



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Sivil Mimarlık Örneklerinin Yapı Kabuklarında Isısal Sorunların Analizi ve Günümüz Teknolojisi ile Çözüm Önerileri: Bursa İli Reyhan ve Hisar Bölgeleri

Filiz ŞENKAL SEZER^{a,*}, M. Fatih AYDIN^b

^a *Uludağ Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Bursa, TÜRKİYE*

^b *Maltepe Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul, TÜRKİYE*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: filizss@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı niteliklerinden dolayı tescil edilmiş sivil mimarlık örneklerinin yapı kabuklarında ısısal sorunların analiz edilmesi ve günümüz teknolojisi ile çözüm önerileri sunulmasıdır. Bu doğrultuda alan çalışması için seçilen bölge Bursa İli Reyhan ve Hisar Bölgeleri olmuş ve 4 farklı yapı incelenmiştir. İlk aşamada duvarların ısı geçirgenlik katsayısı değerleri hesaplanmış ve yapıların mevcut yalıtım performansları değerlendirilmiştir. Sonrasında ise yeni önerilen yapı malzemeleriyle ısı performansının optimum düzeye gelmesi sağlanmıştır. Sözü edilen bu hesaplamalarda yalıtım malzemesinin çeşidi ve kalınlığı seçilerek uygulama detayları oluşturulmuştur. Bu detaylar uygulanırken, yapının tescilli bir yapı olduğu ve mevcut mimari özelliklerde tahribata yol açmaksızın uygulama yapılması en temel ilkelerden bir olarak gözetilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sivil mimarlık örneği, Yapı kabuğu, Isıl performans*

Analysis of Thermal Problems and Solution Suggestions with State-of-the-Art Technology for Structural Shells of Civil Architecture Examples: The City of Bursa, Reyhan and Hisar Quarters

ABSTRACT

The goal of this study is to analyze thermal problems in civil architecture examples, which were registered due to their qualities, and to provide solutions using the state-of-the-art technologies. In this scope Reyhan and Hisar Quarters in the city of Bursa/Turkey were selected and four different types of buildings were examined. In the first phase the heat transmission coefficient of walls were analyzed and the current performance of buildings were evaluated. And the second phase aimed to optimize thermal performance with suggested building materials. The calculations made for the analyses were used to select the type of insulation materials and thickness for creating implementation details. The main principle taken into consideration throughout the preparation of the work was that the buildings is a registered buildings and the implementation had to be carried out without damaging the current architectural features of the buildings.

Keywords: *Civil architecture, Building envelope, Thermal performance*

I. GİRİŞ

Ülkemizde, enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı ile ilgili çalışmalar son yıllarda hız kazanmaya başlamıştır. Enerji sektöründe büyük oranda dışa bağımlı olan ülkemizde, özellikle konut ve işyerlerinin ısıtılması konusunda hukuki düzenlemelerin geçmişi de çok yakın bir tarihe dayanmaktadır. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkartılan Binalarda Enerji Performansı yönetmeliğine göre binalarda Enerji Kimlik Belgesi çıkarılması zorunlu hale gelmiştir. Bu durum bir anlamda ısı yalıtımını da zorunlu hale getirmektedir. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Madde 7 F/1/d) bendinde; “Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak yönetmeliğe göre hazırlanan yapı projeleri kapsamında enerji kimlik belgesi düzenlenir. Enerji kimlik belgesinde binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgiler asgarî olarak bulundurulur. Belgede bulundurulması gereken diğer bilgiler ile belgenin yenilenmesine ve mevcut binalar da dâhil olmak üzere uygulamaya ilişkin usul ve esaslar, Bakanlık ile müştereken hazırlanarak Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca yürürlüğe konulacak yönetmelikle belirlenir” ifadesi yer almaktadır [1].

Binalarda ısı konforunun sağlanmasına yönelik standart olan TS 825’e (Binalarda ısı Yalıtım Kuralları) göre ısı konforunun sağlanmasında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının minimumda tutulması dikkate alınması gereken önemli bir noktadır. Bir binanın ısıtılması için gerekli olan enerji ihtiyacında, yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı (U , W/m^2K) en önemli parametrelerden biridir. Isı geçirgenlik katsayısı, çeşitli kalınlıklardaki katmanlardan oluşan yapı bileşeninin $1 m^2$ 'sinden $1 ^\circ C$ 'lik sıcaklık farkı bulunması durumunda bir saatte geçen ısı enerjisi miktarını vermektedir. TS 825; Türkiye’yi dört derece gün bölgesine ayırmış ve her bölge için farklı U değerleri belirlemiştir [2]. Isıl performansın sağlanması açısından, yapı elemanlarının belirtilen U değerini sağlayacak şekilde detaylandırılması gerekmektedir [3,4]. Ancak, sözü edilen yönetmelik, yeni yapılar ile günümüz teknik ve malzemesiyle yapılan nispeten daha eski yapıları kapsamakta olup, tescilli ve eski eser niteliğindeki yapılarla ilgili bir düzenleme getirmemektedir. Bu çalışmada, sivil mimarlık örneği olarak nitelendirilen, Bölge Koruma Kurulları tarafından niteliklerinden dolayı tescil edilmiş, eski eser hüviyetindeki konut yapılarının yalıtım performanslarını irdeleyerek, günümüz normlarına göre kabul edilebilir değerde yalıtım sağlayabilecek hale gelmeleri için, sadece düşey yapı elemanları olan duvarlar bazında çözüm önerileri sunulmaktadır.

II. YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı sivil mimarlık örneklerinin yapı kabuklarında ısısal sorunların analiz edilmesi ve günümüz teknolojisi ile çözüm önerileri sunulmasıdır. Bu doğrultuda alan çalışması için seçilen bölge Bursa İli Reyhan ve Hisar Bölgeleri olmuştur. Bu bölge içerisinde yer alan 4 farklı yapı incelenmiş ve bu yapılar uygun yalıtım önerileri sunulmuştur¹. Çalışmadaki yapı örnekleri aynı bölge içerisinde yer alan ve benzer tarih aralığında inşa edilen binalar arasından seçilmiştir. U değerlerinin hesaplanmasında İZODER Isı ve Ses İzolasyoncuları Derneği tarafından hazırlanan hesap programı kullanılmıştır [5].

¹ Yapılara ait rölöve çalışmaları yazar Fatih Aydın tarafından gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada yapıların mevcut yalıtım performansları incelenmiş, duvarların ısı geçirgenlik katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Sonrasında ise yeni önerilen yapı malzemeleriyle ısı performansının optimum düzeye gelmesi sağlanmıştır. Sözü edilen bu hesaplamalarda yalıtım malzemesinin çeşidi ve kalınlığı seçilerek, uygulama detayları oluşturulmuştur. Bu detaylar uygulanırken, yapının tescilli bir yapı olduğu ve mevcut mimari özelliklerde tahribata yol açmaksızın uygulama yapılması en temel ilkelerden bir olarak gözetilmiştir.

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde örnek olarak seçilen yapıların dış duvarlarına ait özellikleri tespit edilmiş. Mevcut U değerleri hesaplanmış ve daha sonra bu değerler optimum seviyeye getirilecek şekilde yalıtım uygulanmıştır. Şekil 1’de görüldüğü gibi ilk örnek yapı; zemin ve birinci kat olmak üzere 2 kattan oluşmaktadır. Zemin kat taşlık ve dükkandır. Bu iki bölüm arası muhdes bir duvar ile kapatılmıştır. Dükkan kuzey ve batı yönlerinden alüminyum doğrama ile dışa açılmaktadır. İki riht ile girilen dükkan içerisinde de kot farkı bulunur. Birinci katta sofa ve 3 oda bulunmaktadır. Yapının zemin kat dış duvarları moloz taş örgülü olup, üst kat ahşap taşıyıcılıdır. Ahşap taşıyıcı arasında dolgu malzemesi olarak kerpiç bulunduğu tespit edilmiştir.

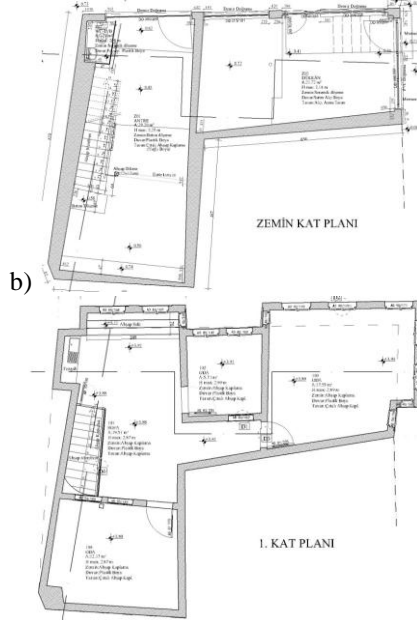
a) ÖRNEK YAPI 1:

Tapu Bilgileri: Kayıhan Mahallesi H22D07A3B pafta,

4293 ada ve 1 nolu parsel

Mülkiyeti: Özel Mülkiyet

Yapım Yılı: 19. Y.Y. sonları



Şekil 1. (a) Yapı tanım bilgileri (b) Plan şemaları (c) Vaziyet planı (d) görünüş

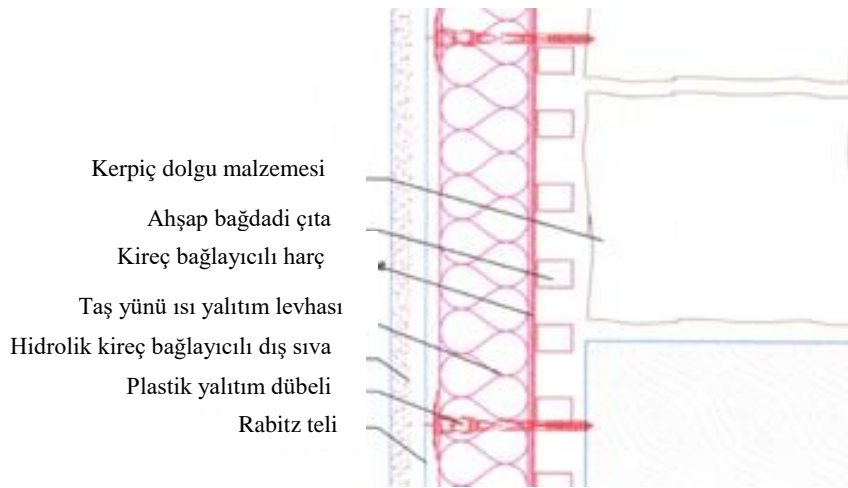
Yapı, hem iç hem de dıştan sıvalıdır. Sıvanın kireç harçlı horasan harcı karışımına yakın bir özellikte olduğu gözlenmektedir. Görüldüğü üzere yapı kabuğunda kullanılan tüm malzemelerin ısı geçirgenlik değerleri yüksektir. Yapıya ait mevcut U değerleri; zemin kat için $0.972 \text{ W/m}^2\text{K}$ ve birinci kat için

1.342 W/m²K'dir. Isıl performans açısından optimum değerlere getirebilmek için dış duvarlara 4 cm. kalınlıkta taş yünü ısı yalıtım levhası uygulanması doğru olacaktır.

Birinci kat duvarlarında montajın sağlıklı olarak yapılabilmesi için, yüzeysel tutuculuğu olmayan ve kolaylıkla dağılılabilen yapıdaki kerpiç malzemenin üzerine, dikme ve payandalara sabitlenmek koşuluyla bağdadi çıta uygulaması yapılmalıdır. Bağdadi çıta aralarına ve üzerine yapılacak hidrolik kireç harçlı düzeltme sıvası, bu sayede kolaylıkla uygulanabilecektir. Yapılan bu sıva, henüz kurumadan plastik dübellerin de yardımıyla cepheye tutturulacak olan taş yünü ısı yalıtım levhası uygulandıktan sonra, son kat sıvanın kolaylıkla yüzeye tutunabilmesi için rabitz teli ve üzerine de son kat sıva uygulanarak, yüzey boyaya hazır hale gelmiş ve de duvarın yalıtımı tamamlanmış olacaktır (Şekil 2). Tablo 1'de ise yalıtım uygulanmış duvar kesitine ait U değerleri verilmektedir.

Tablo 1. Yalıtım uygulanmış duvar kesitine ait U değerleri: Örnek Yapı 1

Duvar Tabakası		Kalınlık (cm)	Isı iletkenlik katsayısı (λh) (m ² K/W)	U değeri (W/m ² K)	
Zemin	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	0.493	
	Taşyünü	4	0.040		
Kat	Moloz taş duvar	55	0.680		
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00		
Birinci	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00		
	Taşyünü	4	0.040		
Kat	Kerpiç dolgulu ahşap taşıyıcı duvar	21	0.40		
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00		
					0.573



Şekil 2. Yalıtım uygulanmış duvar kesitine ait detay

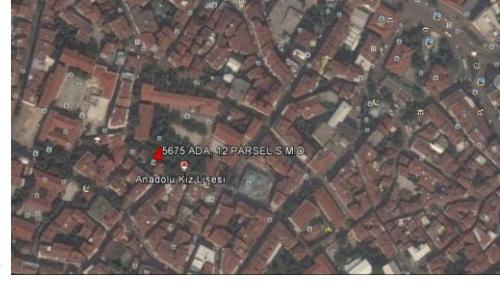
Şekil 3'de görüldüğü üzere örnek yapı 2; bodrum, zemin ve birinci kat olmak üzere 3 kattan oluşmaktadır. Bodrum katta dükkan ve odalar bulunmaktadır. Yapının bodrum kat dış duvarları ahşap taşıyıcı arasına harman tuğla olup, üst kat ahşap taşıyıcıdır. Ahşap taşıyıcı arasında dolgu malzemesi olarak kerpiç bulunduğu tespit edilmiştir. Yapı, hem iç hem de dıştan sıvalıdır. Sıvanın kireç harçlı horasan harcı karışımına yakın bir özellikte olduğu gözlenmektedir.

ÖRNEK YAPI 2:

a) Tapu Bilgileri: İbrahimpaşa Mahallesi H22d07a3a pafta, 5675 ada, 12 parsel

Mülkiyeti : Bursa Büyükşehir Belediyesi

Yapım Yılı : 19. Y.Y. sonları



Şekil 3. (a) Yapı tanıtım bilgileri (b) Plan şemaları (c) Vaziyet planı (d) görünüş

Yapıya ait mevcut U değerleri; zemin kat için 1.702 W/m²K ve birinci kat için 1.258 W/m²K'dir. Dış duvarlara tüm katlarda 4 cm kalınlıkta taş yünü ısı yalıtım levhası uygulanacaktır (Tablo 2).

Tablo 2. Yalıtım uygulanmış duvar kesitine ait U değerleri: Örnek Yapı 2

Duvar Tabakası		Kalınlık (cm)	Isı iletkenlik katsayısı (λ) (m ² K/W)	U değeri (W/m ² K)
Bodrum	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	0.630
	Taşyünü	4	0.040	
Kat	Harman tuğla dolgulu ahşap taşıyıcı duvar	25	0.680	
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	
Zemin	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	
Kat ve	Taşyünü	4	0.040	
Birinci	Kerpiç dolgulu ahşap taşıyıcı duvar	23	0.40	0.557
	Kat	Kireç harçlı sıva	2.5	

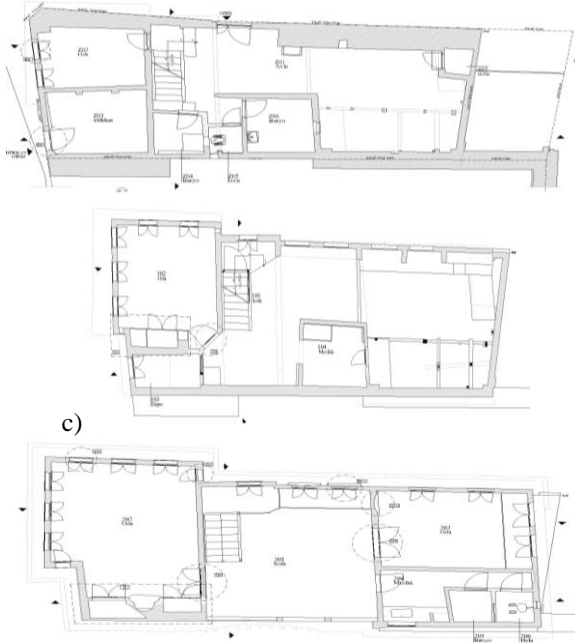
Şekil 4'de görülen örnek yapı 3; zemin kat, birinci kat ve ikinci kat olmak üzere 3 kattan oluşmaktadır.

ÖRNEK YAPI 3:

a) Tapu Bilgileri: İbrahimpasha Mahallesi
H22d07a3a pafta, 5675 ada, 1 parsel

Mülkiyeti : Özel Mülkiyet

Yapım Yılı : 19. Y.Y. sonları



Şekil 4. (a) Yapı tanıtım bilgileri (b) Plan şemaları (c) Vaziyet planı (d) görünüş

Yapının zemin kat duvarları moloz taş duvar, diğer kat duvarları ahşap taşıyıcıdır. Ahşap taşıyıcı arasında dolgu malzemesi olarak kerpiç bulunduğu tespit edilmiştir. Yapı, hem iç hem de dıştan kireç harçlı horasan harcı karışımı ile sıvalıdır. Yapıya ait mevcut U değerleri; zemin kat için $1.578 \text{ W/m}^2\text{K}$ ve birinci kat için $1.439 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Yapıyı, ısıl performans açısından optimum değerlere getirebilmek için dış duvarlara bodrum katta ve diğer katlarda 4 cm kalınlıkta taş yünü ısı yalıtım levhası uygulanmalıdır (Tablo 3).

Tablo 3. Yalıtım uygulanmış duvar kesitine ait U değerleri: Örnek Yapı 3

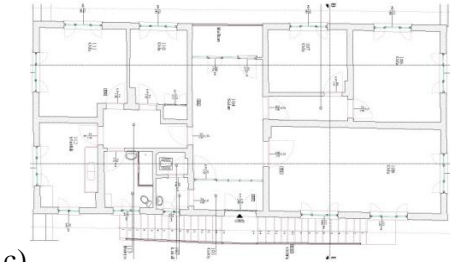
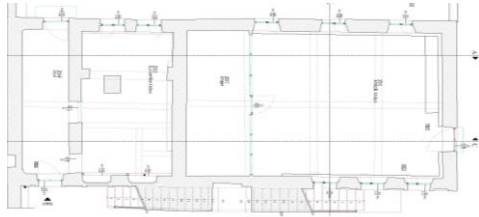
	Duvar Tabakası	Kalınlık (cm)	Isı iletkenlik katsayısı (λh) ($\text{m}^2\text{K/W}$)	U değeri ($\text{W/m}^2\text{K}$)
Zemin Kat	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	0.612
	Taşyünü	4	0.040	
	Moloz taş duvar	48	1.16	
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	
Birinci Kat ve İkinci Kat	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	0.540
	Taşyünü	4	0.040	
	Kerpiç dolgulu ahşap taşıyıcı duvar	19	0.40	
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	

Örnek yapı 4; zemin kat ve birinci kat olmak üzere 2 kattan oluşmaktadır (Şekil 5). Yapının zemin kat duvarları yaklaşık ortalama 63 cm. kalınlıkta harman tuğla duvar, birinci kat duvarları ise yaklaşık 23 cm kalınlıktadır. Yapı, hem iç hem de dıştan kireç harçlı horasan harcı ile sıvalıdır. Yapıya ait mevcut U değerleri; zemin kat için 0.872 W/m²K ve birinci kat için 1.621 W/m²K'dir. Diğer örneklerde olduğu gibi yapıya tüm katlarda 4 cm kalınlıkta taş yünü ısı yalıtım levhası uygulanması yeterli olacaktır (Tablo 4).

ÖRNEK YAPI 4:

a) Tapu Bilgileri: İbrahimpasha Mahallesi H22d07a3a pafta, 5675 ada, 22 parsel

Mülkiyeti : Kamu



c)



b)



d)

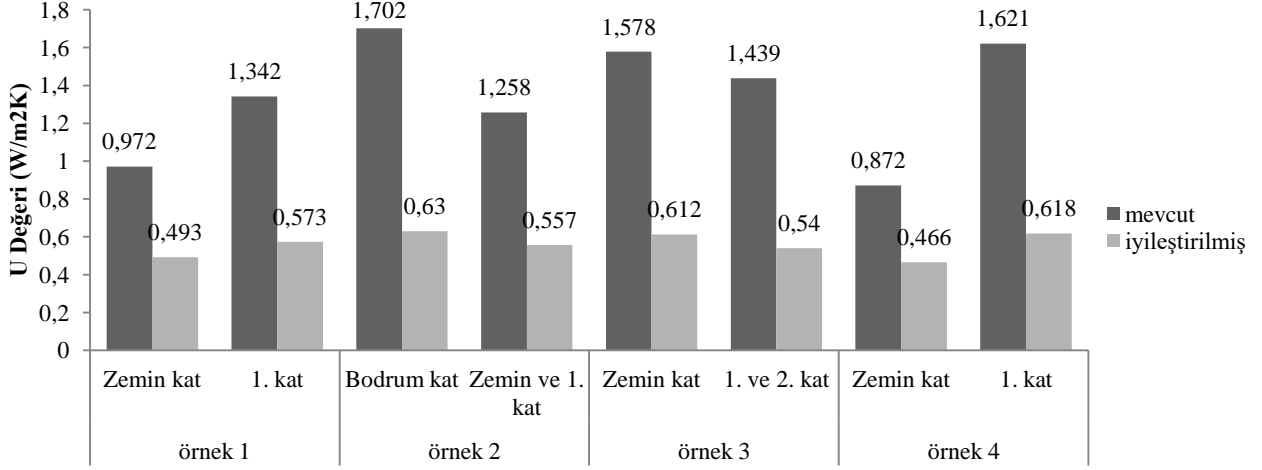
Şekil 5. (a) Yapı tanıtım bilgileri (b) Plan şemaları (c) Vaziyet planı (d) görünüş

Tablo 4. Yalıtım uygulanmış duvar kesitine ait U değerleri: Örnek Yapı 4

Duvar Tabakası		Kalınlık (cm)	Isı iletkenlik katsayısı (λh) (m ² K/W)	U değeri (W/m ² K)
Zemin Kat	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	0.466
	Taşyünü	4	0.040	
	Harman Tuğla duvar	63	0.680	
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	
Birinci Kat	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	0.618
	Taşyünü	4	0.040	
	Harman Tuğla duvar	27	0.680	
	Kireç harçlı sıva	2.5	1.00	

IV. SONUÇ

Bu çalışmada Bursa İli Reyhan ve Hisar Bölgelerinde yer alan 4 farklı yapı incelenmiş ve bu yapılara ait uygun yalıtım önerileri sunulmuştur. Yapıları ısı performans açısından optimum değerlere getirebilmek için dış duvarlara 4 cm kalınlıkta taş yünü ısı yalıtım levhası uygulanması TS 825 tarafından 2. Derecegün bölgesi için en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen $0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ U değerini sağlamak için yeterli olmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Duvar kesitlerinin mevcut ve iyileştirilmiş durumdaki U değerlerinin karşılaştırılması

Bu uygulama ile kullanıcılar için optimum ısı performans koşullarının sağlanması mümkün olabilecektir. Kullanılan doğrama malzemesi ve cam türünün de ısı performans açısından önemli birer faktör olduğu da göz ardı edilmemelidir.

Herhangi bir restorasyon uygulamasında en doğru olan soyulan bir yapı hangi malzemeler ve hangi imalat teknikleriyle yapılmışsa aynı yöntemler ve malzemelerin seçilerek restorasyonun tamamlanmasıdır. Yapının yalıtım gerektiren noktaları dikkatle incelenmeli, çözümün yapının özünde çözülemediği durumlarda kullanılacak olan yalıtım malzemesinin; ısıtma ve aydınlatma sistemlerinden, kullanıcıdan veya restorasyon çalışmaları sırasında yapılan hatalardan kaynaklanabilecek yangın tehlikesine karşı dikkatli seçilmesi gerekmektedir.

V. KAYNAKLAR

- [1] *Enerji Verimliliği Kanunu*, (2007). Ankara
- [2] *TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, (2008). Mecburi Standart Tebliği, Ankara
- [3] F. Şenkal Sezer, Ş. DİLMAÇ, Farklı Duvar Malzemesi Ve Yalıtım Uygulamalarının Isıl Davranışlarının Deneysel Olarak İncelenmesi: *Adana Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **29(2)** (2014) 1-12
- [4] F. Şenkal Sezer, Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri: *Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Sayı **10(2)** (2005) 79-85
- [5] *Isı ve Ses İzolasyoncuları Derneği İZODER*, TS825 Binalarda Isı Yalıtımı Bilgisayar Programı (2015)