



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **TÜRKİYE'DEKİ BİNALAR İÇİN YENİ (U) DEĞERLERİ: MALİYET ETKİN YÖNTEM**

**SVEN SCHIMSCHAR  
THOMAS BOERMANS  
ECOFYS GERMANY GMBH**

**HASAN HEPERKAN  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ**

**ERTUĞRUL ŞEN  
CEVDET YANARDAĞ  
İZODER**



# TÜRKİYE'DEKİ BİNALAR İÇİN YENİ (U) DEĞERLERİ: MALİYET ETKİN YÖNTEM

*New U-Values for Turkey: Cost-Optimal Methodology*

**Sven SCHIMSCHAR**  
**Thomas BOERMANS**  
**Hasan HEPERKAN**  
**Ertuğrul ŞEN**  
**Cevdet YANARDAĞ**

## ÖZET

2010 yılında AB Üye Devletleri tarafından kabul edilen Binalarda Enerji Performansı Direktifi, üye devletlerin binaların tahmini ekonomik ömrü boyunca en düşük maliyete yol açan enerji performans düzeylerini hesaplamalarını şart koşmakta ve bu bağlamda bir maliyet etkin bir yöntem sunmaktadır. Metodoloji hem mevcut ve hem de yeni binalar için geçerlidir. Bu hesaplama metodolojisinin çıktısı olarak, her Üye Devletin politikalarında binalarda enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarmaya yönelik değişimler oluşmuş, aynı zamanda AB'nin Kyoto sonrası emisyon azaltma hedefleri ve COP21 kapsamında Ulusal Düzeyde Belirlenmiş Katkı Niyeti (INDC) taahhütlerine olumlu katkı sağlayacaktır. Türkiye, kendi mevzuatını AB direktiflerine uyumlaştırma yolundadır. Aynı zamanda, Türkiye, enerji ithalatına 55 milyar dolar harcamaktadır (2014 yılı, toplam ithalatın% 25i). Onuncu Kalkınma Planı'na göre, enerji tasarruflu bir ekonomi yaratmak Hükümetin gündeminde ön sıralarda yer almaktadır. Binalar toplam enerjinin % 40'ini tüketmektedir. Bu sunumda yer alan araştırma ve sonuçlar, Binalarda Enerji Performansı Direktifi uyarlanıp uygulandığında ulusal standartlar buna göre revize edildiğinde elde edilecek potansiyel enerji tasarrufunu, ulusal bütçenin üzerindeki olumlu etkisini ve CO2 emisyonları azaltma yönündeki katkısını vurgulamaktadır [1].

**Anahtar Kelimeler:** Binaların Enerji Performansı, EPBD, Maliyet Etkin, Optimum Maliyet, Enerji Verimi, Enerjinin Etkin Kullanımı, INDC, U Değerleri

## ABSTRACT

The Energy Performance of Buildings Directive adopted by EU Member States in 2010 creates a cost-optimum methodology which asks Member States to calculate energy performance levels which leads to the lowest cost during the estimated economic lifecycle of the building. The methodology is applied to existing and new buildings. The outcome of this calculation has not only created a shift in the policies of each Member State towards maximizing energy efficiency from buildings, but also contributed positively to the post-Kyoto emissions reduction targets of the EU and the future INDCs commitments in the aftermath of COP21.

Turkey is in the path of harmonizing EU directives into its legislations. At the same time, Turkey spends 55 billion USD (in 2014, 25% of total imports) on energy imports. Creating an energy efficient economy is high on the agenda of the Government as defined in the 10th Development Plan. Buildings consume 40% of the total energy. The research and conclusions provided in this presentation will highlight the potential energy savings, its positive impact on the national budget and the contribution to CO2 emissions reduction once the Energy Performance of Buildings Directive is implemented and current national standards are revised accordingly [1].

**Key words:** Energy Performance of Buildings, EPBD, cost-optimum, cost optimality, energy efficiency, u value, INDC

## 1. GİRİŞ

Türkiye, Avrupa kıtasındaki bina stoku en hızlı büyüyen ve yaklaşık 80 milyon nüfusu ile Rusya ve Almanya'dan sonraki üçüncü en kalabalık ülkedir. %4'ten daha fazla olan yeni yapılaşma oranlarıyla birlikte, %1'den daha az olan AB ortalamasından büyük ölçüde daha hızlı büyümektedir. Bu durum inşaat sektörünün, %6,6 olan Reel GSYİH katkısıyla Türkiye ekonomisinin en önemli faktörlerinden biri haline gelmesine yol açmaktadır [2]. Türkiye'deki bina sektörü (konut ve hizmet sektörü), ulusal nihai enerji tüketiminin yaklaşık %35'inden sorumludur [3]. Yeni yapılaşma faaliyetleri nedeniyle bu yüzdenin gelecekte daha da artması beklenmektedir. Bugün yaklaşık 2.400 milyon m<sup>2</sup> olan bina stokunun %50'den fazla büyüyerek 2050 yılında neredeyse 4.000 milyon m<sup>2</sup>'ye yükselmesi bekleniyor. Bu gerçek açıkça gösteriyor ki, 30 Eylül 2015 yılında UNFCCC'ye (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) resmi olarak sunulan Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı beyanında (Intended Nationally Determined Contribution:INDC) tanımlanan Türkiye'nin iklim koruma hedeflerini başarmaya yönelik en önemli dayanaklardan biri Türkiye'deki bina sektörüdür [4].

Türkiye'deki bina sektörünün enerji tüketimindeki artışı sınırlamak ve böylece Türkiye'nin enerji ithaline olan önemli ölçüdeki bağımlılığını azaltmak için; binalardaki ısıtma enerjisi ihtiyacının tayin edilerek izin verilen sınır değerlerle mukayese edilmesine yönelik hesaplama kurallarını tanımlayan TS 825 standardı yürürlüğe konulmuştur [5]. Bu bağlamda, TS 825 ayrıca yeni binaların ve tadil edilecek binaların çatı, cephe, pencere ve taban levhasına yönelik U-değerleri için minimum gereksinimleri açıklamaktadır. Bu bağlamda, TS 825 ayrıca yeni binaların ve tadil edilecek binaların çatı, cephe, pencere ve döşemelerine yönelik U-değerleri için minimum gereklilikleri açıklamaktadır. Ancak mevzuat, sadece ısıtma enerjisi talebine yönelik düzenlemeler içerirken soğutma dahil diğer enerji tüketim alanlarıyla ilgili hesaplamalar Türkiye'deki binalara yönelik bu zorunlu standarda dahil değildir.

Avrupa Birliği'nde (AB) binaların enerji talebini sınırlamaya yönelik gereksinimleri ve hesaplama kurallarını içeren temel yasal düzenleme Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği'dir (EPBD) [6].

AB'de Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (EPBD); yeni binaların ve esaslı tadilat yapılacak büyük alanlı mevcut binaların bütüncül olarak enerji performansının geliştirilmesi amacıyla ilk olarak 16 Aralık 2002 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bina sektörü Avrupa'nın toplam enerji tüketiminin yaklaşık %40'ından sorumlu olduğu için Enerji Performans Yönetmeliği (EPBD), Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği ile ilgili hedeflerine ulaşması için önemli bir adımdır. 2010'da Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (EPBD) revize edilmiş ve AB'ye her bir üye devletin açıkladığı hedefinin büyüklüğüne bağlı olarak yerine getirmek zorunda olduğu enerji performans gereklilikleri için "maliyet etkinlik" ve "neredeyse sıfır enerjili binalar" olmak üzere iki yeni ana kavram ortaya konulmuştur.

### 1.1. Maliyet Etkinlik

Bu, her bir AB Üyesi devlet tarafından uygulanması gereken tüm binaya (birincil enerji talebi gibi) ve yapı elemanına (U-değerleri gibi) yönelik asgari enerji performansını saptamak için ulusal veya bölgesel şartlara uyarlanmış, ilk yatırım maliyeti ve işletme giderlerini (enerji & bakım) de içeren bir yaşam döngüsü yaklaşımıdır. Asgari enerji performansı ihtiyacına yönelik ulusal gereklilikler; yaşam döngüsü boyunca en düşük toplam maliyetle (referans binalar üzerinde yapılan değerlendirmeleri esas alarak) sonuçlanacak seviyede tanımlanmalıdır.

### 1.2. Yaklaşık sıfır enerjili bina (nZEB)

Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğinin (EPBD) 2. Maddesi'ne göre nZEB, "çok yüksek enerji performansına sahip, ihtiyaç duyduğu yaklaşık sıfır veya çok düşük miktardaki enerjinin önemli ölçüde yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı binadır". 2021'den itibaren AB'deki tüm yeni binalar yaklaşık sıfır enerjili binalar olacaktır. Aynı zamanda maliyet etkinlik de hala geçerlidir. Bu 2021'den itibaren yaklaşık sıfır enerjili binaların ideal olarak maliyet etkin olacağı anlamına gelmektedir. Bu sebeple sistematik olarak makul bir ulaşılabilir hedeflerin ortaya konularak yaklaşık sıfır enerjili binaların yürürlüğe girmesi için 2021 yılına kadar (veya Türkiye'nin yaklaşık sıfır enerjili binaları yürürlüğe koymayı düşündüğü başka bir yıl) olası görünen (maliyet) varsayımlarını kullanarak maliyet etkinlik hesaplamalarını yürütmek akıllıcadır.

Türkiye'nin enerji verimliliği çabalarına katkıda bulunmak ve bu sayede yalıtım sektörünün geleceğe dönük standartlar konusunda sağlam ve net bir konum almasını desteklemek için İZODER, Türkiye'deki konut sektörüne yönelik olarak Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (EPBD) bağlamında maliyet etkin U değerlerinin tayin edilmesi amacıyla bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışmada, U değerlerinin Türkiye'nin iklim değişikliği ile ilgili hedeflerine ulaşılmasındaki potansiyel rolünün değerlendirilmesi de planlanmıştır. Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinin yapmak zorunda oldukları benzer raporlamaların değerlendirilmesinde Avrupa Komisyonuna destek veren ECOFYS ile bir proje yapılmıştır.

Projenin esası metodolojik olarak, revize edilen Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğindeki (EPBD) maliyet etkinlik prensibine uyarlanarak Türkiye için Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) tabanlı U-değeri haritalarının oluşturulmasıdır. Analizler, şehre özgü hesaplama parametreleri ve saatlik iklim verileri kullanılarak Antalya, İzmir, Gaziantep, Muğla, İstanbul, Bursa, Ankara, Niğde, Sivas, Ağrı, Kars ve Erzurum olmak üzere Türkiye'deki 12 şehirde yürütülmüştür. Bu sınırlı sayıdaki şehir için alınan sonuçların bölgesel ölçeğe (örneğin iklim bölgeleri) ekstrapole edilmesiyle ulaşılan çıktılar tüm bölgeyi %100 olarak temsil etmese de başlangıç aşamasında güvenilir bulgular sağlamaktadır.

## 2. MALİYET ETKİNLİK YAKLAŞIMIYLA U DEĞERLERİ

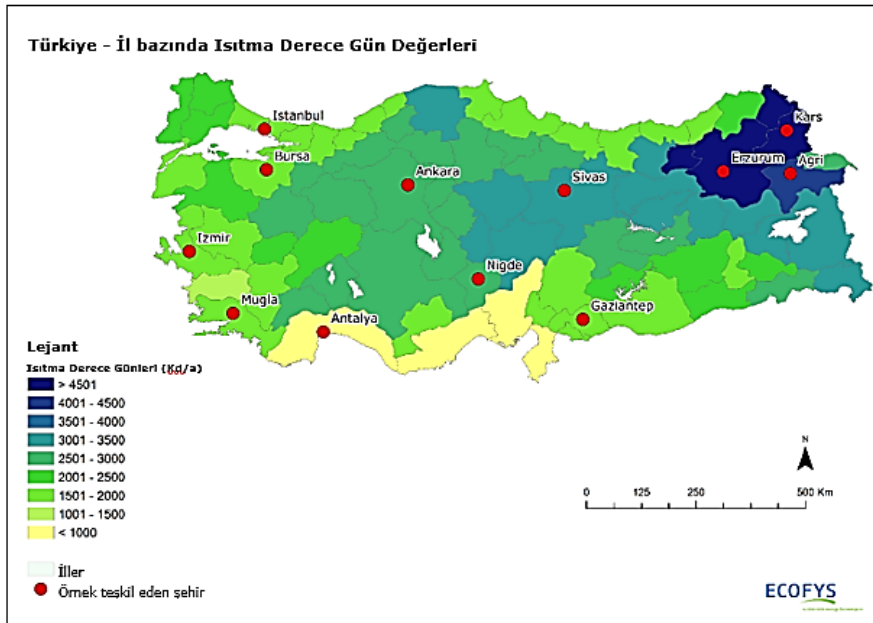
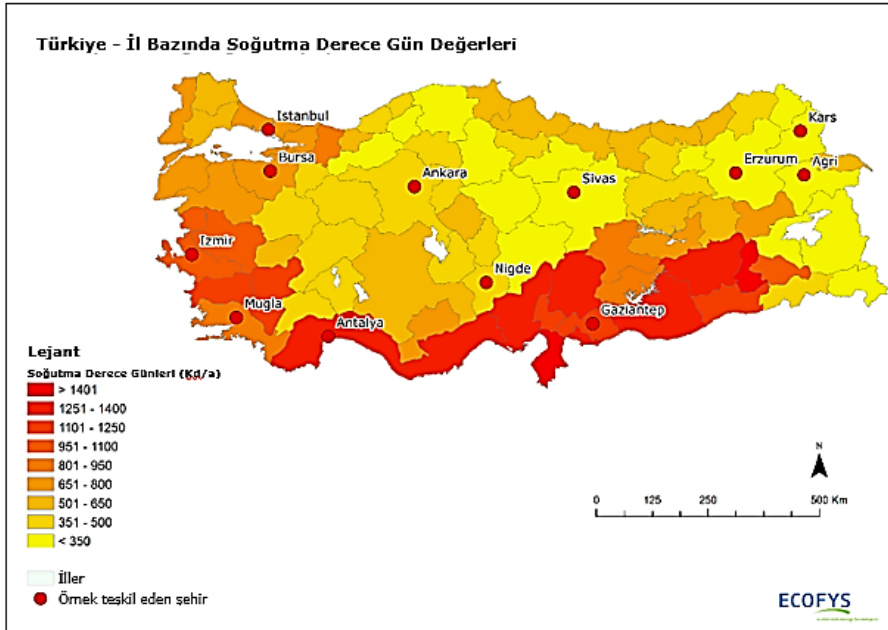
TS 825 tarafından tanımlanmış mevcut gereksinimler ile Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinin (EPBD) maliyet etkinlik yaklaşımına göre Türkiye için belirlenecek maliyet etkin gereksinimler arasındaki farkı tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (EPBD) tarafından ortaya konulan "bina ve yapı elemanları için asgari enerji performansı ihtiyacının maliyet etkinlik seviyelerinin hesaplanmasına yönelik karşılaştırmalı bir yöntem çerçevesinin oluşturulması" na yönelik 244/2012 sayılı komisyon tüzüğü [7] ve buna eşlik eden kılavuzlar [8], Türkiye'nin pazar şartları için uygulanmıştır. İkinci bir adımla, bu maliyet etkinlik seviyelerinin hali hazırda sera gazı (GHG) emisyonu azaltma hedeflerini karşılayıp karşılayamayacağı analiz edildi ve şayet karşılamıyorsa azaltılması gereken tahmini GHG emisyon miktarını gösterecek bir senaryo ortaya konuldu. Bu tür iddialı enerji verimliliği yaklaşımları Türkiye'nin "neredeyse sıfır enerjili bina standardı" tanımlaması için iyi bir başlangıç noktası olabilir.

Bu maksatla ECOFYS, binaların enerji performansına ilişkin Komisyon Tüzüğünde (244/2012) tanımlanan gereksinimlere uygun olarak bir maliyet etkinlik aracı geliştirmiştir. Bu model, farklı referans binalar için değişen iklim koşulları altında (hem arz hem de talep taraflarını dikkate alarak) maliyet etkin bina konfigürasyonlarını hesaplar. Model, yerel şartlara adapte edilebilir özelliktedir. Fiziksel konular, örneğin iklim koşulları ile yerel inşaat alışkanlıkları EN ISO 13790'a uygun olarak saatlik ısıtma ve soğutma taleplerini hesaplamak için dikkate alınır. Yerel saatlik iklim verileri METEONORM kaynağından alınmıştır. Hesaplanan ısıtma ve soğutma ihtiyaçları, yapı elemanları ve çeşitli enerji fiyatlarına yönelik dinamik maliyetler gibi mikro ve makroekonomik parametreler ile küresel maliyetlerin hesaplanmasında kullanılır. Bu model, U-değerleri ile ısıtma ve soğutma sistemlerinin binlerce kombinasyonunu hesaplar ve hesaplama süresi (EPBD'nin maliyet etkinlik yaklaşımına göre konutlar için hesaplama süresi 30 yıldır) sonunda en düşük küresel maliyeti veren teknik konfigürasyonu tespit eder. Maliyet etkinliğini tanımlamak için kişisel veya toplumsal bir perspektif benimsenebilir. Hesaplama modeli, hem yeni hem de tadil edilecek binalara uygulanabildiği gibi tipik yerel referans binaları ve geometrilerini içerebilir. 2001 ve 2011 bina sayımı sonuçlarına bakıldığında, Türkiye'de özellikle şehirlerdeki bina stokunda çokça bulunduğu referans bina olarak 5 katlı, bir apartmanın hesaplamalarda kullanılması kararlaştırılmıştır. Enerji tasarrufu potansiyelini hesaplanması ve Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı (Intended Nationally Determined Contribution: INDC) beyanında yer alan hedeflere erişmek için ihtiyaç duyulacak U değerlerinin belirlenmesi için referans bina seviyesinde elde edilen sonuçlar tüm mevcut bina stokuna enterepole edilmiş ve 2050 yılına kadar geleceğe dair olası gelişim modellenmiştir.

Türkiye'nin oldukça heterojen iklim koşullarına sahip olması ve sınırlı sayıda şehir için elde edilen sonuçların tüm Türkiye'nin bina stokuna daha doğru bir şekilde ekstrapolasyonunun yapılabilmesi için TS 825'te tanımlanan dört iklim bölgesi, aşağıdaki tabloya göre 6 yeni iklim bölgesi olacak şekilde yeniden yapılandırılmıştır:

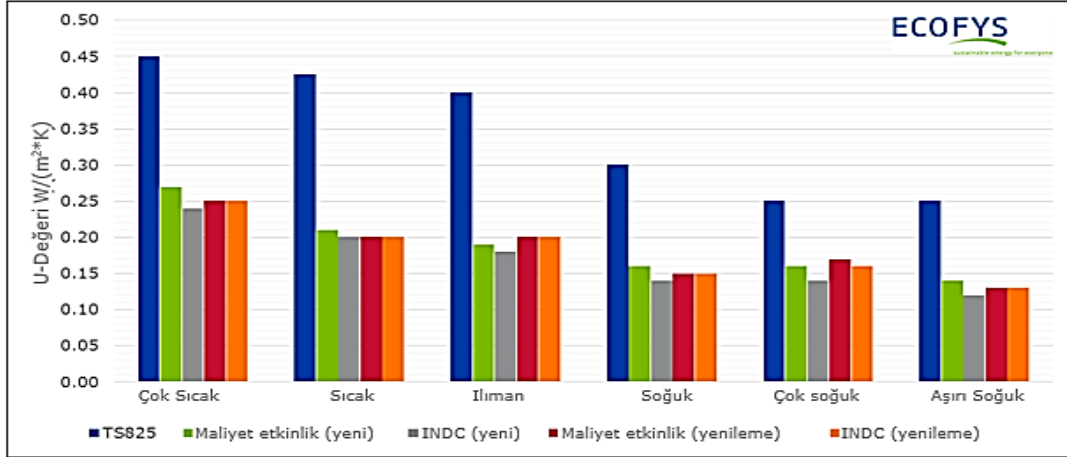
**Tablo 1.** Bu çalışmada kullanıldığı şekilde altı gelişmiş iklim bölgesinin özellikleri

Bölge	İklim sınıflaması	HDD (ısıtma gün dereceleri) (ASHRAE'ye göre)	CDD (soğutma gün dereceleri) (ASHRAE'ye göre)	Sınıflandırılan Türkiye illerinin sayısı	TS 825'e göre iklim bölgesi
1	Çok Sıcak	<1000	>1000	4	1
2	Sıcak	1000-2000	≥1000	10	1-2
3	İlman	<2000	<1000	17	2
4	Soğuk	≥2000	<1000	32	3
5	Çok Soğuk	≥3000	<1000	13	4
6	Aşırı Soğuk	≥4000	<1000	5	4

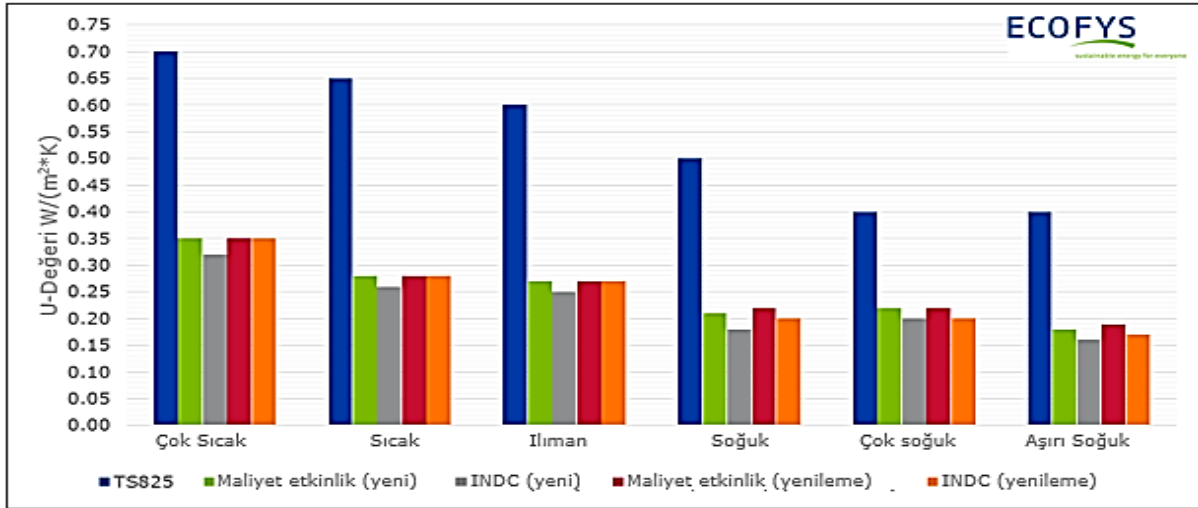
**Şekil 1.** Türkiye ısıtma derece gün değerleri haritası (ASHRAE metodu)**Şekil 2.** Türkiye soğutma derece günleri haritası (ASHRAE yöntemi)

Farklı iklim koşulları için tavsiye edilecek U değerlerine yönelik daha detaylı bir analiz yapılmasına olanak sağladığından bu çalışmanın tüm aşamalarında bu 6 bölge kullanılmıştır.

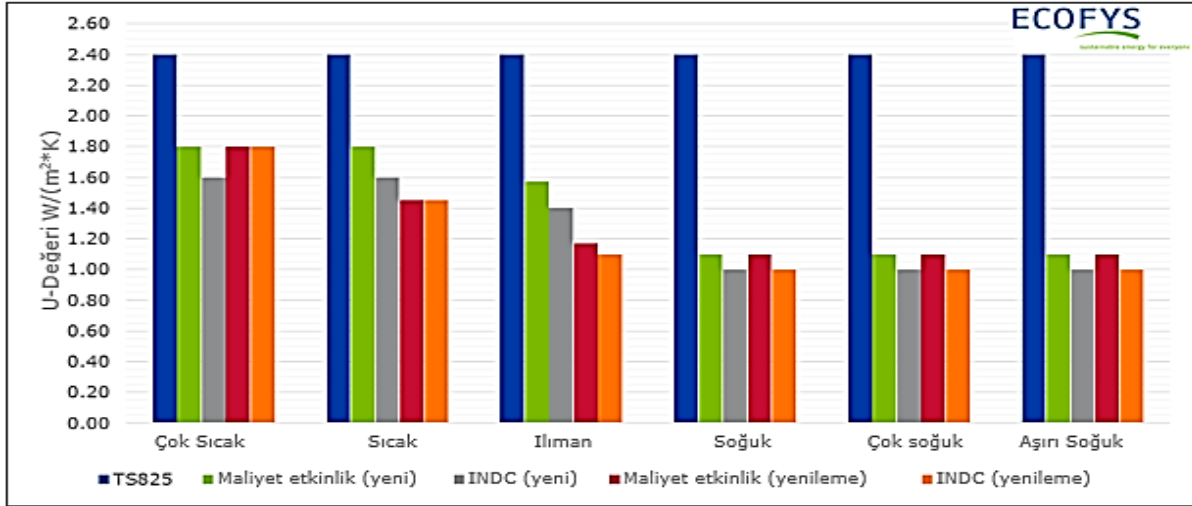
Aşağıda yer alan 3, 4, 5, 6 numaralı şekiller, yeni ve esaslı tadilatın geçen mevcut binalar için Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğinin (EPBD) maliyet etkinlik kuralı uyarınca maliyet etkin U-değerlerine dair hesaplama sonuçlarını ve Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı (INDC) hedefine ulaşılmasını sağlayacak U-değerlerine dair hesaplama sonuçlarını göstermektedir. Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı beyanında (INDC) çevre koruma hedefi olarak; mevcut şartların sürdürülmesi (Business as Usual: BAU) durumunda 2030 yılında oluşabilecek sera gazı emisyonundan %21 oranına kadar azalma sağlanmasını tanımlanmıştır. Bu şekiller ayrıca TS 825'e göre yürürlükteki U değerleri ile bir mukayese sağlar.



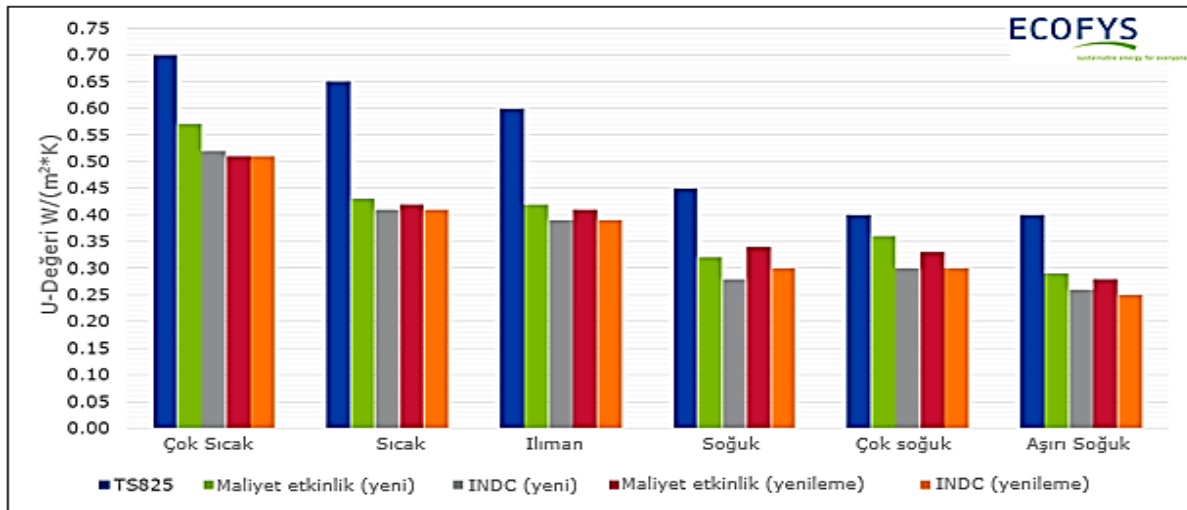
**Şekil 3.** Bu raporda tanımlanan altı iklim bölgesinde maliyet etkinlik ve Türkiye'nin INDC'sinde belirlenen iklim hedeflerine ulaşılması için yeni ve esaslı tadilatın geçen mevcut binaların U-değerleri – ÇATILAR



**Şekil 4.** Bu raporda tanımlanan altı iklim bölgesinde maliyet etkinlik ve Türkiye'nin INDC'sinde belirlenen iklim hedeflerine ulaşılması için yeni ve esaslı tadilatın geçen mevcut binaların U-değerleri – DUVARLAR

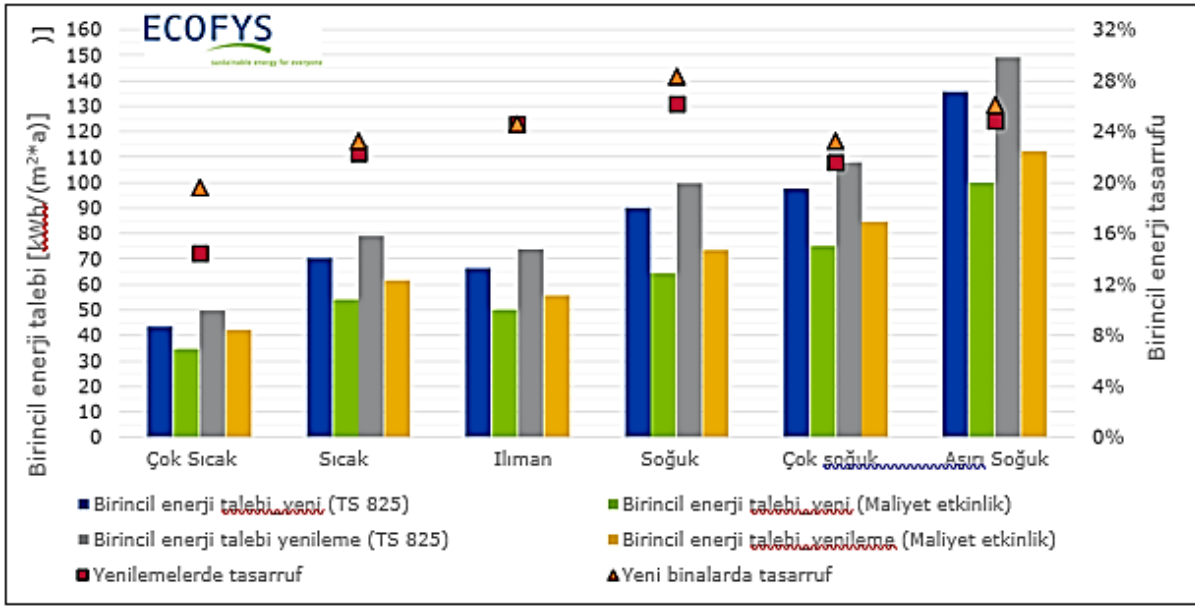


**Şekil 5.** Bu raporda tanımlanan altı iklim bölgesinde maliyet etkinlik ve Türkiye'nin INDC'sinde belirlenen iklim hedeflerine ulaşılması için yeni ve esaslı tadilatattan geçen mevcut binaların U-değerleri - PENCERELER



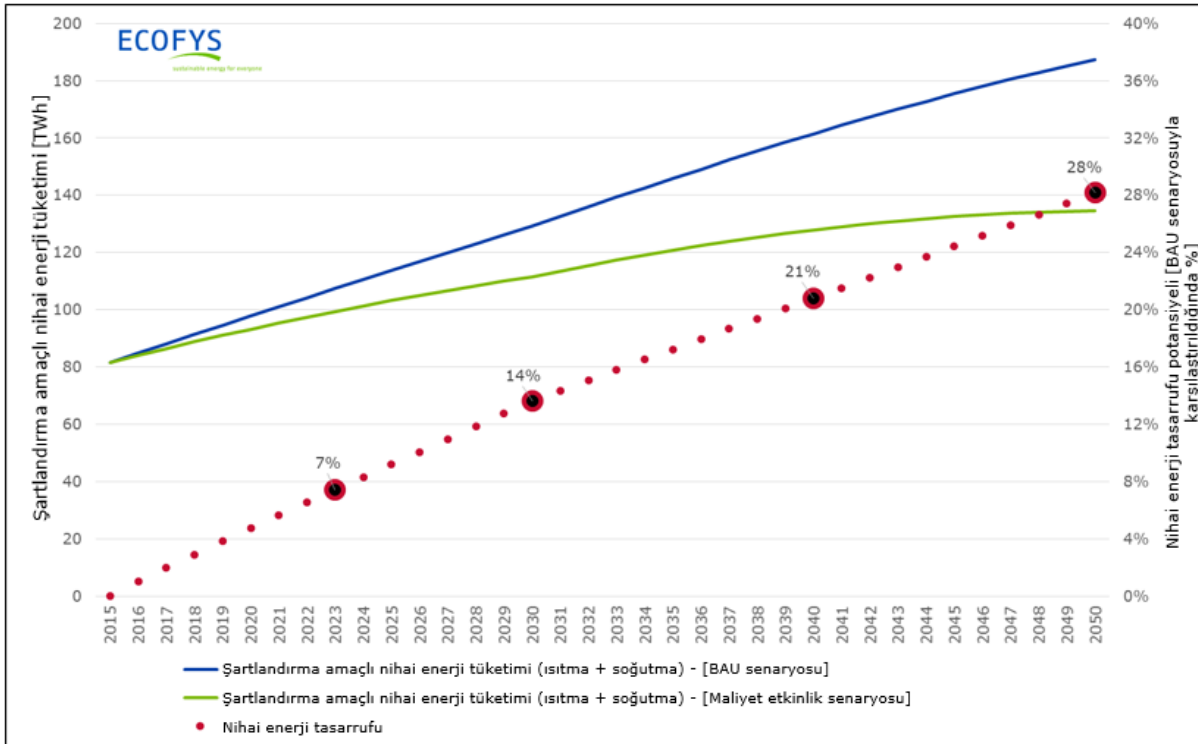
**Şekil 6.** Bu raporda tanımlanan altı iklim bölgesinde maliyet etkinlik ve Türkiye'nin INDC'sinde belirlenen iklim hedeflerine ulaşılması için yeni ve esaslı tadilatattan geçen mevcut binaların U-değerleri - DÖŞEMELER

Tanımlanan U-değerleri esas alındığında, ortam ısıtması ve soğutması için şekil 7'deki birincil enerji ihtiyaçları oluşmaktadır.



Şekil 7. Bu raporda tanımlanan altı iklim bölgesi için yeni ve esaslı tadilatı geçen mevcut binaların yürürlükteki TS 825 ile maliyet etkinliği uyarınca birincil enerji talepleri

Şekil 8 yeni standartların uygulanmasıyla 2023, 2030, 2040 ve 2050 yıllarına kadar elde edilebilecek nihai enerji tasarrufu potansiyellerini göstermektedir.

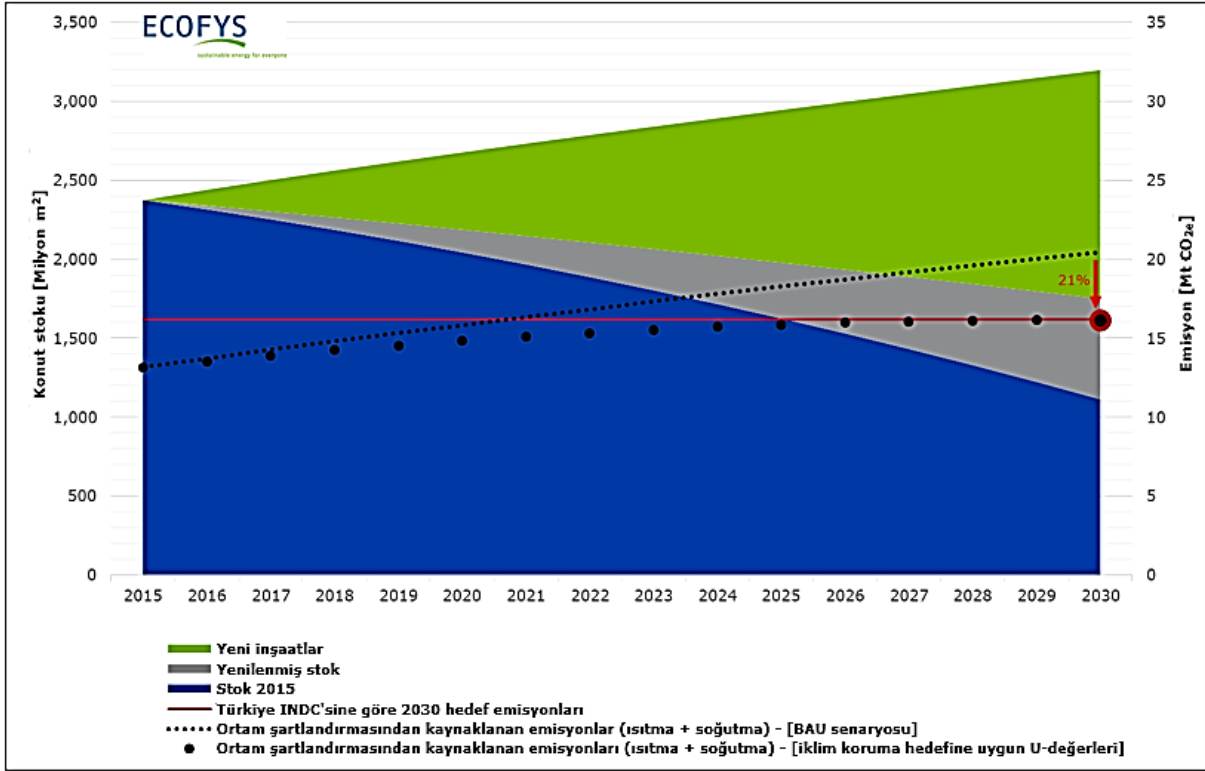


Şekil 8. Mevcut şartların sürdürülmesi (BAU) ve maliyet etkinliği senaryolarına göre 2015-2050 yılları arasında Türkiye'deki konut sektörünün öngörülen ısıtma ve soğutma amaçlı nihai enerji tüketimleri ve BAU senaryosu ile kıyaslandığında maliyet etkinliği senaryosu ile elde edilen nihai enerji tasarrufunun mukayesesi



### 3. İKLİM KORUMA HEDEFLERİNE GÖRE U-DEĞERLERİ

Talep tarafında enerji verimliliği önlemlerine odaklanılarak hedeflenen %21'lik düşüşe ulaşmak amacıyla geri kalan ~ % 9'luk açığı kapatmak için, kombine bir şekilde yenileme oranının artması ve daha da iyileştirilmiş U-değerleri gereklidir. Olası bir çözüm olarak, günümüzde %0.45 olan iyileştirme oranı [9] %1'e getirilmeli ve 2030 yılı itibariyle %2 olacak şekilde doğrusal biçimde daha da artırılmalıdır. Bu artım da 2015-2030 dönemi için %1.5'lik bir ortalama yenileme oranına karşılık gelmektedir. Buna ilave olarak, hesaplanan maliyet etkin U-değerlerinin yeni binalar için ortalama %11 ve tadil edilecek olan mevcut binalar için ise ortalama %10 olmak üzere daha da iyileştirilmesi gereklidir. Ayrıca, şu anda yeni binalarda 0.1 W/(m<sup>2</sup> K) ve mevcut binalarda 0.15 W/(m<sup>2</sup> K) olan ısı köprüsü faktörlerinin sırasıyla 0.05 W/(m<sup>2</sup> K) ve 0.1 W/(m<sup>2</sup> K)'ya indirilmesi gereklidir. Hali hazırda ısı köprüsü faktörlerinde yapılacak olan bu iyileştirme, sıcak bölgelerde emisyon azaltım hedeflerine ulaşmak için yeterli olabilir.



**Şekil 9.** Yenileme oranının 2015'teki %1'den 2030'da %2'ye artışı ve CO-seviyeleri ile karşılaştırıldığında yeni inşaatlar için %11 ve yenilemeler için %10 daha iddialı U-değerleri düşünüldüğünde bina stokunun ve ısıtma ile soğutma kaynaklı emisyonların yıllara bağlı değişimi

Aşağıdaki tablolar maliyet etkinlik hesaplamalarına dair nihai sonuçları ve aynı zamanda daha yüksek hedefleri ön plana çıkarmak için TS 825'e göre yürürlükteki gereklilikleri ortaya koymaktadır. Ortam ısıtması ve ortam soğutmasına yönelik birincil enerji talebine dair hesaplamalarda birincil enerji faktörleri doğalgaz için 1.0, elektrik için 2.36 olarak kullanılmıştır [10, 11]. Aynı hesaplama parametrelerinin TS 825 ve maliyet etkinliğe göre yapılan enerji talebi hesaplamalarının her ikisinde de kullanıldığı unutulmamalıdır.

Bu parametreler ve EN 13790 baz alınarak tüm metodoloji düşünüldüğünde TS 825'ten farklılık gösterebilir, ayrıca hesaplanmış enerji talebi göstergeleri TS 825'te verilenden farklı olabilir. U-değerleri W/(m<sup>2</sup>\*K) biriminde, spesifik birincil enerji talebi kWh/(m<sup>2</sup>\*yıl) biriminde gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Yeni inşaatlara yönelik maliyet etkinlik hesaplamalarının sonuçları

Maliyet etkin U-değerleri ve yenilemelere yönelik ortaya çıkan birincil enerji talebi												
Şehir	Antalya	İzmir	Gaziantep	Muğla	İstanbul	Bursa	Ankara	Niğde	Sivas	Ağrı	Kars	Erzurum
U-değeri çatı	0,25	0,20	0,20	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,17	0,15	0,13	0,12
U-değeri cephe	0,35	0,29	0,28	0,27	0,28	0,27	0,22	0,22	0,22	0,21	0,18	0,17
U-değeri pencere	1,80	1,80	1,10	1,10	1,30	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
U-değeri döşeme	0,51	0,41	0,43	0,41	0,41	0,41	0,33	0,34	0,33	0,31	0,27	0,25
Birincil enerji (Isıtma & soğutma)	42,5	56,6	66,4	60,7	50,0	56,3	74,9	72,5	84,8	102,5	115,2	119,0
Birincil enerji (Isıtma)	17,4	35,8	42,2	44,0	39,0	44,4	66,3	64,0	79,6	99,3	114,2	117,3
Birincil enerji (soğutma)	25,0	20,7	24,2	16,7	11,0	11,9	8,6	8,6	5,2	3,3	0,9	1,7
Isıtma yükü	23,1	32,4	33,8	31,5	30,5	33,8	44,3	44,5	50,8	59,2	63,1	65,6
Soğutma yükü	29,9	27,5	29,9	25,8	17,6	21,4	19,5	17,9	17,7	12,3	8,0	11,3

**Tablo 3.** Yenilemelere yönelik maliyet etkinlik hesaplamalarının sonuçları

Maliyet etkin U-değerleri ve yeni inşaatlara yönelik ortaya çıkan birincil enerji talebi												
Şehir	Antalya	İzmir	Gaziantep	Muğla	İstanbul	Bursa	Ankara	Niğde	Sivas	Ağrı	Kars	Erzurum
U-değeri - çatı	0,27	0,22	0,21	0,19	0,19	0,20	0,16	0,16	0,16	0,15	0,13	0,13
U-değeri - cephe	0,35	0,29	0,27	0,27	0,28	0,27	0,21	0,21	0,22	0,20	0,18	0,17
U-değeri - pencere	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
U-değeri - döşeme	0,57	0,45	0,41	0,43	0,43	0,41	0,30	0,35	0,36	0,32	0,29	0,26
Birincil enerji (Isıtma & soğutma)	34,9	48,4	59,9	56,0	45,6	48,8	65,6	63,7	75,1	91,0	103,2	106,4
Birincil enerji (Isıtma)	15,6	32,4	41,0	42,9	37,1	39,5	58,8	56,9	70,9	88,3	102,4	105,0
Birincil enerji (soğutma)	19,3	16,1	18,9	13,0	8,6	9,3	6,8	6,8	4,1	2,7	0,8	1,4
Isıtma yükü	22,2	31,2	34,4	32,4	30,6	32,0	42,0	42,4	48,0	56,1	60,2	62,5
Soğutma yükü	29,2	26,9	30,2	26,2	17,6	20,9	19,0	17,5	17,3	12,1	8,0	11,2

**Tablo 4.** TS 825'e göre mevcut U-değeri gereksinimleri ile EN 13790'a göre hesaplanmış birincil enerji talepleri

TS 825'e göre mevcut U-değeri gereksinimleri ile EN 13790'a göre hesaplanmış birincil enerji talepleri												
Şehir	Antalya	İzmir	Gaziantep	Muğla	İstanbul	Bursa	Ankara	Niğde	Sivas	Ağrı	Kars	Erzurum
U-değeri çatı	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25
U-değeri cephe	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40
U-değeri pencere	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
U-değeri döşeme	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40
Birincil enerji - yeni bina (ısıtma & soğutma)	43,4	64,3	76,8	72,0	59,2	68,2	91,0	89,5	97,9	120,5	140,6	145,6
Birincil enerji - yeni bina (ısıtma)	23,0	47,5	56,9	58,5	50,8	59,0	84,7	83,5	94,3	118,5	140,2	144,6
Birincil enerji - yeni bina (soğutma)	20,4	16,8	20,0	13,4	8,4	9,2	6,3	6,0	3,6	2,0	0,4	1,0
Isınma yükü - yeni bina	29,4	43,3	44,7	43,1	39,8	45,7	56,9	57,8	62,5	72,4	78,8	83,4
Soğutma yükü - yeni bina	34,5	32,5	35,6	30,6	19,8	25,3	22,4	20,2	19,5	13,1	8,1	12,2
Birincil enerji - yenileme	49,7	72,0	86,3	80,2	65,7	75,7	100,5	99,1	108,2	132,8	154,9	160,3
Birincil enerji - yenileme (ısıtma)	25,5	52,2	62,6	64,3	55,9	64,8	93,2	92,2	104,0	130,5	154,4	159,2
Birincil enerji - yenileme (soğutma)	24,2	19,8	23,7	15,9	9,9	10,8	7,3	6,9	4,2	2,3	0,5	1,1

Yukarıdaki tablolarda görülebileceği üzere, bazı durumlarda yenilemelere yönelik maliyet etkin U-değerleri yeni binalara göre nispeten daha iyidir. Bu sonucun ana sebebi ise yenileme durumunda önemli ölçüde daha kötü olduğu kabul edilen ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimlilikleridir. Bu düşük verimlilikler bina zarfının iyileştirilmesi durumunda enerji maliyetlerinden daha fazla tasarruf elde edilmesi sonucunu doğurmaktadır. Yenileme yatırım maliyetlerinin cephe tadilatlarından biraz daha yüksek kabul edildiğinden 30 yıllık hesaplama periyodunda daha iddialı maliyet etkinlik değerlerinin oluşmasına neden olur.

#### 4. SONUÇLAR

Maliyet etkinlik yönteminden elde edilen U-değerleri 2030 iklim koruma hedeflerine ulaşmayı desteklemeye uygundur. İklim koruma ve maliyet etkinlik birbirleri ile çelişmemekte, aksine iyi şekilde kombine edilebilir olduğu anlamına gelir.

Bugünün maliyet etkinlik seviyeleriyle karşılaştırıldığında iklim hedeflerine ulaşmak için 2030'daki U değerlerinin yaklaşık %10 kadar daha iyileştirilmesi gerektirir (enerji fiyatları daha fazla artarsa ihtiyaç duyulan 2030 değerlerinin de maliyet etkin olması olasıdır).

İklim koruma hedefleri ile örtüşen ve maliyet etkinlik esas alınarak yapılan analizlerin sonucundan elde edilen tavsiye edilen en iyi U değerleri ve TS 825'e göre mevcut gereksinimlerden çok daha iddialı olup mevcut gereksinimlerin iyileştirilmesini teklif etmektedir.

İklim hedeflerine erişmek için, bina kabuğunun teknik dayanım ömürlerini tamamlamalarına yakın tarihlerde yüksek maliyetli yenilemelerden veya son dakika sıkışıklıklarından kaçınmak için U değerleri bir an önce iyileştirilmelidir.

Türkiye'nin daha sıcak kısımlarındaki konutlarda ısı yalıtımı soğutma ihtiyacına yönelik enerji talebini de azaltmaktadır. İyi dengelenmiş bir çatı, duvar ve döşeme yalıtımı ile hem "g" hem de "U" değerleri uygun olan doğru pencere seçimi ile ortam ısıtması ve soğutmasına yönelik enerji talebinde önemli bir miktarda ve maliyet etkin olarak azalma sağlanacaktır.

#### KAYNAKLAR

- [1] U-Value maps Turkey, Applying the comparative methodology framework for cost-optimality in the context of the EPBD, 17 Ecofys raporu, Haziran 2016  
[www.ecofys.com/files/files/ecofys-2016-u-value-maps-turkey.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2016-u-value-maps-turkey.pdf)  
[www.izoder.org.tr/haber/28/turkiye-u-degerleri-haritasi-raporu-2016-ingilizce](http://www.izoder.org.tr/haber/28/turkiye-u-degerleri-haritasi-raporu-2016-ingilizce)
- [2] Kaymaz, N., Economic Outlook and Construction Sector in Turkey.  
[www.docfoc.com/download/documents-pdf/icgHf8nXRdefRvLrbYBh41gvBUGOY5V772Ed0S1HV5NCroUscIA6cHsErZjgU4dSWIWMq](http://www.docfoc.com/download/documents-pdf/icgHf8nXRdefRvLrbYBh41gvBUGOY5V772Ed0S1HV5NCroUscIA6cHsErZjgU4dSWIWMq)
- [3] EUROSTAT (2016). Complete energy balances - annual data (nrg\_110a).  
[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_110a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_110a&lang=en)
- [4] UNFCCC ye sunulan Türkiye için Intended Nationally Determined Contribution (INDC), 2015.  
[www.4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The INDC of TURKEY v.1 5.19.30.pdf](http://www.4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The%20INDC%20of%20TURKEY%20v.1%205.19.30.pdf)
- [5] TS 825, Türk Standardları Enstitüsü, Resmi Gazete No 27019, 2008
- [6] EU (2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). European Parliament and the Council of the EU, 2010.  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=en>
- [7] EC (2012a). Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements. European Commission, 2012.  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0244&from=EN>
- [8] EC (2012b). Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements. European Commission, 2012.  
[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012XC0419\(02\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012XC0419(02)&from=EN)
- [9] Rainer Elsland, Can Divrak, Tobias Fleiter, Martin Wietschel, Turkey's Strategic Energy Efficiency Plan – An ex ante impact assessment of the residential sector. Energy Policy 70 (2014) 14–29
- [10] Sağlam, N. G., Yılmaz, A. Z., Adaptation of the cost optimal level calculation method of Directive 2010 31EU considering the influence of Turkish national factors. Applied Energy 123 (2014) 94–107

[11] Mangan, S. D., Koçlar Oral, G., Assessment of residential building performances for the different climate zones of Turkey in terms of life cycle energy and cost efficiency. Energy and Buildings 110 (2016) 362–376

## ÖZGEÇMİŞ

### Hasan HEPERKAN

Ankara Fen Lisesi ve İTÜ Makina Fakültesi 'nden mezun olmuş, Fullbright ve TÜBİTAK şeref bursiyeri olarak ABD de, Syracuse University de M.Sc. ve University of California, Berkeley de Ph. D. derecelerini elde etmiş, bu arada Lawrence Berkeley Laboratuvarı 'nda araştırmacı olarak çalışmıştır. Daha sonra ABD de Union Carbide firması Araştırma Merkezi 'inde bir yıl görev yaparak, Alexander von Humboldt bursiyeri olarak Almanya' da Universitaet Karlsruhe (TH) ya gitmiştir. TÜBİTAK ve Demirdöküm 'de çalıştıktan sonra 1996 da Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi 'ne geçerek profesör ünvanını almıştır. Aynı üniversitede Makina Fakültesi dekanı olarak görev yapmıştır; halen İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi dekanıdır. İki dil bilen Heperkan, çeşitli ulusal ve yabancı ödüller kazanmış ve 100 ün üzerinde kitap, makale ve bildirisi yayınlanmıştır.

### Sven SCHIMSCHAR

"Yapı hizmetleri mühendisliği" ve "Tropikal ve yarı-tropikal bölgelerde teknoloji ve kaynak yönetimi" başlıklı gelişmekte olan ülkeler ve gelişme işbirliği odaklı yüksek lisans çalışmalarını tamamlayarak Dipl.-Ing (FH) olarak mezun oldu. 2008 yılında küresel inşaat sektöründe enerji ve emisyon azaltma üzerine doktora tez çalışmasına başladı. 3 yıllık staj döneminde özellikle enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjilerle ilgili tedarik zincirinde deneyim kazandı. Güney Amerika pazarında biyogaz ve enerji üretimi konusunda çalıştı. Nisan 2007'den bu yana, uluslararası inşaat stokları ve pazar araştırmaları, uzun vadeli senaryoların geliştirilmesi, yaklaşık sıfır enerjili binalar ve maliyet etkin analizler gibi tipik Avrupa kavramları konularında ECOFYS firmasında görev yapmaktadır. 2009'dan beri Köln Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'nde Tropikal Bölgeler için Teknoloji Enstitüsü'nde (ITT) konuk öğretim görevlisi olarak ders vermekte ve tez yürütmektedir.

### Thomas BOERMANS

Bergische Universitaet Wuppertal'de "Çevre güvenliği" konusunda lisans ve yüksek lisans çalışmalarını tamamlayarak Dipl.-Ing (FH) olarak mezun oldu. Çevre ve enerji sektöründe uzman olarak 16 yıl çalıştı ve 2000 yılında ECOFYS firmasına katıldı. Piyasa analizi ve politika değerlendirilmesi, binaların enerji performansının analizi alanlarında uzmandır. Maliyet optimum bina performans gereksinimleri ve yaklaşık sıfır enerjili binalar üzerine, Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği'nin geliştirilmesi, yorumlanması ve uygulanması çalışmalarına katıldı. Binalarda enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji ile ilgili sosyo-ekonomi ve finansman, binalarda enerji kullanımı, biyokütle dahil yenilenebilir enerji kaynakları ve sistemleri, yapı elemanları dahil pencere ve güneş kontrol sistemleri, binalarda ısıtma ve sıcak su sistemleri, klima, havalandırma, hava sızıntısı, düşük enerjili soğutma, binalarda enerji performansı hesaplama ve simülasyon yöntemleri, bölgesel ısıtma ve soğutma, kojenerasyon, binalar için enerji performans belgesi oluşturma konularında çalışmaktadır.

### Ertuğrul ŞEN

26 Ağustos 1956 Nazilli/AYDIN doğumlu, ilk, orta ve lise öğrenimi Nazilli/AYDIN'da, yükseköğrenimini Almanya'da İnşaat Mühendisliği dalında, 1983 yılında Dipl. Ing. (FH) olarak bitirdi. 1984 yılından itibaren yaşamaya başladığı İstanbul'da İş hayatını genellikle inşaat sektörünün çeşitli yerli ve yabancı şirketlerinde teknik danışman, teknik müdür, satış pazarlamadan sorumlu genel müdür yardımcısı ve genel müdür pozisyonlarında yönetici olarak sürdürdü. Kısa süren serbest çalışma deneyimi kriz nedeniyle 2002 yılı başında son buldu. 2002 yılının Mayıs ayında katıldığı İZODER'i kısa sürede kurumsallaştırarak, ekibiyle birlikte Türkiye'nin en aktif, en verimli derneklerinden biri haline getirdi. 2011 Şubat ayından beri Yönetim Kurulu Başkan Yardımcılığı ve Murahhas Üyelik görevini yürüttüğü



İZODER'in yanısıra, bir İZODER Kuruluşu olan TEBAR Test Belgelendirme Araştırma ve Geliştirme AŞ Yönetim Kurulu Başkanlığını ve Genel Müdürlüğünü, İMSAD İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği 3. Dönem Yönetim Üyeliğini yapmış olan Ertuğrul ŞEN, TOBB İklimlendirme Sektör Meclis Üyeliğini, YTÜ Makine Fakültesi Danışma Kurulu Üyeliğini sürdürmektedir. Evli, bir kızı olan Ertuğrul ŞEN, Almanca ve İngilizce lisanlarını iletişim amaçlı kullanabiliyor.

### **Cevdet YANARDAĞ**

1961 Adana doğumludur. Boğaziçi Üniversitesinden İnşaat Mühendisi olarak 1983 yılında mezun olmuştur. 2014 yılına kadar inşaat ve inşaat malzemesi sektörlerinde şantiye mühendisliği, satış, pazarlama, iş geliştirme, yönetim sistemleri dallarında yönetici olarak görevler almıştır. Özellikle yapı kimyasalları konusunda geniş kapsamlı ve ileri seviyede tecrübe ve bilgi sahibidir. 2014-2017 yıllarında İZODER'de iş geliştirme yöneticisi olarak çalışmıştır. Bu görevi boyunca, çeşitli AB hibe projeleri ve enerji verimliliği çalışmalarında yer almıştır.