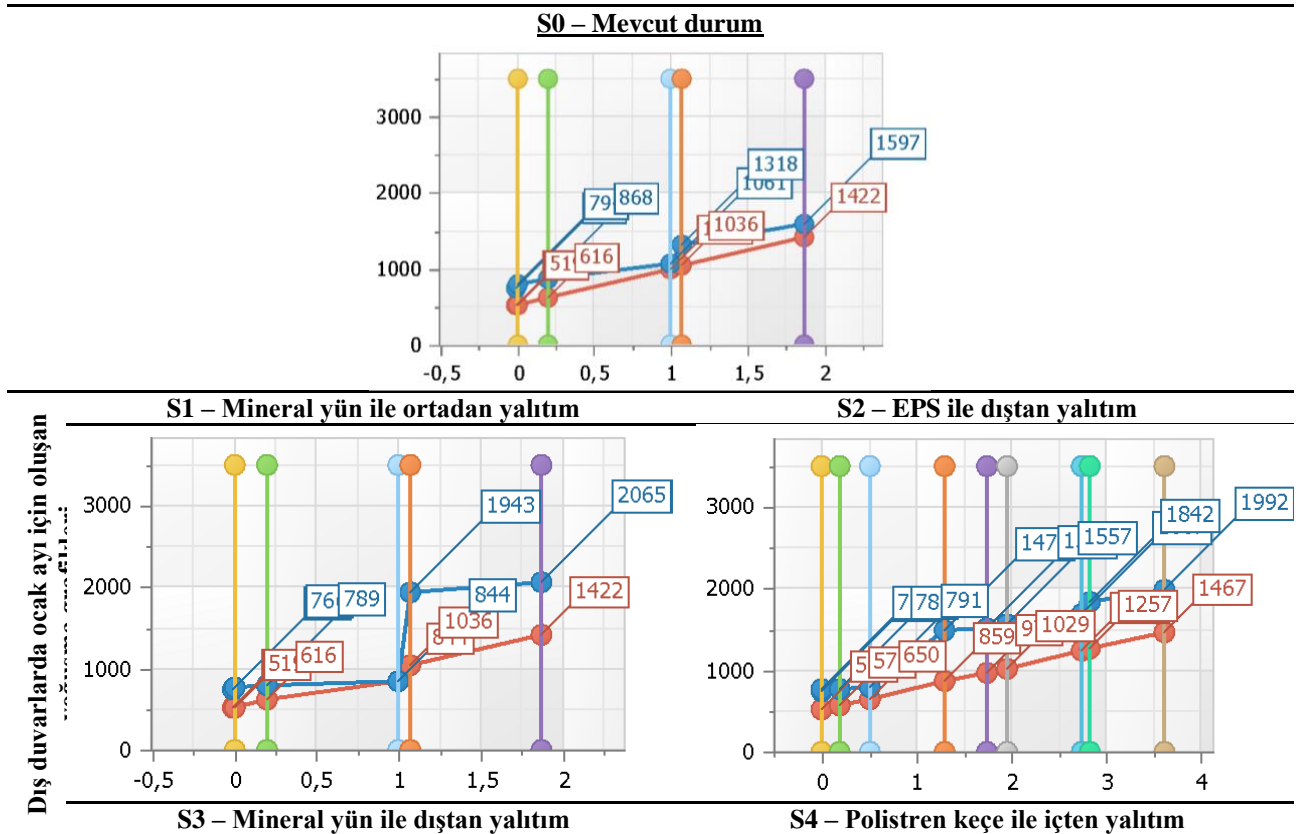
levha ve mineral yünlere yakın bir performans elde edilmiştir. Tüm senaryoların bina enerji performansına etkisi değerlendirildiğinde mevcut yalıtımsız binaya göre yeni öneriler yıllık ısıtma yüklerinde % 66.8 ile % 68.8 oranında tasarruf sağlamıştır. Örnek binanın yapı elemanlarından iletim ve havalandırma yoluyla gerçekleşen özgül ısı kaybı toplamı değerlendirildiğinde ise mevcut duruma karşı önerilen senaryolar ile %56.3 ile %58.1 arasında iyileştirme elde edilmiştir (Tablo 10).

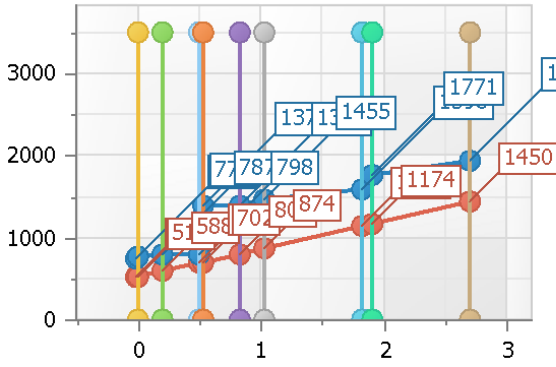
Tablo 10. Örnek binada özgül ısı kaybı ile yıllık ve ocak ayı ısıtma enerjisi ihtiyacı

	S0 (mevcut durum)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
H (özgül ısı kaybı, W/K)	756.70	316.76	324.76	330.76	330.42	324.76	322.41
Q _{yl} (kWh)	34.185	10.638	11.034	11.351	11.331	11.034	10.917
Q _{ocak ayı} (kWh)	7614	2557	2650	2719	2715	2650	2622

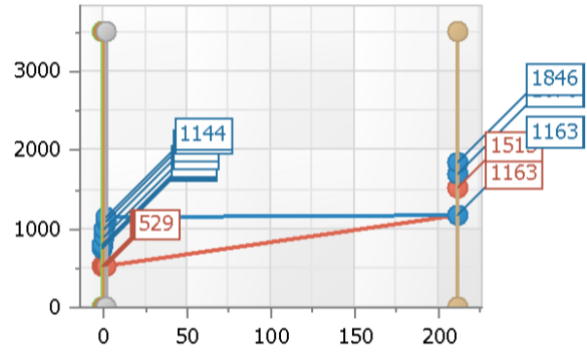
Örnek binanın bağdadi sistemle inşa edilmiş dış duvarlarının yalıtım önerilerine göre enerji performansları incelendikten sonra bu duvar katmanları için Ocak ayı dikkate alınarak TSE825 hesap programında yoğuşma denetimi yapılmıştır. Elde edilen veriler grafikler halinde Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Bağdadi dış duvarlarda Ocak ayı için yoğuşma kontrolü grafikleri

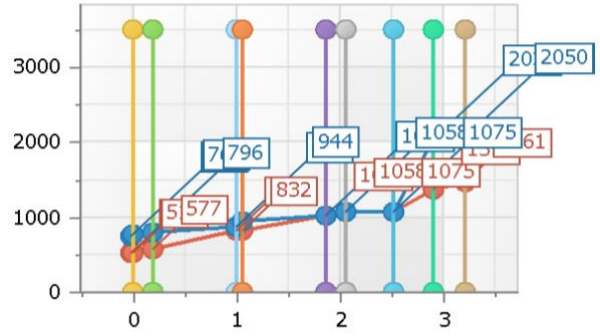
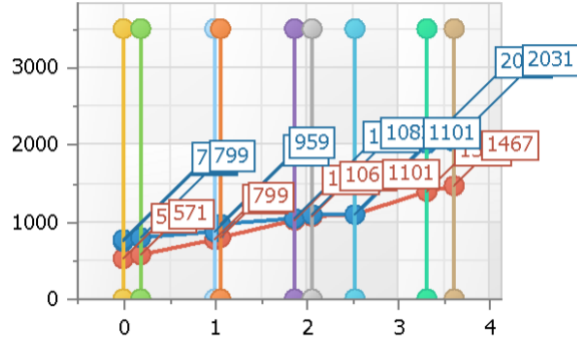




S5 – EPS ile içten yalıtım



S6 – Boşluklu EPS ile içten yalıtım



Grafikler incelendiğinde bağıdadi duvarlara dıştan yapılan yalıtım uygulamasının ısı köprülerini engelleyerek ciddi bir yoğuşma problemi oluşturmadığı görülmektedir. Senaryo 1’de Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında 0.385 kg/m² yoğuşma gerçekleşmiştir. Ancak bu miktar 1kg/m² olan sınır değerden düşük olduğu için kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır. Yoğuşan suyun tamamı yaz aylarında buharlaşmıştır. İç duvarlarda küf riski oluşmamıştır. Bu duruma benzer tablo içten yapılan EPS levha uygulamalarında da görülmüştür. Meydana gelen yoğuşmalar sınır değerlerin altında olduğundan uygulamalar standartlara uygun kabul edilmiştir. Polistren keçe yalıtımda ise diğer duvarlara göre daha fazla yoğuşma meydana gelmiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Tarihi yapılar, bölgelerin sosyal, kültürel ve ticari değerini yükselten, estetik, arkeolojik ve mimari gibi özellikleri bakımından korunması gereken, geçmişle bağ kurduğumuz taşınmaz kültür varlıklarıdır. Ülkemizin mevcut yapı stoğunda önemli bir yere sahip olan bu yapıların taşıdığı kültürel değerlerin korunmalarının yanı sıra uzman ekipler tarafından günümüz koşullarına göre iyileştirilip enerji verimli hale getirilmeleri de önemlidir. Bu binaların iyileştirme süreçleri bazı yasal kısıtlamalar, kullanıcı istekleri, maddi yetersizlikler gibi nedenlerle zorlu hale gelebilmektedir. Ancak çevre dostu ve enerji verimli restorasyon çalışmaları ile bu yapıların yeniden kullanımını sağlamak üzere uygulamalar yapılması gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş mevcut binalarda ısı yalıtımı uygulamaları, yakıt giderlerinin düşmesi, bina ömrünün uzaması, daha sağlıklı ve konforlu

bir yaşam alanı, daha az fosil yakıtla bağlı enerji tüketerek çevreye verilen zararın azaltılması, enerji gereksinimlerinde dışa bağımlılığın azaltılması gibi çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bahsi geçen konulara dikkat çekmek amacıyla yapılan çalışmanın ilk bölümünde örnek bina olarak seçilen ve geleneksel Trabzon evi örneklerinden biri olan tescilli Kudu evinin enerji etkin iyileştirilmesi için yapı elemanları üzerinde farklı düzenlemeler önerilmiş, ardından mevcut bina enerji performansı ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada kullanılan malzemelerin termofiziksel özellikleri, kalınlıkları ve dış duvarlardaki katmanlaşma detaylarına göre mevcut binanın enerji performansı iyileştirilerek yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarında Senaryo 1’de mak. % 68.8 oranında tasarruf elde edilmiştir. Bu senaryoda bağdadi duvar arasına uygulanması önerilen mineral yün yalıtım kalınlığının diğer duvarlara göre daha fazla (7 cm) olması nedeniyle U değeri düşerek ısı kayıpları azalmıştır. Mevcut duvara dış ve iç taraftan yapılan yalıtım uygulamalarında da enerji performansı olarak senaryo 1’e yakın değerler elde edilmiştir. Binadaki iyileştirme oranları sadece dış bağdadi duvarlardaki düzenlemelerle değil, ara kat-zemin döşemelerinde, pencerelerde ve çatıda önerilen yalıtım uygulamalarına bağlı olarak da gerçekleşmiştir.

İleride yapılacak çalışmalarda ısı yalıtımında kullanılacak malzeme cinsi kadar optimum yalıtım kalınlığının da iklim bölgelerine göre dikkatle hesaplanması gerekmektedir. Bu çalışma ılıman bir bölgede gerçekleştirildiğinden soğutma yükleri dikkate alınmamıştır. Farklı iklim bölgelerinde yer alan bu tür tarihi binalar için yapılacak çalışmalarda tüm enerji yüklerinin incelenmesi, yalıtım türleri ve ısıtma sistemi seçimine göre maliyet hesabı yapılması hatta pasif tasarım önlemlerine ek olarak aktif sistemlerinde binaya entegre edilerek enerji performansının irdelenmesi önerilebilir.

Teşekkür

Yazarlar, makale kapsamında incelenen projenin restorasyonunu yapan ve projeye ait tüm dokümanları paylaşarak çalışmaya katkıda bulunan Mimar Uğur Değermenci’ye teşekkür eder.

Yazarların Katkısı

Çalışmada 1. yazar çalışmanın planlanması, literatür taraması, sayısal hesapların yapılması, bulguların, sonuçların derlenmesi ve yazımı bölümlerinde; 2. yazar sayısal hesapların yapılması ve bulguların derlenip incelenmesi bölümlerinde; 3. yazar literatür taraması, şekillerin oluşturulması, bulguların derlenmesi ve yazım denetiminde katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Aktemur, C. ve Atikol, U. (2017). Optimum insulation thickness for the exterior walls of buildings in Turkey based on different materials, energy sources and climate regions. *International Journal of Engineering Technologies-IJET*, 3(2), 72-82.
- Akok, M. (1951). Trabzon'un Eski Evleri. *Arkitekt*, C(20), 323-325.
- Ashrafiyan, T., Yilmaz, A. Z., Corgnati, S. P., & Moazzen, N. (2016). Methodology to define cost-optimal level of architectural measures for energy efficient retrofits of existing detached residential buildings in Türkiye. *Energy and Buildings*, 120, 58-77. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.074>
- Aşanlı, M. (2021). *Geleneksel yapı teknikleri: doğal ve ekolojik yapı rehberi* (33). Yeni İnsan Yayınevi.
- Baca, L. F. G., & López, F. J. S. (2018). Traditional architecture and sustainable conservation. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 8(2), 194-206. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-06-2017-0036>
- Başkan, S. (2008). Geleneksel Doğu Karadeniz Evleri. *Erdem Dergisi*, (52), 41-90.
- Dedeoğlu, N. (2002). *Ekolojik mimarlık kapsamında konut tasarımlarının incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Gelis, K., & Yesildal, F. (2020). Klasik ve modern yapı elemanları kullanılması durumunda ısı iletim katsayısının değişimi ve minimum yalıtım kalınlığının tayini. *Gümüşhane University Journal of Science and Technology*, 10(4), 869- 877. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.725909>
- Golcu M., Dombayci, O. A., & Abali, S. (2006). Denizli için optimum yalıtım kalınlığının enerji tasarrufuna etkisi ve sonuçları. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 21(4), 639-644. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gazimmfd/issue/6670/88852>
- Gür, Ş. Ö. (2005). Doğu Karadeniz Konutu. Prof. Dr. Afife BATUR (Eds.), *Doğu Karadeniz'de Kırsal Mimari* (ss.162-211). Mas Matbaacılık, İstanbul.
- Gürel, A. E. ve Cingiz, Z. (2000). Farklı dış duvar yapıları için optimum ısı yalıtım kalınlığı tespitinin ekonomik analizi. *Sakarya University Journal of Science*, 15(1), 75-81.
- İpekoğlu, B., Böke, H., & Çizer, Ö. (2007). Assessment of material use in relation to climate in historical buildings. *Building and environment*, 42(2), 970-978. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.10.029>
- Kandemir, S. Y., Bektaş V., & Açıkkalp E. (2019). Dıştan yalıtım uygulamalarında farklı duvar modelleri için optimum yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi ve ekonomik analizleri. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 10(1), 275-288. <https://doi.org/10.24012/dumf.401958>
- Karabey, A., Bolukbasi, A., & Onal, M. (2012). Van ili farklı yakıt türlerine göre optimum yalıtım kalınlığı ve enerji maliyetinin değerlendirilmesi. *National Air Conditioning and Refrigeration Education Symposium*. (pp. 698-708), Balıkesir.
- Kazmaoğlu, M. & Tanyeli, U. (1979). Anadolu konut mimarisinde bölgesel farklılıklar, *Yapı Dergisi*, (33), İstanbul, 29-39.
- Kon, O. ve Yüksel, B. (2016). Kamu binalarının ısıtma yüküne göre dış duvarlarının optimum yalıtım kalınlıkları ve enerji tüketimleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 30-47.
- Kudde, E., Sürücü, D., & Köroğlu, Ç. (2009). Bir ahşap yapıda koruma-uygulama metodolojisi, 5. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, (15), 56-72.
- Kürekçi, N. A., Ağra, O. ve Emanet, O. (2009). Determination of Optimum Insulation Thickness for Different Climatic Zones of Turkey. In *ASME 2009 International Mechanical Engineering Congress and Exposition* (pp. 499-505). American Society of Mechanical Engineers.

- MGM. (2022). 2022 yılı genel istatistik verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A>
- Özen, H., Tuluk, Ö. İ., Engin, H. E., Düzenli, H. İ., Sümerkan, M. R., Tutkun, M., Keleş, S. (2010). *Trabzon kent içi kültür varlıkları envanteri*. Trabzon Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları, Trabzon.
- Özen, H. (2019). Rize halk mimarisi malzeme ve yapım teknikleri. Prof. Dr. Haşim KARPUZ (Eds.), *Geleneksel Rize mimarisi üzerine araştırmalar* (ss. 61-77). Rize Araştırma Vakfı (REVAK), İstanbul.
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, (35), 17-27.
- Sezer, F. Ş. (2005). Türkiye'de ısı yalıtımının gelişimi ve konutlarda uygulanan dış duvar ısı yalıtım sistemleri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10(2), 79-85
- Şahin, M. (2013). Giresun ilindeki bağdadi kubbeli camiler. *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*, (11), 71-89.
- Şahin, B. & Çarkacı, C. (2019). Gümüşhane ili kamu binalarındaki ısı yalıtımı uygulamalarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (3) , 526-535. DOI: 10.17714/gumusfenbil.527341
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (t.y.). *Türkiye Geneli Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlığı İstatistiği*. <https://kvmgm.ktb.gov.tr/TR-44798/turkiye-geneli-korunmasi-gerekli-tasinmaz-kultur-varligi-istatistigi.html>
- TUİK. (2022). *Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (CO2 eşdeğeri), 1990 – 2020*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862>. 30 Mart 2022.
- Tuna, C. (2008). *Orta Karadeniz bölgesi sahil kesiminde geleneksel mimari*. Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- UEVEP. (2017). *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023*. <http://www.eyoder.org.tr/UlusalEVEP.pdf>. 23 Eylül 2022.
- Uzun, İ. (2022). Türkiye'nin enerji görünümü ve enerji verimliliği. *Mühendis ve Makine*, 63(707), 15-23.
- Yeşildal, F., & Gelis, K. (2020). Gümüşhane iklim şartlarında farklı malzemeler için yalıtım kalınlıklarının TS 825 kapsamında değerlendirilmesi. *Gümüşhane University Journal of Science and Technology*, 10(3), 830- 843. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.71821>
- Zinzade, D. (2010). *Yüksek yapı tasarımında sürdürülebilirlik boyutunun irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].