



Geleneksel Yatay Taşıyıcı Düzlemlerin Isıl Geçirgenlik Değerlerinin Günümüz Koşullarında İrdelenmesi

Güllü Mutlu¹, Merve Tuna Kayılı^{2*}

¹ Karabük Üniversitesi, Safranbolu MYO, Mimari Restorasyon Programı, Karabük, Türkiye (ORCID: 0000-0001-8118-9949) gullumutlu@karabuk.edu.tr

^{2*} Karabük Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Karabük, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3803-8229) mervetunakayili@karabuk.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 12 Haziran 2020 ve Kabul Tarihi 10 Kasım 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.751828)

ATIF/REFERENCE: Mutlu, G. & Tuna Kayılı, M. (2020). Geleneksel Yatay Taşıyıcı Düzlemlerin Isıl Geçirgenlik Değerlerinin Günümüz Koşullarında İrdelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 614-622.

Öz

Günümüzde teknolojik ve yenilikçi malzemelerin yapı sektöründe yer almasıyla birlikte enerji kullanımı, zararlı salım ile biyotik ve abiyotik çevreyi tehdit eden zararlı atık miktarı artmıştır. Kimyasal işlemlerden geçirilerek üretilen yapay yapı malzemelerinin ısıl performansı yüksek olsa da çevresel performansının düşük olması doğal çevreyi olumsuz etkilemektedir. Geleneksel yapı sistemlerinde kullanılan malzemeler yere özgü ve kimyasal işlem görmemiş olmaları nedeniyle yüksek çevresel performansa ve geçirdiği işlem sayısı göz önünde bulundurulduğunda yüksek ısıl performansa sahiptir. Bu nedenle sürdürülebilir bir yapı kabuğu için geleneksel çözümleri irdelemek, gelecekteki yapı kabuğunun tasarlanması için ilk adımdır. Bu bağlamda, çalışmada dört derece gün bölgesi özelinde yer alan şehirlerde üretilen geleneksel konutların yatay taşıyıcı düzlemleri incelenmiştir. Ulaşılan malzemelerin ısı iletkenlik hesap değerleri, bu konuda yapılan geniş bir literatür araştırmasından derlenmiş ve düzlemlerin ısıl geçirgenlik katsayıları belirlenmiştir. Elde edilen değerler TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'nda yeni yapılar için önerilen tavan ısıl geçirgenlik değerleri ile karşılaştırılmış, geleneksel konut yatay taşıyıcı düzlemlerin ısıl niceliklerinin öneri değerlere uygunluğu tespit edilmiştir. Geleneksel mimaride katmanları oluşturan doğal malzemelerin günümüz koşullarında yeterliliklerinin saptanması hedefiyle yapılan çalışma sonucunda, birinci ve ikinci derece gün bölgelerinde üretilen geleneksel yatay taşıyıcı düzlemlerin ısıl geçirgenlik katsayılarının tavsiye edilen değerlere yakın değerler olduğu, üçüncü ve dördüncü derece gün bölgelerinde ise tavsiye edilen değerlerin üzerinde kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle bu bölgelerde yapılacak restorasyon ya da renovasyon çalışmalarında döşeme katmanlarında artış ve ısı yalıtım malzemesinin eklenmesi tavsiye edilmiştir. Ayrıca geleneksel konutlarda, inşa edildikleri dönemin koşulları da göz önünde bulundurulduğunda, malzeme ve teknikte bilinçli seçimler yapıldığını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel yatay taşıyıcı düzlemler, Isıl geçirgenlik katsayısı, Isıl performans, Geleneksel malzemeler

Investigation of Thermal Transmittance Values of Traditional Horizontal Carrier Planes in Today's Conditions

Abstract

Today, with the inclusion of technological and innovative materials in the building sector, energy use, harmful emissions and the amount of harmful waste threatening the biotic and abiotic environment have increased. Although the thermal performance of artificial building materials produced by chemical processes is high, the low environmental performance affects the environment negatively. Since the materials used in traditional construction systems are ground-specific and chemically untreated, they have high environmental performance and high thermal performance considering the number of processes they have undergone. Therefore, examining traditional solutions for a sustainable building envelope is the first step in designing the future building envelope. In this context, the horizontal carrier planes of the traditional houses produced in the cities located in the four-degree day region were investigated. The thermal conductivity calculation values of the materials reached were compiled from a wide literature on this subject and the thermal transmittance coefficients of the planes were determined. The values obtained were compared with the ceiling thermal transmittance values recommended for new buildings in TS 825 Building Thermal Insulation Rules Standard, it has been determined whether the

* Sorumlu Yazar: mervetunakayili@karabuk.edu.tr

thermal quantities of conventional residential horizontal carrier planes comply with the suggested values. As a result of the study carried out with the aim of determining the adequacy of natural materials that form layers in traditional architecture, it has been determined that the thermal transmittance coefficients of the traditional horizontal carrier planes produced in the first and second degree day regions are close to the recommended values and remain above the recommended values in the third and fourth degree day regions. For this reason, in the restoration or renovation works to be done in these areas, it is recommended to increase the floor layers and add heat insulation material. It is also possible to say that in traditional residences, considering the conditions of the period they were built, conscious choices were made in materials and techniques.

Keywords: Traditional horizontal carrier planes, Thermal transmittance coefficients, Thermal performance, Traditional materials

1. Giriş

Çevre sorunlarının yaşanmasında, modern yaşamın getirdiği sanayileşme ve nüfus artışına bağlı yapı üretiminin payı büyüktür. Hızlı kentleşme, inşaat sektöründeki teknolojik gelişmeler ve enerji ihtiyacı, yapı malzemelerini de etkilemiş; kimyasal işlemlerden geçirilmiş, zararlı emisyonlar salan, çevre ve insan sağlığını tehdit eden yüksek ısı performanslı yapı malzemelerinin üretilmesine neden olmuştur. Bu durumda yüksek ısı performansına sahip fakat düşük çevresel performanslı yapı malzemeleri günümüz koşullarında üretilen yapılarda büyük oranda kullanılmaya başlanmıştır.

Dünyadaki sınırlı enerji kaynaklarının büyük bir kısmı, yapı malzemesinin üretilmesinden, yapı ömrünün tamamlanmasına kadar olan yaşam döngüsünde kullanılmaktadır. Bu durum karşısında bilinçli yapı üretici ve tasarımcıları, sürdürülebilirliği ön planda tutarak, az enerji gerektiren ve sağlıklı mekânlar sunan yapı tasarımını hedeflemektedir. Bu tasarım hedefinin, günümüz konutlarından ziyade (Dönmez vd, 2015) geçmişten günümüze kadar ulaşabilmiş geleneksel yapılarda büyük oranda sağlandığını görülmektedir. Mardin geleneksel konutları üzerinde yapılan çalışma, geleneksel konutların ve bu konutları oluşturan malzemelerin mekânsal ve ısı performansının günümüzde üretilen konutlara göre daha başarılı olduğunu göstermektedir (Manioğlu ve Yılmaz, 2008). Gaziantep geleneksel dokusunda yapılan diğer çalışma da geleneksel dokunun günümüzde üretilen apartmanların yer aldığı konut dokusuna göre iklim, topoğrafya ve kültürel yaşam şartlarına daha uygun olduğu yönündedir (Deringöl, 2015).

Geleneksel yapıların, doğaya zarar vermeden, yerel malzeme kullanılarak iklim ve topoğrafyaya uygun olarak tasarlanmaları sonucu enerji tasarrufu sağlamaları ve sağlıklı iç mekâna sahip olmaları, ekolojik mimarlık özelliklerine verilebilecek örnekler arasındadır. Kimyasal katkı malzemeleri olmayan, çevreden toplanan doğal taş, ahşap, ahşap lifi, saman, saz, hasır, ağaç kabuğu gibi doğal malzemeler kullanılarak üretilen geleneksel yapılarda yöreye özgü doğal malzemeler kullanılarak yapı kabuğunun ısı performansının artırılmaya çalışıldığı söylenebilir. Doğada bulunan malzemelerle sentetik veya kimyasal bir katkı maddesi kullanmadan yapının ısı performansının artırılması, sürdürülebilir yapı kabuğu ve malzeme ilişkisinin en önemli noktasıdır. Bu nedenle sürdürülebilir bir yapı kabuğu için geleneksel çözümleri irdelemek, gelecekteki yapı kabuğunun tasarlanması için ilk adımdır.

Bu çalışmada, Türkiye’de üretilmiş geleneksel yapıların yatay taşıyıcı düzlemleri olan tavan döşemelerinde kullanılan malzemeler TS825’te belirtilen dört derece gün bölgesine göre ayrıntılı çizimlerle incelenmiş, bu malzemelerin oluşturduğu yatay taşıyıcı düzlemlerin ısı iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Elde edilen ısı iletkenlik değerleri, TS825 standardında yeni yapılar için önerilen U tavan değerleri ile karşılaştırılmış,

geleneksel konut yatay taşıyıcı düzlemlerinin ısı niceliklerinin öneri değerlere uygunluk durumları tespit edilmiştir. Çalışma ile geleneksel mimaride katmanları oluşturan doğal malzemelerin günümüz koşullarında yeterliliklerinin saptanması hedeflenmiştir.

Geleneksel konutların döşeme ve düz örtü elemanları farklı kaynaklarda ele alınmakla birlikte, bu elemanların ısı konfor açısından incelendiği karşılaştırılmalı bir çalışma yapılmamıştır. Safranbolu evlerinin duvar ısı iletkenlik katsayısının hesaplandığı (Pehlivan ve Sedes, 2019), bir Safranbolu evi özelinde ısı konfor koşullarının analizinin yapıldığı (Harputlugil Ulukavak, 2005) ve restorasyon sonrası özgün malzeme kullanımının enerji etkinliği açısından önemini tartışıldığı (Süt ve Tuna Kayılı, 2017) yayınlar bu konuyla ısı yönden paralellik gösteren çalışmalardır. Bu çalışmanın, Türkiye’de geleneksel yapıların restorasyonu ya da renovasyonu gerçekleştirmeyi ve ekolojik yapılar tasarlamayı hedefleyen mimarlar için bir rehber olabileceği düşünülmektedir.

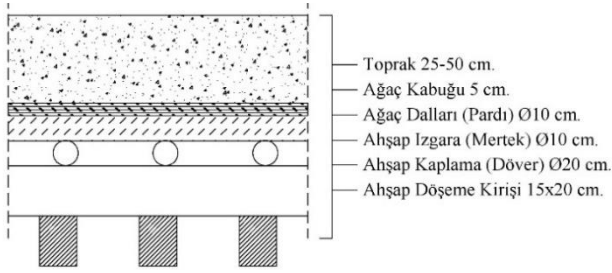
2. Geleneksel Konut Yatay Taşıyıcı Düzlemleri

Geleneksel konutların ara kat döşeme ve düz örtü elemanlarında malzeme ve teknik açıdan iklim bölgelerine göre farklılıklar gözlenmiştir. Anadolu’da “kara dam” olarak da nitelenen düz örtü, tarih öncesinden günümüze kadar uygulanmıştır. Düz örtü uygulamasının olduğu konutlarda ara kat döşemesinin düz örtü ile aynı katmanlara sahip olduğu, aralarındaki en önemli farkın düz örtü son katmanında kullanılan malzeme ve teknik olduğu gözlemlenmiştir. Düz dam uygulaması, bölgesel farklılıklar söz konusu olsa da ahşap döşeme kirişlerinin üzerine dik açıyla yerleştirilmiş çalı çırpı, ağaç dalları, saz, hasır gibi malzemelerin üzerine toprak tabakası konulması şeklinde özetlenebilmektedir. Toprağın çatlamasını ve yağışlarla sürüklenmesini önlemek amacıyla taş kırığı ile veya “çorak” adı verilen bir tür tuzlu ve killi toprak serilerek düz örtü tamamlanmaktadır. Son olarak loğ (yuvak) taşı denilen silindirik biçimindeki ağır bir taş dam üzerine serilen toprağın üstünde gezdirilerek, yüzeyin geçirimsiz sert bir katman haline gelmesi sağlanmaktadır. Özellikle yağışlardan sonra belirli aralıklarla bu işlemin yapılması için, bu taşın dam üstünde bırakıldığı bilinmektedir (Arıkan, 2003). Geleneksel yapılarda kullanılan düz örtü, yağışın az olduğu, ahşap malzemenin az bulunduğu bölgelerde daha çok tercih edilmiştir.

Geleneksel konutlarda ısı konforunun sağlanması için yapı kabuğunun etkin tasarlanması önem taşımakta ve bu açıdan yapının yatay taşıyıcı düzlemini oluşturan katman kalınlıkları ve önerilen malzemeler bölgesel farklılıklar göstermektedir. Bu farklar çalışma kapsamında bu bölümde, Türkiye’de bulunan dört derece gün bölgesi özelinde yazarlar tarafından kaynaklar eşliğinde düzlem kesitleri çizilerek ayrı ayrı sunulmuştur (Şekil 1-22/Resimler hariç). Seçilen malzemelerin kolay ulaşılabilir ve ekonomik malzemeler olduğu bilinmekle ısı iletkenlik hesap değerleri incelendiğinde ısı yönden etkili oldukları söylenebilir.

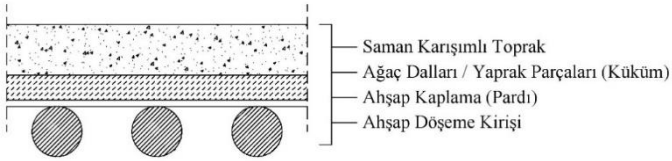
2.1. Birinci Derece Gün Bölgesi

Birinci derece gün bölgesinde yer alan Antalya ili ve Fethiye (Muğla) ilçesinin içinde bulunduğu Güneybatı Anadolu açık sofalı evlerinin düz örtü uygulamasında, daire kesitli ahşap elemanlar üzerinde, dikdörtgen kesitli kirişler ve onun üzerinde “döver” (börk) denilen daire kesitli ahşap elemanlar bulunmaktadır. Döverlerin üzerinde, önce belirli aralıklarla sıralanmış “mertekler”, onun üzerine de “pardı” denilen daire kesitli ahşap elemanlar yer almaktadır. Pardıların üzerinde ise çam kabuğundan bir katman ve elenmiş toprak tabakası yer almaktadır (Şekil 1). Bölgede taşıyıcı sistemde tercih edilen ahşap cinsi ardıç ve servidir. Bu tür ağaçların bünyesinde bulunan kokunun biyolojik bozulmaya karşı koruma sağladığı bilinmektedir (Kademoğlu, 1974). Kimyasal ilaçlamaya karşı, ağaç türüne ait özelliklerden yararlanılarak ekolojik bir yaklaşım güdülmüştür.



Şekil 1. Antalya ve Muğla / Fethiye geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Kademoğlu, 1974).

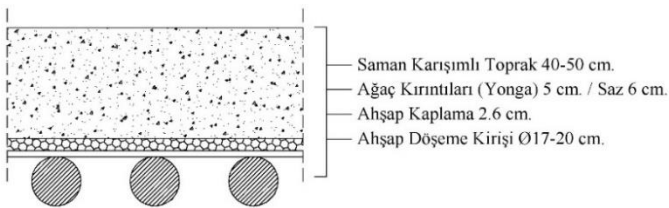
Mersin ili Bozyazı ilçesine bağlı Dereköy’de düz dam yapımında daire kesitli ahşapların üzerine “pardı” olarak ifade edilen daire kesitli ahşaplar yerleştirilmektedir. Bu katmanın üzerine “küküm” adı verilen ağaç dalları ve yaprak parçaları serilmektedir (Şekil 2). En üste saman karışımı toprak serilmesi ile düz örtü sistemi tamamlanmaktadır (Dağ Gürcan, 2017).



Şekil 2. Mersin / Bozyazı / Dereköy’de geleneksel konutlarda düz örtü kesiti (Dağ Gürcan, 2017).

2.2. İkinci Derece Gün Bölgesi

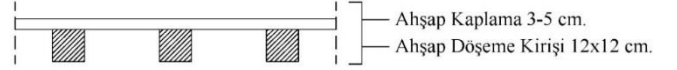
Diyarbakır ili ikinci derece gün bölgesindedir. Bölgede yaygın olan düz örtü uygulamasında ahşap döşeme kirişleri 30-50 cm aralıklarla yerleştirilmekte ve üzeri ahşap kaplama tahtaları ile kaplanmaktadır. Ahşap kaplamanın üzerine ince ve kaba ahşap kırıntılar (yonga), hasır veya saz döşenmektedir (Erginbaş, 1953).



Şekil 3. Diyarbakır geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Erginbaş, 1953).

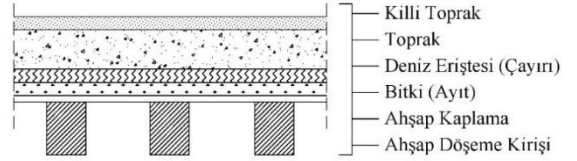
Bu malzemelerin kullanılma amacı ısı yalıtımı ve ahşabın su ile temasının kesilmesinin istenmesidir. Son katman ise toprak, saman ve tuz karışımının serilmesiyle elde edilmektedir (Şekil 3). Dam, yerel dilde “sivinek” adı verilen, duvardan 40-50 cm taşan bir saçakla son bulmaktadır (Erginbaş, 1953).

Artvin dışındaki bütün Doğu Karadeniz illeri ikinci derece gün bölgesinde yer almaktadır. Ordu, Trabzon, Rize, Giresun ve Artvin’de bulunan geleneksel konutlar, ahşap yığma veya ahşap karkas olarak inşa edilmiştir. Bölge yapılarında uygulanan ara kat döşemeleri ahşap döşeme kirişi üzerine ahşap kaplama tahtalarının çakılması yöntemi ile yapılmaktadır (Şekil 4) (Güler ve Güler, 2013).



Şekil 4. Doğu Karadeniz Bölgesi geleneksel konutlarında ara kat döşeme kesiti (Güler ve Güler, 2013).

Çanakkale iline bağlı Ayvacık ilçesinde bulunan düz örtü uygulamasında ahşap döşeme kirişlerinin üzerine önce ahşap kaplama yapıldığı görülmektedir. Bu katmanın üzerine “ayıt” denilen bitkiler ve daha sonra deniz eriştisi (deniz çayırı) serilmiştir (Şekil 6). Son olarak toprak ve killi toprağın sıkıştırılması ile dam uygulaması tamamlanmaktadır (Şekil 5) (Kocabiçak, 2017).

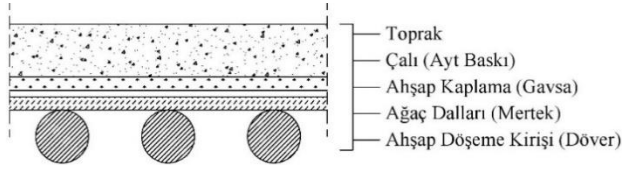


Şekil 5. Çanakkale / Ayvacık geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Kocabiçak, 2017).



Şekil 6. Deniz eriştisi (çayırı) ve killi toprak (URL 1, URL 2).

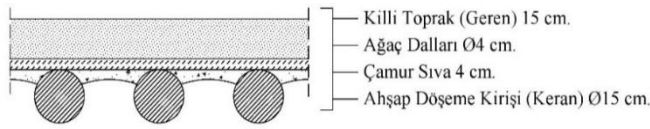
Manisa ilinin Saruhan, Kırkağaç, Soma ve Akhisar ilçelerinde yaygın olarak kullanılan düz örtü uygulamasında “döver” olarak ifade edilen ahşap kirişlerin üzerine, halk dilinde “mertek” olarak adlandırılan, kırıntıdan daha küçük kesitteki ağaç dalları yerleştirilmektedir. Bunun üzerine “gavsa” tabir edilen ahşap kaplama yapılmakta ve sonrasında “ayt baskı” denilen çalı çırpılar yerleştirilerek, son kat olarak toprak serilmektedir (Şekil 7). Gördes, Demirci, Selendi, Kula, Alaşehir ve Sarıgöl ilçelerinde ahşap kirişlerin (döver) üzerine konulan ağaç dalları (mertek), “pınar” adı verilen maki bitkileri ile kaplanarak, toprak katmanı ile bitirilmektedir (Deniz, 1992).



Şekil 7. Manisa'da geleneksel konutlarda düz örtü kesiti (Deniz, 1992).

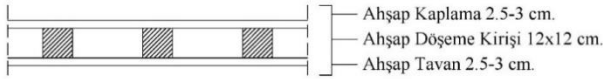
2.3. Üçüncü Derece Gün Bölgesi

Üçüncü derece gün bölgesinde olan Ankara, Eskişehir ve Afyon illerinde görülen düz örtü inşasına halk dilinde “keran” (börk) denilen daire kesitli ahşap döşeme kirişlerinin üzerine ağaç dallarının serilmesi ile başlanmaktadır. Bunun üzerine “geren” adı verilen killi toprak katmanı serilerek dam inşası üst bölümde tamamlanmaktadır (Şekil 8). Alt kısımda ise ahşap döşeme kirişlerinin aralıkları, çamur harcı ile kalın bir tabaka halinde sıvanmaktadır (Alioğlu, 1991).



Şekil 8. Ankara, Eskişehir ve Afyon geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Alioğlu, 1991).

Kırklareli geleneksel konutlarında ara kat döşemesi 40-60 cm aralıklarla konulan ahşap döşeme kirişlerine alttan ve üstten tavan ve döşeme kaplamalarının yerleştirilmesi ile oluşmaktadır. Bu bölgedeki bazı uygulamalarda, ara kat döşemesinde kaplama tahtalarının üstünün, ısı yalıtım özelliğini artırmak amacıyla toprakla kaplandığı bilinmektedir (Şekil 9) (Yüksek ve Esin, 2009).

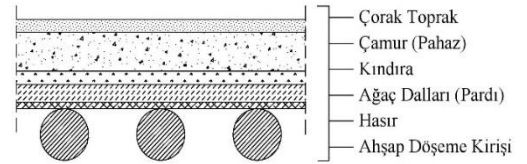


Şekil 9. Kırklareli geleneksel konutlarında ara kat döşeme kesiti (Yüksek ve Esin, 2009).

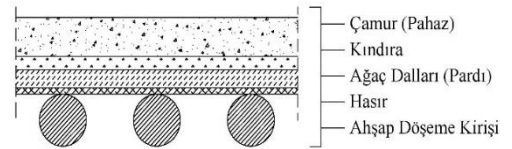
Konya geleneksel konutlarında düz örtü uygulaması çok yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Düz örtü ve ara kat döşeme yapımında ahşap döşeme kirişlerinin üzerine ekonomik duruma göre ahşap kaplama veya hasır serilmektedir. Bunun üzerine kamış tabakası veya “pardı” denilen daire kesitli ağaç dalları konulmakta ve üzerine kındıralar yerleştirilmektedir. Kındıra, bataklıklardan elde edilen 50-70 cm uzunluğa sahip, iğne biçiminde bir ottur (Şekil 10). Elenmiş toprak 2-3 gün bekletildikten sonra bu toprakla halk dilinde “pahaz” adı verilen bir çamur hazırlanarak, kındıraların üzerine dökülmektedir (Şekil 11, 12). Son olarak “çorak” adı verilen, bir tür kil olan toprak serilmektedir. Çorak bulunmadığı durumlarda, toprağa doymuş tuzlu su emdirilmesiyle elde edilen karışım kullanılmaktadır. Ara kat döşemelerinde çorak tabakası bulunmayıp, diğer katmanları düz örtü ile aynıdır (Şekil 11) (Sözen ve Dülgerler, 1979).



Şekil 10. Kındıra ve hasır (URL 3, URL 4).

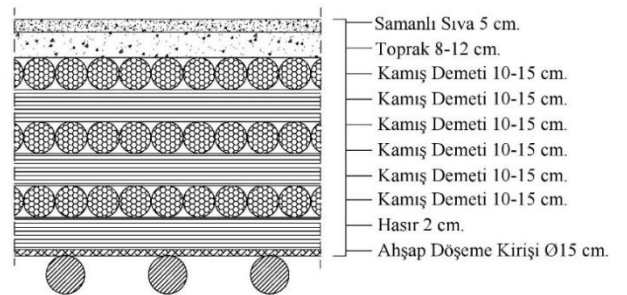


Şekil 11. Konya geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Sözen ve Dülgerler, 1979).



Şekil 12. Konya geleneksel konutlarında ara kat döşeme kesiti (Sözen ve Dülgerler, 1979).

Konya'nın Akşehir ilçesine bağlı Yeşilköy'de düz örtü uygulaması, ahşap döşeme kirişlerinin üzerine hasır serildikten sonra, 10- 15 cm çapında demetler halinde bir araya getirilip bağlanarak oluşturulan kamışlar, 1 ile 7 kat arasında, bir ters bir düz olacak şekilde yerleştirilerek yapılmaktadır (Şekil 14). Kamış demetlerinin üzerine toprak tabakası serilmekte ve bunun üzeri de son kat olarak samanlı çamur harcı ile sıvanmaktadır (Şekil 13) (Çelebi, 2012).

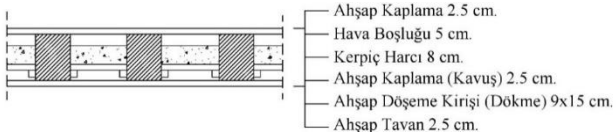


Şekil 13. Konya / Akşehir / Yeşilköy geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Çelebi, 2012).



Şekil 14. Konya / Akşehir / Yeşilköy geleneksel konutlarında kamışlı düz çatı örtüsü (Çelebi, 2012).

Karabük ili Safranbolu ilçesinde geleneksel konutların ara kat ve son kat döşemelerinde yöresel ismi “dökme” olan ahşap döşeme kirişlerinin üzeri, yörede “kavuş” adı verilen enli tahtalarla kaplanmaktadır. Döşeme ve tavan kaplamaları çakılırken hem yukarıdan toz dökülmemesi ve hem de ısı yalıtımı sağlanması için birleşim yerlerine alttan ince ahşap latalar yerleştirilmektedir. Kışlık evlerde altı hayat olan odalarda ahşap kirişlerin araları yaklaşık 8 cm kalınlığında (Canbulat, 2012) bir tabaka halinde samanlı çamur ile doldurulmaktadır (Şekil 15, 16). Isı ve ses yalıtımı sağlayan bu yöntem “bulgurlama” denilmektedir (Günay, 1998).



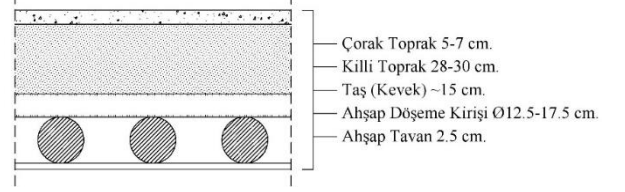
Şekil 15. Safranbolu geleneksel konutlarında ara kat döşeme kesiti (Günay, 1998).



Şekil 16. Safranbolu geleneksel konutların ara kat döşemesinde bulgurlama yapımı (Canbulat, 2012).

2.4. Dördüncü Derece Gün Bölgesi

Dördüncü derece gün bölgesinde olan Kayseri iline bağlı Ağırnas ilçesinde yapılan düz örtü uygulamasında ahşap döşeme kirişlerinin üzerine bir tür volkanik tüf olan ve yöresel dilde “kevek” adı verilen taşlar yerleştirilmektedir. Taşın üzerine kalın bir tabaka halinde killi toprak ve son olarak çorak toprak serilmektedir (Şekil 17, 18) (Alioğlu, 1991).

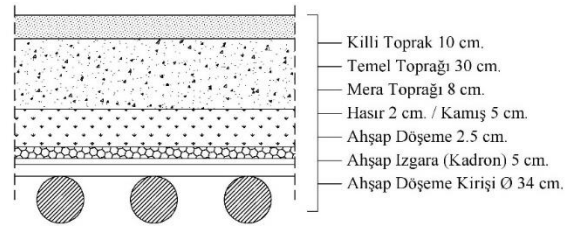


Şekil 17. Kayseri / Ağırnas geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Alioğlu, 1991).



Şekil 18. Kevek taşı (volkanik tüf) ve çorak (tuzlu) toprak (URL 5, URL 6).

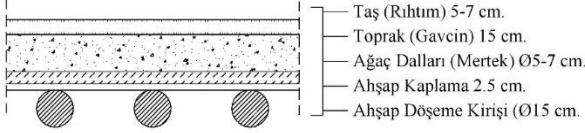
Erzurum ili düz örtü uygulamasında, ahşap döşeme kirişlerinin üzerine ahşap ızgaralar (kadron) konular ve bunların üzerine de ahşap kaplama tahtaları çakılmaktadır. Kaplama tahtalarının hemen üzerinde bölgede “cala” olarak adlandırılan hasır, kamış, ağaç kırıntıları (yonga) veya kamış yapraklarından meydana gelen 2-5 cm kalınlığında bir katman oluşturulmaktadır. Daha sonra, sazlıklardan elde edilen mera toprağına saman ve cala katılmasıyla elde edilen çamur kıvamındaki malzeme ile bir diğer katman meydana getirilmektedir. Mera çamurunun kullanılmasının nedeni, içeriye su sızmasını engellemektir. Bu malzeme yeterince ıslatılıp, çatlamadan kurutulursa, kemirgenlerin bile delemeyeceği bir mukavemete ulaşabilmektedir. Bu katmanın üzerine, içine saman katılmış hafif nemli temel toprağı serilmekte ve killi toprak serilerek örtü tamamlanmaktadır (Şekil 19) (Sağlam, 2019).



Şekil 19. Erzurum geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Sağlam, 2019).

Erzincan iline bağlı Kemaliye ilçesinde düz örtü, yerel isimle “yetme” olarak adlandırılmaktadır. Bölgedeki düz örtü uygulamasında ahşap döşeme kirişlerinin üzerine kaplama

tahtaları konulmakta ve üzerine de “mertek” olarak isimlendirilen 5-7 cm çapında ağaç dalları yerleştirilmektedir (Şekil 20). Yöresel olarak “gavcin”, “pur” gibi isimlerle ifade edilen toprak tabakasının üstü de “dere taşı” veya “rıhtım” olarak adlandırılan taşla kaplanmaktadır (Şekil 20, 21). Yörede damlar meyve sebze kurutma, oturma vb. işlevler için de kullanılmaktadır (Korkmaz ve Akdemir, 2015).

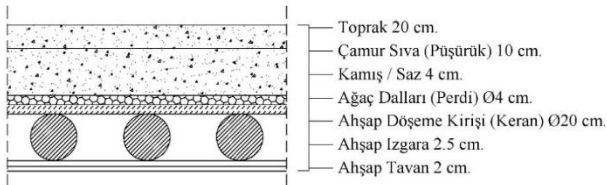


Şekil 20. Erzincan / Kemaliye geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Korkmaz ve Akdemir, 2015).



Şekil 21. Erzincan / Kemaliye geleneksel konut düz örtüsünde dere taşı (rıhtım) kaplaması (Akdemir ve Ekşi Akbulut, 2015)

Bitlis ili geleneksel konutlarında düz örtü uygulamasında, yerel dilde “keran” adı verilen ahşap döşeme kirişlerinin üzerine “mertek” veya “perdi” olarak isimlendirilen ağaç dalları yerleştirilmektedir. Perdi uygulamasında, ağaç dallarının farklı şekillerde dizildiği örnekler bulunmaktadır (Şekil 23). Ağaç dallarının üzeri kamyş, saz veya ot ile kaplanarak, bu tabakanın üzerine de odun külü, kaya tuzu, saman ve çorak toprak karışımıyla elde edilen bir çamur (Öztürk, 2019) olan “püşürük” adı verilen bir malzeme serilmektedir. En üste de “sığ” denilen, tuzlanarak sıkıştırılmak suretiyle su geçirgenliği düşürülmüş bir toprak tabakası ile kaplanarak düz örtü elemanı tamamlanmaktadır (Şekil 22) (Sayan ve Öztürk, 2001).



Şekil 22. Bitlis geleneksel konutlarında düz örtü kesiti (Sayan ve Öztürk, 2001).



Şekil 23. Bitlis (solda) ve Van (sağda) geleneksel konutlarında döşeme üzerine ağaç dalı uygulama örnekleri (Payashoğlu ve Aksulu, 2016, Erdoğan, 2007).

3. Yatay Taşıyıcı Düzlemlerin Isıl Geçirgenlik Katsayısının Belirlenmesi

Bu bölümde yatay taşıyıcı düzlemlerin ısı geçirgenlik katsayılarının belirlenmesinde kullanılan yöntem ve malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarına yer verilmiştir.

3.1. Malzeme ve Yöntem

Çalışma kapsamında geleneksel yatay taşıyıcı düzlemlerin ısı geçirgenlik katsayısının belirlenmesinde kullanılacak malzeme ısı iletkenlik hesap değerleri geniş bir literatür taraması sonucunda tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan malzemelerin ısı iletkenlik hesap değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Yatay taşıyıcı düzlemlerin ısı geçirgenlik katsayısı Eşitlik 1 ve 2 yardımıyla hesaplanmıştır. Isıl geçirgenlik katsayısının hesaplamasında, derece gün bölgelerine göre seçilen geleneksel konutların yaygın olarak uygulanan yatay taşıyıcı düzlemlerinin Bölüm 2’de verilen mevcut çizimlerinden ve malzeme katmanlarının ölçüleri kullanılmıştır. Elde edilen ısı geçirgenlik katsayıları, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı’nda tavsiye edilen U_{tavan} değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Saman ve toprak karışımında karışım oranı bilinemediğinden, saman katkılı kerpicingin ısı iletim katsayısı kullanılmıştır. Bazı örneklerde, geçirimsizliği artırmak ve dam üzerinde bitki yetişmesini önlemek için, çorak toprağın bulunmadığı durumlarda toprağa tuz karıştırılmıştır. Bu karışımın oranları belli olmadığı için tuzlu bir toprak türü olan çorak toprağın ısı iletim katsayısı veri olarak değerlendirilmiştir (Tablo 1). Dördüncü derece gün bölgesinden Ağırnas (Kayseri) düz örtü (Şekil 17, 18) U_{tavan} katsayısı, volkanik bir tüf olan kevek taşının ısı iletim katsayısı aralığına göre iki şekilde hesaplanmıştır. Erzurum örneği (Şekil 19) kamyş ve hasır kullanımına göre iki şekilde hesaplanmıştır. Kemaliye (Erzincan) örneğinde (Şekil 20), düz örtüde en son katmanda kullanılan dere taşının (Şekil 21) ısı iletim katsayısına ulaşılamadığından (akarsuyun etkisi ile sürüklendiği ve gözenekli bir yapıya dönüştüğü düşünülerek) bunun yerine aynı bölgede kullanılan volkanik tüfün ısı iletim katsayısı kullanılmış ve katsayı aralığına göre iki şekilde hesaplanmıştır. Bitlis örneğinde (Şekil 22) düz örtü U_{tavan} değeri, saz ve kamyş kullanımına göre iki şekilde değerlendirmeye alınmıştır.

Tablo 1. Geleneksel Konutlarda Yatay Taşıyıcı Düzlemlerde Kullanılan Geleneksel Malzemelerin Isı İletkenlik Katsayıları (λ) (W/mk)

Malzeme	Türü	Isı İletkenlik Katsayısı (λ) (W/mk)
Toprak	Çorak Toprak (Tuzlu Toprak) (Balcıoğlu, 2013).	1.15
	Sıkıştırılmış Toprak (Balcıoğlu, 2013).	1.05
	Killi Toprak (Clarke vd, 1990).	0.80
	Mera Toprağı (Clarke vd, 1990).	1.20
Ağaç	İğne yapraklı (URL 7).	0.13
	Kayın/Meşe/Dişbudak vb. (URL 7).	0.20
	Ağaç Yaprağı (Jayalakshmy ve Jacop, 2010).	0.20-0.50
	Ağaç Kabuğu (Özsoyul ve İstek, 2018).	0.061-0.076
	Ağaç Kırıntıları (Yonga) (URL 9).	0.070
	Dal Parçası (URL 7).	0.20
Taş	Volkanik Tüf (URL 8).	0.08-0.20
	Taş Kırığı (Clarke vd, 1990).	0.96
Hava	Hava Tabakası (URL 7).	0.278
Bitki ve Bitki Artıkları	Hasır (URL 9).	0.055
	Saz (Kon, 2017).	0.045-0.056
	Yosun (Bakatovich ve Gaspar, 2019).	0.044-0.046
	Deniz Eriştesi (Çayırı) (Eriksen vd, 2008).	0.046
	Saman (Temiz ve Olgar, 2017).	0.058
	Sap (Clarke vd, 1990).	0.07
	Kamış (Clarke vd, 1990).	0.09
	Çalı (Mu vd., 2012).	0.82-0.92
Diğer	Çamur (Clarke vd, 1990).	0.72-0.94
	Saman Katkılı Kerpiç (Koçu, 2012)	0.40
	Tuz (Clarke vd, 1990).	0.24

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

Bu eşitlikte;

R= Çok tabakalı yapı bileşenlerinde ısı geçirenlik direnci

d_1, d_2, \dots, d_n = Yapı malzemesi kalınlıkları
 $(\lambda_{h1}, \lambda_{h2}, \dots, \lambda_{hn})$ = Yapı malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri

$$U = 1/R \quad (2)$$

Bu eşitlikte;

U= Yapı bileşeninin toplam ısı geçirenlik katsayısı

R= Çok tabakalı yapı bileşenlerinde ısı geçirenlik direnci

3.2. Bulgular

Dört derece gün bölgesinde yer alan yörelere göre geleneksel yatay taşıyıcı düzlemlerin ısı geçirenlik değerleri belirlenmiştir. Bu bağlamda, Tablo 2’de görülebileceği gibi 1. derece gün bölgesine ait Antalya ve Fethiye şehirlerinin yerel yapım yöntemleri ve malzemeleri ile inşa edilen yatay taşıyıcı düzlemin ısı geçirenlik katsayısı 0.488 W/m²K olarak hesaplanmıştır. Bu değer TS 825’in enerji performansı yüksek olabilecek yapılarda 1.bölgeye göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U katsayısına çok yakın bir değer olması nedeniyle önemlidir. Bu sonuç, 1. bölgede inşa edilen geleneksel yapılarda yer alan yatay taşıyıcı düzlem olan çatı örtüsünün günümüz koşullarına ayak uydurabildiği anlamına gelmektedir.

2. derece gün bölgesine ait olan Diyarbakır şehrinin yerel yapım yöntemleri ve malzemeleri ile inşa edilen yatay taşıyıcı düzlemin ısı geçirenlik katsayısı 0.383-0.467 W/m²K olarak hesaplanırken, Trabzon, Ordu, Rize ve Giresun gibi doğu Karadeniz şehirlerinde üretilen yapıda bulunan yatay taşıyıcı düzlemin ısı geçirenlik katsayısı 1,682-2,269 W/m²K olarak tespit edilmiştir. Bu farkın oluşmasına etki eden neden ahşap kirişler üzerine konan ahşap tavan kaplaması ile oluşturulan tavan kaplamasının katman kalınlığının az olması ve üzerinde herhangi bir yalıtım malzemesinin bulunmamasıdır. Yağış alan bir bölge olması nedeniyle döşeme üzerine konumlanan eğik çatı konstrüksiyonu ısının korunması açısından yardımcı olsa da döşemenin ısı performansının yüksek olmayacağı söylenebilmektedir. Buna rağmen Diyarbakır’da hesaplanan ısı geçirenlik katsayısı TS 825’in enerji performansı yüksek olabilecek yapılarda 2. bölgeye göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerine çok yakın bir değer olması nedeniyle öne çıkmaktadır.

3. derece gün bölgesine ait olan Ankara, Eskişehir ve Afyon şehrinin yerel yapım yöntemleri ve malzemeleri ile inşa edilen yatay taşıyıcı düzlemin ısı geçirenlik katsayısı 1.651 W/m²K olarak hesaplanırken, Akşehir Yeşilköy’de kullanılan kat kat kamışlama yöntemi düzlemin ısı performansını olağanüstü bir şekilde yükseltmiş ve 0.11 W/m²K ile tavsiye edilen değerlerin de altına indirmiştir. Safranbolu evlerinde ise bu değer 0.905 W/m²K olarak hesaplanmıştır. Karasal iklimle sahip olması ve nispeten 1.

ve 2. derece gün bölgelerine göre daha az güneşlenme gün sayısına sahip olan 3. derece gün bölgesinin tavsiye edilen U değeri geleneksel taşıyıcı düzlemler için düşük kalmıştır.

4. derece gün bölgesinde yer alan Kayseri'nin Ağırnas ilçesinde uygulanan döşeme yapım tekniği ile yatay taşıyıcı düzlemin ısıl geçirgenlik katsayısı 0.407-0.749 W/m²K iken, soğuk iklimi ile bilinen Erzurum şehrinin yerel yapım yöntemleri

ve malzemeleri ile inşa edilen yatay taşıyıcı düzlemin ısıl geçirgenlik katsayısı 0.753-0.88 W/m²K olarak belirlenmiştir. Ağırnas'ta elde edilen değerlerin tavsiye edilen değere yaklaşmasında katmanda kullanılan tüfün katkısı yüksektir. Kemaliye ve Bitlis'te elde edilen değerler birbirine yakın olmakla birlikte sırasıyla 0.672-0.964 W/m²K ile 0.679-0.889 W/m²K arasındadır.

Tablo 2. Geleneksel Konut Yatay Taşıyıcı Düzlemler İçin Hesaplanan Isıl Geçirgenlik Katsayıları

İklim Bölgesi	TS 825 U _{tavan} Katsayısı W/m ² K	Yerleşim Yeri	Hesaplanan U _{tavan} Katsayısı W/m ² K
1. Derece Gün Bölgesi	0.45	Antalya, Fethiye (Muğla)	0.488
2. Derece Gün Bölgesi	0.40	Diyarbakır	0.383-0.467
		Trabzon, Ordu, Rize, Giresun	1.682-2.269
3. Derece Gün Bölgesi	0.30	Ankara, Eskişehir, Afyon	1.651
		Kırklareli	1.448
		Yeşilköy (Akşehir, Konya)	0.11
		Safranbolu (Karabük)	0.905
4. Derece Gün Bölgesi	0.25	Ağırnas (Kayseri)	0.407-0.749
		Erzurum	0.753-0.88
		Kemaliye (Erzincan)	0.672-0.964
		Bitlis	0.679-0.889

4. Sonuç

Türkiye'de yer alan dört derece gün bölgesinde yer alan şehirlere ait geleneksel yapılarda yer alan yatay taşıyıcı düzlemler olan tavan döşemelerinin ısıl geçirgenlik katsayıları hesaplanmış ve TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'nda tavsiye edilen U_{tavan} değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde birinci derece gün bölgesinde yer alan şehirlerde geleneksel yöntem ve doğal malzemelerle üretilen tavan döşemelerinin ilgili standartta birinci derece gün bölgesi için tavsiye edilen tavan ısıl geçirgenlik katsayısına yakın olduğu, teknolojik malzemeler olmadan geleneksel malzemelerle üretilen bu döşemelerin günümüz şartlarına uygun olduğu söylenebilmektedir.

İkinci derece gün bölgesinde yer alan Diyarbakır'da üretilen geleneksel tavan döşemesi incelendiğinde, standartta tavsiye edilen değerle uyumlu olduğu gözlenmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde üretilen ahşap karkas veya ahşap yığma konutlarda döşemelerin sadece ahşap kaplama yapılması sebebi ile sonuç tavsiye edilen U_{tavan} değerinden yüksek çıkmıştır.

Üçüncü derece gün bölgesinde bulunan Ankara, Eskişehir, Afyon şehirlerinde üretilen yatay taşıyıcı düzlemlerin hesaplanan ısıl geçirgenlik katsayısı, tavsiye edilen değerden yüksek bulunmuştur. Yapı elemanının katman kalınlıklarının yeterli düzeyde olmamasının bu sonuçta etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle bu bölgelerde yapılan restorasyon ya da renovasyon çalışmalarında yatay taşıyıcı düzlemlerde ısı iletkenlik değeri düşük geleneksel malzemelerle katman kalınlıklarının artırılması önerilmektedir. Zira aynı derece gün bölgesinde yer alan Yeşilköy (Akşehir, Konya) incelendiğinde, tavan ısıl geçirgenlik katsayısının tavsiye edilen değerden oldukça düşük bir değer

olduğu görülmektedir. 1 ile 7 kat arasında uygulanan kamış dizgesi bu değere ulaşılmasında oldukça etkili olmuştur. Safranbolu evlerinde hesaplanan değerlerin de tavsiye edilen değerden yüksek olması nedeniyle, yüksek oranda restorasyon uygulamalarının yapıldığı konutlarda döşeme katmanlarında kalınlık artışı ve ısı yalıtım malzemesi takviyesi önerilmektedir.

Dördüncü derece gün bölgesi diğer bölgelere göre güneşlenme gün sayısı en düşük olan şehirlerin yer aldığı bir bölgedir. Bu nedenle yüksek ısı korunumu ve düşük ısıl geçirgenlik katsayıları tavsiye edilmektedir. İncelenen örneklerde tavsiye edilen değerlerin üzerinde ısıl geçirgenlik katsayıları ile karşılaşılmıştır. Bu nedenle bu şehirlerde yapılan geleneksel yapı çalışmalarında üçüncü derece gün bölgesinde olduğu gibi döşeme katmanlarında kalınlık artışı ve ısı yalıtım malzemesi takviyesinin döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısının düşürülmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Geleneksel konutlarda, inşa edildikleri dönemin koşulları da göz önünde bulundurulduğunda, malzeme ve teknikte bilinçli seçimler yapıldığını söylemek mümkündür. Sonuç olarak sürdürülebilir, çevreye duyarlı malzeme arayışlarının sürdüğü günümüz yapı endüstrisinde, bu çalışmada ele alınan geleneksel yapı malzemelerinin, ideale ulaşma kaygısı içinde geliştirilmesi ve kullanılması mümkündür. Yapılarda doğal malzeme kullanımının yaygınlaşması, ekolojik dengenin korunmasına da katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

Akdemir, M.Z. & Ekşi Akbulut, D. (2015). Taş Duvar Örgü Dili Bağlamında Kemaliye (Eğin) ve Koruma Olgusu. *Mimarlık Dergisi*, 383.

- Alioğlu, E. F. (1991). Geleneksel Yapı Elemanları. Basılmamış Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Restorasyon Programı, İstanbul.
- Arıkan, Y. (2003). Hitit Çivi Yazılı Belgelerinde Suhha-(Düz) Dam, Çatı ve Onun Dinsel ve Sosyal Hayattaki Yeri. *Anadolu Arşivleri*, 6 (1).
- Bakatovich, A. & Gaspar, F. (2019). Composite Material For Thermal Insulation Based On Moss Raw Material. *Construction and Building Materials*, 228, 116699.
- Balçoğlu, A. (2013). Geleneksel ve Modern Bağ Evi Örneklerinin Soğutma Enerjisi Korunumunda Etkili Olan Tasarım Değişkenleri Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Canbulat, İ. (2012). Gökçüler Konağı Restorasyonu ve bir Butik Otel Olarak Yeniden İşlevlendirilmesi. Ahşap Yapılarda Koruma ve Onarım Sempozyumu, İstanbul, 75-88.
- Clarke J. A., Yaneske, P. P. & Pinney A. A. (1990). The Harmonisation of Thermal Properties of Building Materials. BRE Publication, BEPAC Research Report, 42.
- Çelebi, M. R. (2012). Anadolu Kerpiç Mimarlığı. İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Dağ Gürçan, A. (2017). Toroslar'da Kırsal Mimarlık: Bozyazı, Dereköy Örneği. Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Deniz, B. (1992). Manisa Yöresi Köy Ev Mimarisi. *Arkeoloji-Sanat Tarihi Dergisi*, 6, 17-46.
- Deringöl, T. (2015) Sürdürülebilir Çağdaş Konut Tasarımında Gaziantep'in Yerel Mimarısından Öğrenilenler. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, FBE, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Konya.
- Dönmez, Y., Özyavuz, M. & Gökyer, E. (2015). Safranbolu Kentinin Konut ve Site Alanlarının Yeşil Alan Durumlarının Saptanması. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5 (11), 1-12.
- Erdoğan, B. B. (2007). Van Yöresi Geleneksel Köy Mimarlığı. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Erginbaş, D. (1953). Diyarbakır Evleri. Yayınlanmış Doçentlik Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Eriksen, M. S. H., Laursen, T. B., Rode, C., & Hansen, K. K. (2008). Hygrothermal Properties and Performance of Sea Grass Insulation. In Proceedings of the 8th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries (pp. 481-488). Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering. DTU Byg Report, No. R-189
- Güler, K. & Güler, A. C. (2013). Doğu Karadeniz Ahşap Karkas Yapı Geleneği ve Koruma Sorunları. Ahşap Yapılarda Koruma ve Onarım Sempozyumu 2, İstanbul, 178-193.
- Günay, R. (1998). Türk Ev Geleneği ve Safranbolu Evleri. Yem Yayınları, İstanbul.
- 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).
- Kademoğlu, O. (1974). Güneybatı Anadolu'da Açık Sofalı Evler. *Mimarlık Dergisi*, 30-33.
- Kocacıçak, E. (2017). Ayvacık'a Bağlı Köylerde Yöresel Konut Analizi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kon, O. (2017). Ekolojik Sürdürülebilirlik Kapsamında Binalarda Kullanılan Çevre Dostu Isı Yalıtım Malzemeleri ve Bunlara Bağlı Yenilenebilir Enerji Kullanımı. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 143-155.
- Korkmaz, E. & Akdemir, M.Z. (2015). Kemaliye ve Çevre Yerleşmelerinde Yer Alan Geleneksel Konutlarda Yerel Bilgi ve Deneyim Kullanılarak Uygulanan Koruma Müdahalelerinin Değerlendirilmesi. *Megaron*, 10 (4), 494-502.
- Manioglu, G. & Yılmaz, Z. (2008). Energy Efficient Design Strategies in the Hot Dry Area of Turkey. *Building and Environment*, Sayı 43, 7, 1301-1309.
- Mu, L., Shi, Y., Feng, X., Zhu, J. & Lu, X. (2012). The Effect Of Thermal Conductivity And Friction Coefficient On The Contact Temperature Of Polyimide Composites: Experimental And Finite Element Simulation. *Tribology International*, 53, 45-52.
- Payaslıoğlu Oğuz, G. & Aksulu, I. B. (2016). Geleneksel Bitlis Evleri: Koruma Sorunları ve Öneriler. *Megaron*, 11 (1), 63-77.
- Pehlivan, A. & Sedes, F. (2019). Safranbolu Evi Dış Duvar Çeşitlerinin Isıl Geçirgenlik Katsayılarının Analizi. *ABMYO Dergisi*, Sayı 55, 181-194.
- Sözen, M. & Dülgerler, O. N. (1979). Konya Evlerinden Örnekler. *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 79-100.
- Süt, G. & Tuna-Kayılı, M. (2017). Özgün ve Özgün Olmayan Yapı Bileşenlerine Göre Geleneksel Yapıların Enerji Performansının Belirlenmesi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, TMMOB, (158), 21-28.
- Temiz, H. & Olgar, K. (2017). Doğal ve Yapay Liflerden Üretilen Panellerin Yalıtım Özelliklerinin Araştırılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7 (2), 608-618.
- Yüksek, İ. & Esin, T. (2009). Kırklareli Geleneksel Konut Örneklerinin Enerji Etkinliğinin Değerlendirilmesi. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 797-807.

URL1:

http://gokceadasualtiparki.org/index.php?option=com_content&view=article&id=42&catid=9&Itemid=215&lang=tr-tr

URL2: <https://www.thriftyfun.com/Improving-Clay-Soil-1.html>

URL3: <http://www.kayseriehaber.com/guncel-haber/kindira-kesimi-basladi-h36794.html>

URL4: <https://arkeofili.com/asikli-hoyukte-10000-yillik-hasir-bulundu/>

URL5: <https://bunyan38.blogspot.com/2017/08/basgolde-besir-aktekinin-muze-evi-ve.html>

URL6: <https://images.app.goo.gl/jbhXifdhyx9Wp7XQ8>

URL7: https://www.izoder.org.tr/hesap-makinesi/ts_825_yardim.pdf

URL8: <http://www.pomza.net/teknik-veriler>

URL9: <https://criticalconcrete.com/reed-in-architecture/>