

KONUTLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ İÇİN 5-YILDIZLI DERECELENDİRME SİSTEMİ VE EKONOMETRİK ANALİZ

Yrd. Doç. Dr. Aydoğan DURMUŞ
Sakarya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Ekonometri Bölümü Başkanı
Esentepe Kampüsü 54187 Adapazarı Sakarya
adumus@sakarya.edu.tr

Ahmet Selçuk DİZKIRICI
Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme ABD Doktora Programı Öğrencisi
Esentepe Kampüsü 54187 Adapazarı Sakarya
dizkirici@hotmail.com

ÖZET

Türkiye gibi enerjide büyük ölçüde dışarıya bağımlı olan ve enerji tüketimi sürekli artan ülkelerde petrol, doğalgaz, kömür, elektrik gibi enerji türlerinin ithalatı ve çevrim santralleri yapımı için harcanan meblağ devasa boyutlara ulaştığından enerji tüketimi, enerji yoğunluğu ve enerji verimliliği kavramları artık çok daha fazla önem kazanmıştır. Türkiye de nüfusu ve enerji ihtiyacı sürekli artan, ekonomisi büyüyen bir gelişmekte olan ülke olduğuna göre sürdürülebilir büyüme ve artan enerji tüketiminin karşılanabilmesi için enerji santralleri yapımı ve daha fazla ithalat ile karşı karşıya bulunmaktadır. Kişi başına enerji tüketimi düşük ve elde edilen birim hâsıla başına kullanılan birim enerji miktarı oldukça yüksek olan Türkiye’de enerjinin aslında çok az ve çok verimsiz kullanıldığı açıktır. Enerjinin verimli kullanılması için en çok enerji tüketen sektörler olan sanayi, binalar ve ulaştırma alanlarında çalışmalar yapılması gerekmektedir. Yapılabilecek çalışmalar ise enerji performans ölçümü, enerji verimli araç-gereç kullanımı, yalıtım, etiketleme vb. gibi sıralanabilir.

Bu çalışmada binalarda ve özellikle konutlarda enerjinin verimli kullanılması için bir ölçüm modeli olarak 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi tanıtılmaktadır. Konutların enerji performanslarının değerlendirildiği bir ölçek olma iddiası taşıyan söz konusu sistem Sakarya’da 230 adet konutta uygulanmış ve uygulama sonuçları ekonometrik bir yöntemle analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: enerji yoğunluğu, enerji verimliliği, binalar ve konutlar, derecelendirme sistemi, etiketleme, ekonometri

1. ENERJİNİN KONUTLARDA VERİMLİ TÜKETİMİ

Enerji, Enerji Yoğunluğu, Enerji Verimliliği ve İzolasyon gibi konularda toplumsal bilincin çok yetersiz olduğu, kullandığı enerjinin yaklaşık % 72’sini ithal eden ve bu oran gerekli çalışmalar yapılmazsa çok daha artacak olan Türkiye için enerji kavramı hayatidir.

Türkiye’de enerjinin en çok kullanıldığı sektörler sırasıyla Sanayi, Binalar ve Ulaştırma şeklindedir. Yapılan çalışmalar da yakın zamanda bu sıralamanın değişmeyeceğini ve söz konusu üç sektördeki enerji tüketiminin Türkiye’nin toplam enerji tüketiminin tamamına yakın bir kısmını teşkil edeceğini göstermektedir. Bu konu ile ilgili veriler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo: Enerji Tüketiminde Sektörel Dağılım, Türkiye (%) [1]

Sektörler	2002	2005	2010
Sanayi	42	43	48
Binalar	31	30	27
Ulaştırma	19	19	18
Tarım	5	5	5
Enerji Dışı	3	3	2

Tablodan da görüldüğü üzere Binalar, enerji tüketimi oranı açısından bir düşüş içindeyse de halen verimlilik çalışmaları yapmak için oldukça büyük bir potansiyel içermektedir. Zira söz konusu alanda harcanan enerjinin tamamına yakını ısıtma amaçlı kullanılmakta ve enerjinin zaten çok önemli bir kısmı yalıtım sisteminin zayıflığı, uygun olmayan tesisat ve yetersiz teknoloji sebebiyle heba olmaktadır. Dolayısıyla binalarda konfor azalmadan daha az enerji tüketilmesi mümkündür. Bu konuda yapılabilecek çalışmalar; enerjinin daha az tüketilmesi amacıyla binalarda enerji verimliliğini arttırmaktan yani ısı yalıtımı, teknoloji ve çevre duyarlılığı kalitesini arttırmaktan geçer. Yukarıda ifade edilenlerin gerçekleşmesi ise gönüllü uygulamalar ve bilinçlendirme faaliyetlerinin dışında bina inşasında ve ısı yalıtımında daha yüksek standardizasyon için cezai yaptırımların da söz konusu olmasına bağlıdır.

Binalar kendi içinde mesken, ticari ve kamu hizmetleri amaçlı olarak sınıflandırılabilir. Beraber bunların çok büyük bir kısmı konutlardan meydana gelmektedir. Dolayısıyla daha önce sıralananlar bağlamında yapılabilecek olan çalışmalar; söz konusu konutların enerji performanslarının ölçülmesi, enerji verimliliklerinin derecelendirilmesi ayrıca teşvikler ve yaptırımlarla amaca yönelik enerji verimli konutlar inşa edilmesidir.

2. KONUTLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ İÇİN DERECELENDİRME

Japonya, ABD, bazı Batı ve Kuzey Avrupa ülkeleri enerjinin verimli kullanılması alanında önemli çalışmalar yapmaktaysa da özellikle ABD enerji verimliliği çalışmalarında kurumsal uygulamalarda öne çıkmaktadır. EnergyStar, LEED, Envinta, Department of Energy (DoE) gibi kurum ve programlar milyarlarca dolarlık enerji tasarrufu elde edebilmişler ayrıca nicel bir ifadeden daha da değerli bir toplumsal bilinç oluşturabilmişlerdir. Bu çalışmaların içinde önemli bir kısım derecelendirme çalışmalarıdır. Söz konusu uygulamalarda binalarda, elektrikli ev ve ofis gereçlerinde, sanayide enerji verimliliği amaçlı derecelendirme ve etiketleme çalışmaları görülmektedir. Bunları sayılarla ifade etmek gerekirse; ABD için söz konusu çalışmaların sonucu sadece 2010 yılı için 60 milyar dolarlık enerji tasarrufu ve 1,2 trilyon dolar karşılığı karbondioksit salınımı azaltılması olarak ifade edilebilir. ABD’de EnergyStar etiketli binaların diğer binalara göre % 35 daha az enerji tüketmiş oldukları hesaplanmıştır. [2]

Binalarda derecelendirme (etiketleme) gelişmiş Avrupa ülkelerinin bazılarında (Almanya, Danimarka) uygulanmaktadır ve söz konusu sınıflandırma konutlarda A-G, ticari binalarda ise A-İ aralığındaki sınıflardan oluşmaktadır. Ayrıca içlerinde İngiltere, ABD, Kanada, Meksika ve Avustralya gibi bazı ülkelerin -kendi şartlarına göre hazırlanmış bulunan- Minimum Enerji Performans Standartları (MEPS) mevcuttur ve bu şekilde benzer performans standartlarının da AB’de direktif olarak yayımlanması ve tüm üye ülkelerde uygulanmasının mecburi olması planlanmaktadır. Dolayısıyla Türkiye de her geçen gün Enerji Verimliliği Kanunu’na (EVK) dayanan yönetmelikler çıkarmak suretiyle yukarıda ifade edilen çalışmalara ve planlamalara katılmakta ve yeni gelişmeleri tatbik etmektedir. Türkiye’de EVK kapsamında oluşturulmakta olan yönetmeliklerin 2009 yılı içinde belirlenmiş bulunan tarihe kadar tamamlanması ve binalarda enerji verimliliği çalışmalarının söz konusu tarihten itibaren eksiksiz olarak uygulanması planlanmıştır.

Mevcut direktifler doğrultusunda binalarda enerji verimliliği çalışmalarını uzun yıllardır devam ettiren AB ülkelerinde 27 ülkenin her birinin farklı iklim şartları, ekonomik durum ve toplumsal bilinç seviyesi sebebiyle farklı aşamalarda olsalar da genel olarak yapılanlar aşağıdaki şekilde sıralanabilirler:

Isıtma ihtiyacına göre bir harita çıkarılarak ülkenin farklı bölgelere ayrılması, bölgelerin ihtiyacına göre

ısı değerlerinin ilan edilmesi, bu değerlere uygun düşecek şekilde standartlar konulması ve bu standartların uygulanması aşamasında da geçmişte yapılan binaların uyumu adına -bu binalarda oturanlara gerekli düzenlemeleri yapmaları üzere- belli bir süre tanınması, mevcut standartlarla uyumlu yeni binaların mesken ve diğerleri (ticari ve kamu binaları) olacak şekilde sınıflandırılması, tıpkı beyaz eşyalarda olduğu gibi standartların en alt ve üst seviyelerini gösterir durumda “etiketleme” yapılması şeklindedir.

Bu tür çalışmaların -özellikle AB ülkelerinde ve Türkiye’de- birçoğunun artık hukuken de desteklenerek zorunlu hale geldiği görülmektedir. Türkiye’de Mayıs 2007 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Enerji Verimliliği Kanunu” ve Ekim 2008 tarihli “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” sayesinde benzer çalışmaların Türkiye’de de süreklilik kazanarak yaygınlaşacağı açıktır. Enerji verimli olmayan binalar, santraller, sanayi makineleri, klimalar, ev ve ofis gereçlerinde kullanımın önüne geçileceği anlaşılmaktadır. Yukarıda ifade edilenler doğrultusunda Türkiye’de Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından Derece-Gün Bölgeleri ve Binalar İçin Enerji Kimlik Belgesi tabloları hazırlanmıştır.

3. KONUTLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ İÇİN 5-YILDIZLI DERECELENDİRME SİSTEMİ

Konutlarda enerji verimliliği ölçümü için kullanılması planlanan 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi; konutlarda enerji verimliliğinin hangi düzeyde bulunduğunu tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Sistem; konuttaki ısı yalıtımının kalitesini incelemekte, enerji verimli araç-gereç kullanımını ve konutun tüketeceği enerjisini kendisinin üretmesini önemsemektedir. 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi; bir mühendislik çalışması olmaması ile beraber konunun uzmanı akademisyenler ve mühendislerce makul bulunan; kolayca anlaşılabilir ve uygulanabilir bir sistemdir.

Verimlilik anlamında yapılacakların başında binanın ısı yalıtımı olduğu sıklıkla ifade edilmektedir. Binalarda özellikle çatılardan, dış duvarlardan, pencerelerden, zemin döşemesinden ve kapılardan farklı oranlarda ısı kayıpları olduğu bilinmektedir. [3] Buna göre derecelendirme için dikkat edilecek hususlar ağırlıkla ısı yalıtımı için yapılacak çalışmalarla enerjiyi verimli kullanan ev ve ofis gereçlerine dayalı olmalıdır ki bu şekilde binalarda % 50’ye varan oranda enerji tasarrufu yapmak mümkün olacaktır.











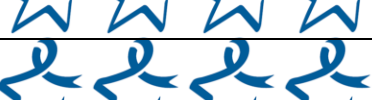

5-Yıldızlı Derecelendirme Sisteminde altı tane ana özellik altında konutların detayları irdelenmekte, her bir detaya farklı puanlar verilmektedir. Her bir ana başlık altındaki detaylardan gelen puanların farklı ağırlıklarla hesaplanarak toplanması söz konusudur. Böylece konutun puanı elde edilmiş olur ki bu puan konutun hangi sınıf ve kategoride bulunduğunu gösterir. Yukarıda bahsedilen altı ana özellik;




1. Dış Duvar,
2. Pencere,

3. Döşeme,
4. Çatı,
5. Kapı-Sızıntı ve
6. Enerji Kullanım şeklinde sıralanmaktadır.

Derecelendirme sisteminde en düşük sınıf 1-yıldız ve en yüksek sınıf ise 5-yıldızdır. Her sınıf ise kendi içinde negatif, durağan ve pozitif olarak üçe ayrılmaktadır. Dolayısıyla sistemdeki sınıf ve kategoriler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

Tablo: Konutların 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemine Göre Aldıkları Puanların Aralıkları, Dereceleri, Enerji Verimliliği Düzeyleri ve Alması Planlanan Sertifika Türleri

Enerji Verimliliği Derecesi	Enerji Verimliliği Puanı	Enerji Verimliliği Düzeyi	Enerji Verimliliği Sertifikası
	131-144	En Düşük Seviyede Enerji Verimliliği Özelliğine Sahip Konut	
	145-160		
	161-176		
	177-192	Düşük Seviyede Enerji Verimliliğine Sahip Konut	
	193-208		
	209-224		
	225-240	Ortalama Seviyede Enerji Verimliliğine Sahip Konut	
	241-256		
	257-272		
	273-288	Yeterli Enerji Verimliliğine Sahip Konut	Gümüş Yıldızlı Sertifika Verilecek Binalar
	289-304		
	305-320		

	321–336	Üst Düzey Enerji Verimliliğine Sahip Konut	Altın Yıldızlı Sertifika Verilecek Binalar
	337–352		
	353–365		

Unutulmamalıdır ki verimlilik için yapılan harcamanın geri dönme süresi en fazla beş senedir. [4] Söz konusu çalışmalar için (mortgage benzeri) düşük maliyetli kredi kullanılması da gündemdedir. Bu ve benzeri finansal işlemler için 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi'nden alınacak puan esas olabilir ve bunları finansal kurumlar ilgili enstrümanlarla kullanabileceklerdir.

Sözü edilen 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi'nin uygulanması amacıyla Sakarya İli'nin farklı ilçe ve mahallelerinden toplam 230 adet konutun enerji performansları sisteme göre hesaplanmıştır. İçinde buldukları binaların karakteristik yapıları, yaşları, konumları aynı oldukları takdirde ili temsil etme imkânı bulunamayacağından konutların -mümkün olduğunca- çeşitli özellikleri temsil etmesi için çaba gösterilmiştir. Üç ayrı grup içinde ve grup içindeki konutların sayıları da birbirine yakın olacak biçimde analiz edilmişlerdir. Takdir edilmelidir ki; kümülatif olarak yapılacak olan değerlendirme oldukça anlamsız bulunacaktır. Yukarıda izah edilen gruplar;

- A Grubu (şehir merkezinde bulunan, şahıslarca veya kamu tarafından yaptırılan, eski anlayışa uygun olarak inşa edilmiş konutlar)
- B Grubu (şehir merkezinin dışında bulunan, 1999 depremi sonrasında TOKİ, Dünya Bankası, Adapazarı Belediyesi, TOBB vs. kurumlarca inşa edilmiş toplu konutlar)
- C Grubu (çoğunlukla şehir merkezinin dışında, henüz inşa aşamasında olan konutlar)

olacak şekilde oluşturulmuşlardır.

Bu anlayışla Sakarya İli'ne ait toplam 230 adet konut 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi'ne göre incelenmiş ve söz konusu konutların enerji performansları derecelendirilmiştir. A Grubu'nda toplam 77 adet konut incelenmiştir. İçinde buldukları puan aralıklarına göre tespit edilen sınıf ve kategorilerin 4 tanesi 2-Yıldız pozitif, 12 tanesi 3-Yıldız negatif, 26 tanesi 3-Yıldız durağan, 17 tanesi 3-Yıldız pozitif, 15 tanesi 4-Yıldız negatif, 2 tanesi 4-Yıldız durağan ve 1 tanesi ise 4-Yıldız pozitif şeklindedir. Buradan anlaşılmaktadır

ki A Grubu'na ait konutların enerji performansları ortalama civarındadır ve Sistem'e göre ancak 3 tanesi "enerji verimli konut" kabul edilmektedir yani eski tip kabul edilen söz konusu konutların ısınması oldukça güç olacaktır. B Grubu'nda ise toplam 75 adet konut incelenmiştir. Konutlardan 35 tanesi 4-Yıldız pozitif, 38 tanesi 5-Yıldız negatif ve 2 tanesi ise 5-Yıldız durağan şeklindedir. Buradan anlaşılmaktadır ki B Grubu'na ait konutların enerji performansları gayet üst seviyede gözükmekte ve Sistem'e göre tamamı "enerji verimli konut" kabul edilmektedir. Burada toplu olarak yapılan konutların inşasında modern yalıtım tekniklerinin uygulanışına şahit olunmaktadır. C Grubu'nda ise toplam 78 adet konut incelenmiştir. Konutlardan 4 tanesi 3-Yıldız negatif, 5 tanesi 3-Yıldız durağan, 5 tanesi 3-Yıldız pozitif, 14 tanesi 4-Yıldız negatif, 5 tanesi 4-Yıldız durağan, 7 tanesi 4-Yıldız pozitif, 33 tanesi 5-Yıldız negatif ve 5 tanesi ise 5-Yıldız durağan şeklindedir. Buradan anlaşılmaktadır ki C Grubu'na ait konutların enerji performansları da üst seviyededir ve Sistem'e göre 64 tanesi "enerji verimli konut" kabul edilmektedir dolayısıyla söz konusu konutların inşasında -çoğunlukla- yalıtım önceliği dikkate alınmış ve modern teknolojiden yararlanılmıştır.

4. 5-YILDIZLI DERECELENDİRME SİSTEMİNE GÖRE İNCELENEN KONUTLARIN EKONOMETRİK ANALİZİ

Ekonometrik modelleme tekniği ile konutların enerji performansı üzerinde olumlu katkısı olan faktörlerin yüksek puan alma noktasında ne seviyede etkili oldukları araştırılmaktadır.

Enerji verimliliğinin en üst seviyede olması için söz konusu altı alanda yatırım ya da iyileştirilme yapılmalıdır zira 230 adet konut için derecelendirme yapılırken her konut için aşağıdaki altı bölüm dikkate alınarak not verilmiştir. Her bir bölümün toplam not üzerindeki ağırlığı da (parantez içerisinde) belirtilmektedir:

- X₁: DIŞ DUVAR ÖZELLİKLERİ (% 35)
- X₂: PENCERE ÖZELLİKLERİ (% 25)
- X₃: ÇATI ÖZELLİKLERİ (% 10)

X₄: DÖŞEME ÖZELLİKLERİ (% 10)
X₅: KAPI ve SIZINTI ÖZELLİKLERİ (% 10)
X₆: ENERJİ KULLANIMI ÖZELLİKLERİ (% 10)

Çoklu Doğrusal Ekonometrik model için kullanılan bağımlı değişken yukarıda ifade edilen altı bağımsız değişken ile doğrudan ilişkilidir ve enerji verimliliği için göstergesidir.

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \dots + \beta_K x_{tK} + e_t$$

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$ modelin bilinmeyen katsayılarıdır ve enerji verimliliği üzerinde ne kadar etkili olduklarının göstergesidir. Sistemde enerji verimliliğini gösteren bağımlı değişken normal dağılım özelliğine sahiptir ve hata payı normal bir dağılım göstermektedir.

$$y_t \sim N \left[(\beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3}), \sigma^2 \right]$$

$$e_t \sim N 0, \sigma^2 \cdot$$

230 veri kullanılarak yapılan regresyon işlemi sonucu X₂ değişkeni yani pencere özellikleri doğrusal bağımlılık (yüksek korelasyon) ilişkisi nedeni ile model dışında tutulmuş ve beş değişken ile regresyon sonucuna ulaşılmıştır.

$$Y = -79,55 + 1,07X_1 + 2,63X_3 + 1,17X_4 + 3,71X_5 + 2,35X_6 + U_t$$

(-4,7) (9,5) (11,7) (1,05) (5,75) (7,59)*

*: parantez içerisinde belirtilen değerler t-istatistik değerleridir.

$$t = \frac{b_k}{se(b_k)} \sim t_{T-K} \cdot$$

t- istatistik değerleri 2 değerinden yüksektir sadece X₄ değerinin başarısız olduğu görülmektedir.

R²: 0,79 değerine göre sistemin başarılı ve bağımsız değişkenlerin enerji verimliliğini ölçmede % 79 başarılı olduğu göstermektedir ki bu değer ekonometrik açıdan yeterli ve başarılı kabul edilebilir bir sonuçtur. Ayrıca sistemin anlamlılığı ve başarısının göstergesi olan F-istatistik değeri de oldukça yüksek (171,6) bulunmuştur ki F- testinin başarısı modeldeki değişkenlerin enerji verimliliğini bir bütün olarak açıklamaktadır.

X₁ dış duvar özellikleri iyileştirilirse ve bu alanda alınan toplam puan bir birim artarsa verimlilik üzerindeki etkisi de 1,07 değerinde artışa sebep olacaktır. Enerji verimliliği üzerindeki en büyük artış ise X₅ değişkeni üzerinde yapılacak iyileştirilmedir. Dolayısıyla binalarda ısı yalıtımı alanında yapılacak her yatırımın kesinlikle enerji

verimliliği üzerinde pozitif yönde bir kazanım sağlayacağı ekonometrik olarak da anlaşılmaktadır.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Konutlarda enerji verimliliğinin ölçülmesi için kullanılan 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi'nin, konutların enerji performansını değerlendirme şeklinin anlamlılığı yapılan ekonometrik analizle desteklenmektedir. En iyi derecelendirme notuna sahip olan konutların, üst düzeydeki teknoloji ile yapılmış binalarda olduğu görülmektedir. Söz konusu konutların enerji verimliliği yüksek seviyede olduğu gibi bunların satış fiyatları da diğerlerine göre daha yüksek bir seyir göstermektedir. Bu tür bir ilişkinin varlığı pratikte bilinse dahi; 5-Yıldızlı Derecelendirme Sistemi ile ve ekonometrik olarak da ispatlanmış olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Kaynak, Ö. S. , “Enerjinin Verimli Kullanımına Yaklaşımlar”, TMMOB V. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, sayfa 516–517, 2005
- [2] www.energystar.gov, Erişim Tarihi: 5.5.2007
- [3] http://www.ibb.gov.tr, Erişim Tarihi: 7.9.2008
- [4] Eğitim Yapılarında Yalıtım: Isı-ses-yangın, Editör: Prof. Dr. Mehmet Çalışkan, 5. Üniversitelerarası Yalıtım Yarışması Sonuç Bildirgesi, İZODER, 2005