



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Binalarda enerji verimliliğinin toplam faktör etkinliği

The total factor productivity of energy efficiency in buildings

Yazar(lar) (Author(s)): Gözde DEMİRSOY¹, Adnan SÖZEN²

ORCID¹: 0000-0002-6080-8680

ORCID²: 0000-0002-8373-2674

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Demirsoy G., Sözen A. “Binalarda enerji verimliliğinin toplam faktör etkinliği”, *Politeknik Dergisi*, *(*) : *, (*).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.886923

Binalarda Enerji Verimliliğinin Toplam Faktör Etkinliği

The Total Factor Productivity of Energy Efficiency in Buildings

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Girdi yönelimli Veri Zarflama Analizi (VZA) / The input-oriented Data Envelopment Analysis (DEA)
- ❖ Malmquist toplam faktör verimliliği (MTFV) / Malmquist total factor productivity (MTFP)
- ❖ Ölçeğe göre sabit ve değişken getiri yaklaşımı / Constant Returns to Scale and Variable Returns to Scale
- ❖ Binalarda enerji verimliliği ve Enerji Kimlik Belgesi (EKB) / Energy efficiency in buildings and Energy Identity Certificate (EIC)

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Türkiye'nin 2015-2017 yılları için toplam faktör verimliliği değişiminde her iki modelde de gelişme kaydedildiği görülmüştür. Söz konusu artış teknolojik değişimdeki ilerlemeden kaynaklanmaktadır. / It was seen to be made progress in Turkey's total factor productivity change in both models between 2015 and 2017. Aforementioned improvement stemmed from technical progress.

Çizelge 1. Türkiye için model bazında Malmquist verimlilik endeksi skorları / **Table.** Malmquist productivity index scores for Turkey on the basis of model

Model	Etkinlik değişimi (ed)			Teknolojik değişim (td)			Toplam faktör verimliliği değişimi (tfvd)		
	Dönem			Dönem			Dönem		
	2015-2016	2016-2017	2015-2017	2015-2016	2016-2017	2015-2017	2015-2016	2016-2017	2015-2017
Model 1	1,030	0,883	0,957	1,276	3,177	2,527	1,947	7,136	4,541
Model 2	1,042	0,887	0,965	1,183	1,609	1,396	2,520	1,808	2,164

Amaç (Aim)

Bu çalışma, binalarda enerji verimliliği kapsamında Enerji Kimlik Belgesi verileri kullanılarak illerin ve dolayısıyla Türkiye'nin bina enerji performansını belirlemek ve uygulamanın enerji verimliliğine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. / The aim of this study is to determine building energy performance of provinces and Turkey by using data sets of the Energy Identity Certificate application within the scope of energy efficiency in buildings and explore the impact of the application on energy efficiency.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Bu çalışmada, etkinliklerin ölçümünde girdi yönelimli VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Index yöntemlerinden yararlanılmıştır. Etkinlik analizlerinin gerçekleştirilmesinde ise EMS versiyon 1.3 ve DEAP versiyon 2.1 programları kullanılmıştır. / In this study, the input-oriented Data Envelopment Analysis (DEA) and Malmquist Total Factor Productivity Index methods were applied to empirically measure the efficiency. EMS version 1.3 and DEAP version 2.1 programs were also used to perform aforementioned methods as software.

Özgünlük (Originality)

Modellerde girdiye yönelik VZA yaklaşımı tercih edilmiş olup ölçeğe göre sabit ve değişken getiri yaklaşımları kullanılmıştır. / In the models, the input oriented DEA approach was preferred, and constant returns to scale and variable returns to scale were used.

Bulgular (Findings)

Model 1'de Malatya, model 2'de ise Hakkari en gelişmiş ildir. / The most developed provinces in Model 1 and Model 2 are Malatya and Hakkari respectively.

Sonuç (Conclusion)

Model 1 ve Model 2'de 2015-2017 yılları arasında Türkiye toplam faktör verimliliği değişiminde ilerleme kaydedilmiştir. Bu dönemde yaşanan teknolojik gelişmeler neticesinde bu sonuca ulaşılsa da Türkiye'de bina enerji verimliliğinin artırılması için EKB uygulamasında iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. / There was progress in Turkey's total factor productivity change in Model 1 and Model 2 between 2015 and 2017. Although this conclusion was reached as a result of technological developments in this period, the improvements in Energy Identity Certificate (EIC) application are required in order to increase the energy efficiency in buildings in Turkey.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Binalarda Enerji Verimliliğinin Toplam Faktör Etkinliği

Araştırma Makalesi / Research Article

Gözde DEMİRSOY¹, Adnan SÖZEN²

¹TEMSAN Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

²Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 25.02.2021 ; Kabul/Accepted : 09.03.2021 ; Erken Görünüm/Early View : 18.03.2021)

ÖZ

Gelişen teknoloji, artan nüfus, refah düzeyi ile sanayileşme neticesinde dünyada ve Türkiye’de enerjiye duyulan ihtiyaç ve enerji tüketimi artmıştır. Enerji kaynaklarının hızla azalması, fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması ve köz konusu kaynakların çevresel ve ekonomik problemlere yol açması nedeniyle enerjinin sanayi, bina, hizmet gibi alanlarda daha etkin ve verimli kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Dünya genelinde su kaynaklarının yaklaşık %25’inin, enerji kaynaklarının yaklaşık %40’ının tüketiminden ve sera gazı emisyon salımının da yaklaşık %33’ünden binaların sorumlu olduğu göz önünde bulundurulduğunda binaların enerji ve çevre alanında öncelikle ele alınması gereken konuların başında geldiği görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada Türkiye’deki bina stoğunun % 86,8 ’ini oluşturan konut tipi binaların 2015-2017 yılları arasındaki enerji performansları il ve ülke bazında incelenmiş, binalarda enerji verimliliği kapsamında illerin toplam faktör verimlilikleri araştırılmıştır. Analizde Enerji Kimlik Belgesi uygulaması üzerinden 2 model kurulmuştur. Etkinlik ölçümünde girdiye yönelik Veri Zarflama Analizi ile Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksinden yararlanılarak illerin ve Türkiye’nin toplam faktör verimlilik değişimi ile etkinlik ve teknolojik değişimleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre modellerdeki girdi ve çıktılar dikkate alınarak il bazında ve Türkiye genelinde genel bir değerlendirme yapılmış ve karar vericilere yol gösterecek önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Veri zarflama analizi, Malmquist toplam faktör verimliliği, Binalarda enerji verimliliği, Enerji Kimlik Belgesi

The Total Factor Productivity of Energy Efficiency in Buildings

ABSTRACT

As a result of the developing technology, the increasing population, level of prosperity and industrialization, the need for energy and consumption of energy have increased in the world and in Turkey. Due to rapid depletion of energy resources, limited fossil fuel reserves and the environmental and economic problems associated with the aforementioned fuels, it has become necessary to use energy more effectively and efficiently in areas such as industry, buildings and services. Considering that buildings are responsible for the consumption of approximately 25% of water resources, approximately 40% of energy resources and approximately 33% of greenhouse gas emissions worldwide, it is seen that buildings are among the priority issues that should be addressed in the field of energy and environment.

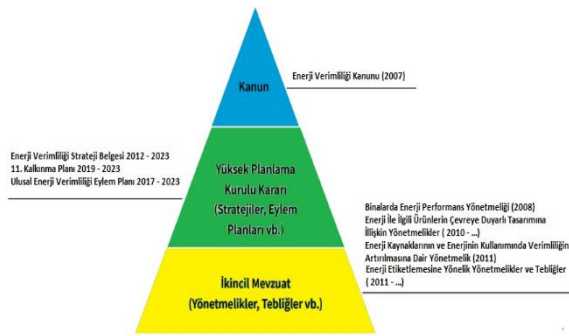
In this study, the energy performance of residential buildings, accounting for 86.8 % of the building stock in Turkey, was examined on the basis of provinces and countrywide for the period of 2015-2017. The total factor productivity of the provinces in Turkey was explored within the scope of energy efficiency in buildings by setting up 2 models based on the Energy Identity Certificate. Input oriented Data Envelopment Analysis and Malmquist Total Factor Productivity Index methods were used to measure the total factor productivity, efficiency and technological changes of the provinces. Taking into account the inputs and outputs of the models a general assessment was made on the basis of provinces and countrywide according to the results of the analysis and suggestions were made to guide decision-makers.

Keywords: Data envelopment analysis, Malmquist total factor productivity, Energy efficiency in buildings, Energy Identity Certificate

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya'nın gelişen nüfusuna paralel olarak sanayileşme ve şehirleşmenin artması, teknolojinin hızla gelişmesi ve yaygınlaşması, ekonomik büyümeyle beraber refah düzeyinin de yükselmesi enerjiye olan ihtiyacı ve talebi gün geçtikçe artırmaktadır. Rezervleri kıt olan, hızla azalan ve uzak olmayan bir gelecekte de tükenen fosil enerji kaynakları, artan enerji maliyeti ile çevre kirliliği gibi kısıtlar enerjinin Dünya'da ve özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkelerde sanayi, hizmet, bina, ulaştırma gibi alanlarda daha etkin ve verimli kullanılmasını zorunlu kılmıştır [1]. Bu bağlamda Dünya'da enerji verimliliğiyle ilgili ilk çalışmalar 1973'te meydana gelen petrol krizi sonrasında başlamış ve daha aktif faaliyetler 1980'lerde yürütülmüştür.

Ülkemizde ise 1981'de ilk planlı enerji tasarrufu çalışmaları Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğüne (EİE) yapılmış ve 2000'li yıllardan itibaren dünyadaki uygulamalara paralel olarak yapılan yasal düzenlemelerle birlikte daha kapsamlı çalışmalar hayata geçirilmiştir. Söz konusu düzenlemeler genel olarak Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yasa düzenlemeler (Legal regulations) [2]

Türkiye'de tüketilen enerjinin %74'ü ithal edilmekte ve enerjinin de % 30,5'i binalarda kullanılmaktadır [3]. EİE tarafından yapılan çalışmalar neticesinde % 30'u bina sektöründe olmak üzere ülkemizde yaklaşık 7,5 milyar TL'lik enerji tasarruf potansiyeli olduğu tespit edilmiştir ki bu miktar dört Keban Barajı inşa edebilecek düzeydedir [4]. Bu bağlamda, bahsi geçen potansiyelin değerlendirilebilmesi için Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC sayılı Çerçeve Direktifi baz alınarak Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (BEP) hazırlanmıştır. İlgili yönetmelik 5 Aralık 2008 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanmış ve 5 Aralık 2009 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : gozde.demirsoy@gmail.com

Anılan yönetmelikte binalarda enerjinin etkin ve verimli kullanılması, enerji israfının önlenmesi ve çevrenin korunması amaçlarına yönelik usul ve esaslar düzenlemiştir. Bununla birlikte yönetmelik bina mimari tasarımı ile uygulamalarını, ısı yalıtımını, mekanik tesisatı, otomatik kontrol sistemlerini, elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemlerini, yenilenebilir enerji, ısı pompası ve kojenerasyon sistemlerinin kullanımını, enerji performansı hesaplama usullerini, Enerji Kimlik Belgesi (EKB) uygulamasını, bina denetimi ve periyodik bakımlarını, yetkilendirmeler ile yetkilerin düzenlenmesi konularını içermektedir.

Ayrıca ilgili yönetmelikte 1 Ocak 2011 tarihinden önce yapı ruhsatı alan binalar mevcut bina, bu tarihten sonra yapı ruhsatı alan binalar ise yeni bina olarak değerlendirilmiş ve binalar için A'dan G'ye enerji performansı ve karbondioksit (CO₂) salım sınıfları belirlenmiştir. Yeni binalar için asgari C enerji performansı sınıfı şartı aranırken mevcut binalar için herhangi bir enerji sınıfı koşulu getirilmemiştir.

Anılan yönetmelik kapsamında binalar için EKB'nin oluşturulmasında Bina Enerji Performansı Yazılımı (BEP-TR) (ulusal hesaplama yöntemi yazılımı) kullanılmıştır. Yazılımın ilk versiyonu BEP-TR1 olup 1 Kasım 2017 tarihine kadar geçerliliğini sürdürmüştür. Sonrasında ise yazılımda yapılan güncellemeler neticesinde BEP-TR2 kullanıma açılmıştır.

EKB düzenlendiği tarihten itibaren 10 yıl süre ile geçerli olup söz konusu belgede bina resmi veya modeli, bina yenilenebilir enerji oranı, binaya ilişkin genel bilgiler, EKB ve EKB uzmanı ile ilgili bilgiler ve binaya ait enerji tüketim ve CO₂ salım sınıfları ile sıhhi sıcak su, havalandırma, ısıtma, soğutma, aydınlatma enerjisi tüketim sınıf bilgileri bulunmaktadır.

EKB mevcut ve yeni binalar için kanunen zorunlu olmakla birlikte yeni binalarda yapı kullanma izin belgesinin alınma aşamasında ilgili idareye sunulmaktadır. Ayrıca binaların alım, satım ve kiraya verme ile ilgili işlemlerinde de EKB aranma şartı bulunmaktadır. Ancak son yapılan düzenlemeye göre EKB bulunmayan binaların satışı için alıcının EKB olmadan satış işlemini kabul ettiğini gösteren beyanı yeterli olmaktadır. Bununla birlikte mevzuatta da EKB'nin alınmaması durumuyla ilgili olarak herhangi bir cezai müeyyide de bulunmamaktadır.

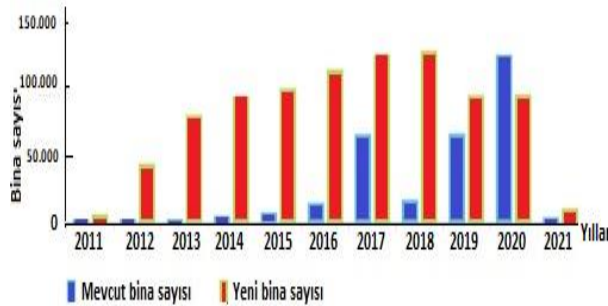
2011 yılından itibaren uygulanmaya başlanan EKB'ye ait yıllara göre EKB ve bina istatistikleri Çizelge 1'de, yıllara göre EKB alan mevcut ve yeni bina sayısı ise Şekil 1'de gösterilmiştir. İstatistiklerde verilen bina sayıları yaklaşık değerler olup yapılan hesaplamalarda Türkiye

İstatistik Kurumu'nun yapı izin istatistiklerinden de yararlanılmıştır [5-9].

14 Şubat 2021 tarihi itibarıyla EKB'ye sahip bina sayısı, 319.534'ü mevcut bina, 902.652'si yeni bina olmak üzere 1.222.186 olup yenilebilir enerji kullanan bina sayısı ise 53.961'dir.

Çizelge 1.Yıllara göre EKB alan mevcut ve yeni bina sayısı (Number of existing and new buildings having EIC by years)

Yıllar	Bina sayısı	EKB 'ye sahip bina sayısı	EKB'ye sahip bina yüzdesi
2011	8.545.660	7.960	0,09%
2012	8.640.410	55.590	0,64%
2013	8.761.343	139.714	1,59%
2014	8.885.140	240.788	2,71%
2015	9.010.881	350.088	3,89%
2016	9.144.342	480.716	5,26%
2017	9.263.144	674.161	7,28%
2018	9.390.188	823.502	8,77%
2019	9.483.467	989.028	10,43%



Şekil 2.Yıllara göre EKB alan mevcut ve yeni bina sayısı (Number of existing and new buildings having EIC by years)

Literatürde bina enerji performansı, Enerji Kimlik Belgesi ile birlikte bina ve/veya konutların enerji etkinliği ile ilgili olarak yapılan çalışmalar çok kısıtlı olup aşağıda özetlenmiştir.

Kurt (2012)'ün çalışmasında Türkiye ve Almanya'daki bina enerji performans yönetmeliklerinde yer alan referans bina modelleri, bina enerji performansını etkileyen değişkenler ile sınır koşullarını belirleyen standartlar dikkate alınarak kıyaslanmıştır. Bu karşılaştırma neticesinde BEP-TR'de yaşanan sorunlara ilişkin çözüm önerileri dile getirilmiştir [10].

Yiğit (2013)'in çalışmasında, uluslararası alanda uygulanan bazı yeşil bina sertifika sistemleri ve bazı

Avrupa ülkeleri ile Türkiye'de yürürlükte olan Enerji Kimlik Belgesi uygulamaları incelenmiş ve Türkiye'deki konutların mevcut durumu, enerji tüketimleri ile konutlardaki enerji tasarrufu aydınlatma yönünden araştırılarak aydınlatmadaki tasarruf potansiyeli belirlenmiştir [11].

Demirdelen (2013)'in çalışmasında, Osmaniye'de bulunan örnek bir bina ele alınarak ısı yalıtımının yakıt tasarrufu ile enerji verimliliğine olan etkisi araştırılmış ve Enerji Kimlik Belgesi uygulaması incelenmiştir. Çalışma neticesinde ısı yalıtımının yüksek oranda enerji tasarrufu sağladığı sonucuna ulaşılarak yalıtım uygulamalarında kullanılan yöntemler ve malzemelerle Enerji Kimlik Belgesindeki hangi enerji sınıflarının elde edilebileceği belirlenmiştir [12].

Morgül (2014)'ün çalışmasında konutlardaki enerji etkinliği ile ilgili olarak konut elektrik tüketimi üzerine 2013-2014 yıllarında tamamlanan ve beş yüzden fazla katılımcıyı içeren anket çalışması yapılmıştır. Anket çapraz tablolama yöntemi ile değerlendirilmiştir. Hane halkının elektrik tüketimindeki kalıpları ile enerji etkinliğine dair tutumlarına ilişkin çıkarımlarda bulunulmuştur [13].

Önal (2014)'in çalışmasında farklı alana ve tipolojiye sahip konutların enerji verimliliği araştırılmıştır. Bu bağlamda Antalya ili Korkuteli ilçesinde yer alan iki yüz on dairesel konut Bina Enerji Performans Programı (BEP-TR1) kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda çıkarımlarda bulunularak çeşitli öneriler sunulmuştur [14].

Durmuş ve Önal (2014)'in çalışmalarında Gaziantep ili Oğuzeli ilçesinde inşa edilen bir binanın enerji performansı BEP-TR1 kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda binayla ilgili olarak Enerji Kimlik Belgesi ile söz konusu belgede yer alan enerji sınıfı açısından değerlendirmelerde bulunulmuştur [15].

Aydın ve Saylam Canım (2017)'in çalışmalarında Trabzon ilindeki Enerji Kimlik Belgesi uzmanlarıyla görüşülerek BEP-TR1 programının kullanılabilirliği araştırılmış ve Türkiye'deki Enerji Kimlik Belgesi uygulamasındaki eksiklikler ile sorunlar tespit edilerek önerilerde bulunulmuştur [16].

Kaplan (2018)'a ait çalışmada uluslararası alanda ve ülkemizde uygulanan yeşil bina sertifika sistemleri, Türkiye'deki Bina Enerji Performansı Yönetmeliği, Enerji Kimlik Belgesi uygulaması ile Bina Enerji Performans Programı incelenmiş, yapı EKB'lerinin belirlenmesinde ve binaların enerji performanslarının hesaplanmasında enerji etkin tasarımlarının önemli rol oynadığı tespit edilmiştir [17].

Aydın (2018)'in çalışmasında enerji etiketlemesi uygulamasının konut enerji etkinliğine olan etkisi

incelenmiş ve söz konusu uygulamanın konutlarda tüketilen elektrik miktarının azaltılmasına katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır [18].

Kayın (2019)'a ait çalışmada Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nin Çorlu Mühendislik Fakültesinin ek derslik binası Energy Plus ile Design Builder programları kullanılarak mevcut haliyle ve yenilenebilir enerji kullanımı ile birlikte iyileştirme önerileriyle yeniden modellenmiş ve binada enerji performans analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda söz konusu binanın elektrik ve doğalgaz tüketiminde büyük oranda tasarruf potansiyeli olduğu ve enerji tüketiminin, yıllık enerji maliyetinin ve yıllık karbon emisyon miktarının yenilenebilir enerji kullanımıyla da yüksek oranda azaltılabileceği belirlenmiştir [19].

Kartal (2019)'a ait araştırmada Türkiye'deki konutların enerji etkinliği ile söz konusu etkin(siz)liğin sebepleri, konutlardaki elektrik tüketimi üzerinden il bazında incelenmiş ve analizde stokastik sınır analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elektriğin konutlarda etkin kullanılması için bazı önerilerde bulunulmuştur [20].

Akyürek v.d. (2019)'in çalışmalarında Erzurum ve Antalya'da inşa edilen ideal binaların enerji ve çevre performansları, Bina Enerji Performans Programı kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda binanın sera gazı emisyonu tespit edilmiş ve ilgili bina Enerji Kimlik Belgesi ile söz konusu belgede yer alan enerji sınıfı açısından değerlendirilmiştir [21].

Aydın (2019)'a ait çalışmada binalarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik kamu kurumları, yerel yönetimler ile Avrupa Birliği üyesi ülkeler tarafından yürütülen altı proje incelenerek projelerin sağlayacağı yararlar ortaya konmuş ve genel değerlendirmede bulunulmuştur [22].

Bu çalışmada ise, Enerji Kimlik Belgesi üzerinden ilgili enerji parametreleri kullanılarak bina enerji verimliliği kapsamında illerin ve Türkiye'nin toplam faktör verimliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, karar verme birimlerinin bir tek dönemdeki göreceli etkinliklerini hesaplayarak kesit analizi yapan Veri Zarflama Analizi (VZA) ile bu etkinliklerin zamansal değişimlerini ortaya koyan Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Index yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında iki model oluşturulmuş, modellerde karar verme birimi olarak Türkiye'deki 81 il seçilmiş ve modellerin amacına uygun girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiştir. Söz konusu değişkenlere yönelik 2015-2017 yıllarına ait veriler ile çalışmada kullanılan istatistikler; Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (EİGM) resmi kurum internet siteleri

aracılığıyla ve bilgi edinme sistemi yoluyla elde edilmiştir [23]. Etkinlik analizlerinde DEAP versiyon 2.1 ile EMS versiyon 1.3 programları kullanılmıştır. Bu çalışmada, binalarda enerji verimliliğinin artırılması kapsamında hayata geçirilen EKB uygulamasının bina ve/veya konut enerji performansına yönelik etkisi il bazında ve Türkiye genelinde ortaya konmuş olup bu alandaki ilk akademik çalışma olması ve çalışma kapsamında da uygulama etkinliğini artırıcı öneriler dile getirmesi sebepleriyle bina enerji verimliliği politikalarına yön vereceği düşünülmektedir.

2.MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

2.1. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)

Bir proseste farklı ölçü birimlerine sahip birden fazla girdi ve çıktının, ürettikleri mal ve hizmet açısından birbirinize benzeyen ve belli girdileri belli çıktılara dönüştüren organizasyonların diğer bir ifadeyle karar verme birimlerinin (KVB) karşılaştırılmasını zorlaştırdığı durumlarda, anılan birimlerin göreceli etkinliklerini ölçen, nonparametrik bir matematiksel programlama metodudur [24-25].

VZA da karar verme birimlerinin göreceli etkinliği, çıktılardan ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Hesaplanan değer, 0 ile 1 arasında değişmekte olup etkinlik değeri olarak tanımlanmaktadır. Etkinlik değeri "1"e eşit olan karar verme birimleri, etkin ve performansları yüksek birimlerdir. Ayrıca etkinlik sınırı üzerinde yer alarak referans kümesini oluşturmaktadırlar. Etkinlik değeri 0 ile 1 arasında olan karar verme birimleri ise en etkin birime (birimlere) göre daha az etkin ve performansı daha düşük birimlerdir [25-26].

VZA ilk defa 1957 yılında Farrel tarafından yapılan çalışmada yeni bir yaklaşım olarak önerilmiştir. Söz konusu çalışmada iki girdi ve tek bir çıktıdan oluşan bir üretim sürecinin etkinliği ölçülmüş, eş ürün ve eş maliyet eğrileri kullanılarak teknik etkinlik ve tahsis etkinliği tanımlanmıştır [27-28].

VZA terimi ise ilk kez 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes'un çalışmasıyla literatürde kullanılmıştır. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya konulan ve CCR modeli olarak adlandırılan yöntemde, ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında ölçek etkinliği ve saf teknik etkinlik ölçümü gerçekleştirilmekte, yapılan etkinlik ölçümleri tek bir değer altında toplanmakta ve toplam etkinlik hesaplanmaktadır [24]. 1984 yılında ise Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen ve BCC modeli olarak adlandırılan yöntemde, CRR modeline konvekslik kısıtı eklenerek ölçüğe göre değişken getiri

varsayımı altında sadece teknik etkinlik ölçümü gerçekleştirilmektedir [29]. Girdi ve çıktıya yönelik olarak geliştirilen bu iki yöntem sayesinde veri zarflama analizinin uygulama alanı genişlemiştir. Bilhassa 1980'lerin sonlarından itibaren birçok ülkede enerji sektöründe VZA önemli bir performans ölçme ve kıyaslama tekniği olarak kabul görmüş ve bu alanda çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Veri zarflama analizi yapılırken izlenmesi gereken adımlar bulunmakta olup söz konusu adımlar aşağıda verilmiştir [30].

- 1- Karar verme birimlerinin belirlenmesi
- 2- Girdi ve çıktıların seçilmesi
- 3- Çalışmada kullanılacak verilerin elde edilebilirliği ve ulaşılan verilerin güvenilirliği
- 4-VZA modelinin belirlenmesi ve göreceli etkinlik ölçümü
- 5-Referans kümelerinin belirlenmesi
- 6-Etkin olmayan karar birimleri için hedef belirlenmesi
- 7- Sonuçların değerlendirilmesi

Literatürde getiri varsayımına göre yaygın olarak kullanılan iki temel VZA modeli mevcuttur. Bunlar; ölçeğe göre sabit getiri modeli (CCR; CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri modelidir (BCC; VRS). Her bir model ayrıca yönelime göre girdi (input-oriented) ve çıktı (output oriented) yönelimli olmak üzere iki alt modele ayrılmaktadır.

CCR modelinde girdide yapılan artış miktarına karşılık çıktıda aynı oranda artış görülmektedir.

Ayrıca bu modelde her bir karar verme biriminin ölçek etkinliği (ÖE) ve saf teknik etkinlik ölçümünden (STE) oluşan toplam teknik etkinliği (TTE) hesaplanmaktadır.

$$TTE = \text{ÖE} \cdot \text{STE} \quad \text{ve} \quad \text{STE} \geq TTE \quad (1)$$

STE, BCC yöntemiyle hesaplanmakta ve eldeki girdi miktarı ile yapılabilecek maksimum çıktı üretimini göstermektedir. ÖE ise CCR yöntemiyle hesaplanmakta ve uygun ölçekte gerçekleştirilen üretimdeki başarıyı ifade etmektedir.

$$\text{ÖE} = \text{TTE} / \text{STE} \quad (2)$$

ÖE=1 iken en uygun ölçekte çalışıldığını göstermektedir [31-32].

Girdi yönelimli CCR'de minimum girdi kullanılarak belirli bir çıktı düzeyi elde edilmektedir. Diğer bir deyişle mevcut çıktı düzeyi sabit tutularak girdi düzeyi minimuma indirilmektedir [32]. Matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\text{mak } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (3)$$

için

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (4)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, j=1, \dots, n, i=1, \dots, m, r=1, \dots, s$$

0: Değerlendirmedeki KVB

h_0 : KVB₀'ın etkinlik skoru

x_{ij} ve y_{rj} : KVB_j'nin i. girdisi ve r. çıktısı

u_r : KVB₀'ın r. çıktıya verilen ağırlık değeri

v_i : KVB₀'ın i. girdiye verilen ağırlık değeri

n: KVB sayısı

m: Girdi sayısı

s: Çıktı sayısı

ε : Çok küçük sayı (Modelde ağırlıkların, u_r , v_i , sıfır olmasının engellenmesi için belirlenmiştir.)

VZA'da ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdi ve çıktı yönelimli alt modellerde göreceli etkinlik skorları aynı olmaktadır [33].

Çıktı yönelimli CCR'de ise belirli bir girdi düzeyi için maksimum çıktının elde edilmektedir. Diğer bir ifadeyle, girdiler sabit tutularak çıktılar artırılmaktadır. Matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\text{min } h_0 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}} \quad (5)$$

için

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1 \quad (6)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, j=1, \dots, n, i=1, \dots, m, r=1, \dots, s$$

0: Değerlendirmedeki KVB

h_0 : KVB₀'ın etkinlik skoru

x_{ij} ve y_{rj} : KVB_j'nin i. girdisi ve r. çıktısı

u_r : KVB₀'ın r. çıktıya verilen ağırlık değeri

v_i : KVB₀'ın i. girdiye verilen ağırlık değeri

n: KVB sayısı

m: Girdi sayısı

s: Çıktı sayısı

2.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (Malmquist Total Factor Productivity)

Statik bir analiz olan VZA, karar verme birimlerinin belli bir dönemdeki kesit verilerini kullanarak etkinlik ölçümü yaptığınan dolayı zaman içindeki değişimleri gösterememektedir. Bu eksikliği ortadan kaldıran Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV); ilk kez Sten Malmquist tarafından 1953 yılında tüketim analizinde uzaklık fonksiyonlarıyla endeks oluşturma düşüncesiyle ortaya konmuş ve daha sonra Caves, Christensen ve Diewert tarafından 1982 yılında geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde toplam faktör verimliliğinin etkinlik değişimi ile teknik değişmeye karşılık gelen iki unsurdan oluştuğu gösterilmiş ve metotta farklı zamana ait veri noktaları arasındaki toplam faktör etkinliğindeki değişimin, veri noktalarının ortak teknolojiye olan nispi uzaklıklarının oranlanmasıyla bulunduğu ifade edilmiştir [31].

Malmquist TFV endeksi (tfvd) etkinlik değişimi (ed) ve teknolojik değişim (td) bileşenlerine bağlı olup aşağıdaki gibi formüle edilebilir [34].

$$tfvd=ed.td \quad (7)$$

$$ed=\frac{D_G^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_G^t(x^t,y^t)} \quad (8)$$

$$td=\left[\left(\frac{D_G^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D_G^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}\right) \cdot \left(\frac{D_G^t(x^t,y^t)}{D_G^{t+1}(x^t,y^t)}\right)\right]^{1/2} \quad (9)$$

ed “üretim sınırını yakalama etkisi” (catch-up effect), td “üretim sınırının yer değiştirilmesi” (frontier-shift ya da boundary-shift), tfvd ise toplam faktör verimliliği değişimi olarak adlandırılmaktadır.

İki karar verme birimi arasında veya bir karar verme biriminin iki zaman periyodu arasındaki verimlilik değişimini ölçen MTFV, söz konusu ölçümü girdi (input-oriented) veya çıktı yönelimli (output-oriented) varsayımlara göre yapmaktadır. Belli bir girdi için iki dönem arasındaki maksimum çıktı, çıktı odaklı verimlilik endeksini; belli çıktı için minimum girdi ihtiyacı ise girdi odaklı verimlilik endeksini oluşturmaktadır [35].

Girdi yönelimli MTFV için t döneminde x^t girdi vektörü y^t çıktı vektörü olmak üzere girdi üretim imkânları kümesi (P^t), girdi uzaklık fonksiyonu (D_G) ile KVB'nin Malmquist verimlilik endeksi aşağıdaki eşitlerdeki gibi tanımlanmaktadır [32].

$$P^t=\{(x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ yi üretebilir}\}, t=1, \dots, T \quad (10)$$

$$D_G^t(x^t, y^t)=\max\{\theta : (x^t / \theta, y^t) \in P^t\} \quad (11)$$

$$M_G^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \left(\frac{D_G^{t+1}(x^t, y^t)}{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \right]^{1/2} \quad (12)$$

$M_G > 1$ karar verme biriminin verimliliğindeki t'den t+1 zamanına kadar olan ilerlemeyi, $M_G = 1$ karar verme biriminin verimliliğindeki t'den t+1 zamanına kadar olan durağanlığı, $M_G < 1$ ise karar verme biriminin verimliliğindeki t'den t+1 zamanına kadar olan gerilemeyi göstermektedir.

Çıktı yönelimli MTFV için t döneminde x^t girdi vektörü y^t çıktı vektörü olmak üzere çıktı üretim imkânları kümesi (P^t), çıktı uzaklık fonksiyonu (D_C) ile KVB'nin Malmquist verimlilik endeksi aşağıdaki eşitlerdeki gibi tanımlanmaktadır [32].

$$P^t=\{(x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ yi üretebilir}\}, t=1, \dots, T \quad (13)$$

$$D_C^t(x^t, y^t)=\min\{\theta : (x^t / \theta, y^t) \in P^t\} \quad (14)$$

$$M_C^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_C^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_C^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \left(\frac{D_C^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_C^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (15)$$

$M_C > 1$ karar verme biriminin verimliliğindeki t'den t+1 zamanına kadar olan ilerlemeyi, $M_C = 1$ karar verme biriminin verimliliğindeki t'den t+1 zamanına kadar olan durağanlığı ve $M_C < 1$ ise karar verme biriminin verimliliğindeki t'den t+1 zamanına kadar olan gerilemeyi göstermektedir.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Bu çalışmada, bina enerji verimliliği kapsamında 81 il ile Türkiye'nin enerji performanslarının hesaplanması amacıyla EKB uygulaması üzerinden aşağıda verilen iki model oluşturulmuştur.

Model 1 : EKB Sınıflandırma Etkinliği

Model 2 : EKB Kullanım Etkinliği

Modellerde VZA'nın ölçeğe göre sabit getiri ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımları altında girdi yönelimli yaklaşımı kullanılmıştır.

Çalışmada ölçeğe göre sabit ve değişken getiri varsayımı altında yapılan VZA analizlerinin sonucu eşit çıkmıştır. Söz konusu eşitliğin sebebi CCR etkinlik sınırının her durumda BCC etkinlik sınırının üzerinde yer alması ve dolayısıyla BCC etkinlik skorunun CCR etkinlik skorundan büyük ya da ona eşit olmasıdır. Bu eşitlik literatüre göre beklenen bir durum olup sonuçlar bu nedenle tek bir tabloda gösterilmiştir [36].

Çizelge 2. Modellere ait girdi ve çıktı değişkenleri (Input and output variables of models)

Model	Girdiler	Çıktılar
EKB sınıflandırma etkinliği	Nüfus (Milyon)	Konutların EKB enerji sınıf sayıları (A, B, C, D, E, F, G) (Bin)
	Elektrik tüketimi (TWh)	
	Yapı kullanım izin belgesine göre konut sayısı (Bin)	
	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	EKB sayısı (Bin)
	Yakıt cinsine göre konut sayısı (Bin) (katı yakıt, doğal gaz, fuel oil, elektrik, LPG, termal, rüzgar, diğer)	
EKB kullanım etkinliği	Konut toplam enerji tüketimi (Bin TEP)	EKB sayısı (Bin)
	Nüfus (Milyon)	
	Elektrik tüketimi (TWh)	
	Yapı kullanım izin belgesine göre konut sayısı (Bin)	
	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	
	Yakıt cinsine göre konut sayısı (Bin) (katı yakıt, doğal gaz, fuel oil, elektrik, LPG, termal, rüzgar, diğer)	

3.1. Model 1 (Model 1)

EKB sınıflandırma etkinliği olarak tanımlanan Model 1'de 81 ilin etkinlik ve teknolojik değişimi ile toplam faktör verimliliğindeki değişim hesaplanmış; toplam faktör verimliliğindeki değişimin kaynağı ortaya konmuş ve girdilerin çıktılar üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Çizelge 3. Model 1 için illerin tfvd değerleri (tfpc values of the provinces for Model 1)

Sıra no	İl adı	tfvd değerleri		
		Yıllar		Genel ortalama
		2015-2016	2016-2017	
1	Çanakkale	1,225	1,188	1,207
2	Balıkesir	1,348	1,343	1,346
3	Edirne	0,345	8,522	4,434
4	Tekirdağ	1,009	1,713	1,361
5	Kırklareli	1,904	15,807	8,856
6	İstanbul	0,579	9,796	5,188
7	Bursa	4,362	7,59	5,976
8	Yalova	1,794	1,973	1,884
9	Kocaeli	1,559	3,853	2,706
10	Bilecik	7,261	16,122	11,692
11	Sakarya	1,581	1,25	1,416
12	İzmir	0,902	1,812	1,357
13	Aydın	0,718	1,511	1,115
14	Muğla	2,7	0,704	1,702
15	Manisa	0,764	1,24	1,002
16	Denizli	1,17	1,116	1,143
17	Uşak	0,39	1,195	0,793
18	Kütahya	1,791	4,414	3,103
19	Afyon	1,23	3,053	2,142
20	Antalya	0,59	2,411	1,501
21	Burdur	0,521	2,157	1,339
22	Isparta	1,978	16,599	9,289
23	Mersin	1,222	2,197	1,71
24	Adana	1,476	7,037	4,257
25	Hatay	0,94	2,459	1,7
26	Osmaniye	1,026	2,118	1,572
27	Kahramanmaraş	1,075	5,196	3,136
28	Eskişehir	0,564	20,224	10,394
29	Konya	1,287	2,752	2,02
30	Ankara	1,767	19,293	10,53
31	Çankırı	0,74	13,962	7,351
32	Aksaray	1,269	0,671	0,97
33	Kırıkkale	1,199	2,673	1,936
34	Kırşehir	0,867	2,442	1,655
35	Yozgat	0,934	2,658	1,796
36	Niğde	0,808	3,717	2,263
37	Nevşehir	0,943	0,917	0,93
38	Kayseri	1,006	12,08	6,543
39	Karaman	1,493	5,378	3,436

Çizelge 3. (devam) Model 1 için illerin tfvd değerleri (continued) (tfpc values of the provinces for Model 1)

Sıra no	İl adı	tfvd değerleri		
		Yıllar		Genel ortalama
		2015-2016	2016-2017	
40	Sivas	2,676	0,33	1,503
41	Bolu	0,705	2,853	1,779
42	Düzce	1,445	4,459	2,952
43	Zonguldak	1,506	12,263	6,885
44	Karabük	0,544	1,597	1,071
45	Bartın	1,788	0,981	1,385
46	Kastamonu	5,841	1,736	3,789
47	Çorum	1,37	0,897	1,134
48	Sinop	1,155	1,238	1,197
49	Samsun	1,108	1,436	1,272
50	Amasya	4,534	2,344	3,439
51	Tokat	1,078	2,225	1,652
52	Ordu	1,383	1,647	1,515
53	Giresun	1,764	1,226	1,495
54	Gümüşhane	1,934	1,459	1,697
55	Trabzon	1,059	1,222	1,141
56	Bayburt	8,271	1,969	5,12
57	Rize	1,559	0,779	1,169
58	Artvin	0,903	13,42	7,162
59	Malatya	0,417	76,91	38,664
60	Erzincan	0,366	1,146	0,756
61	Elazığ	1,213	50,924	26,069
62	Tunceli	18,081	0,126	9,104
63	Bingöl	5,845	2,562	4,204
64	Erzurum	4,61	13,186	8,898
65	Muş	0,105	13,955	7,03
66	Bitlis	1,406	9,835	5,621
67	Kars	1,028	1,088	1,058
68	Ağrı	0,888	18,409	9,649
69	Ardahan	3,85	7,834	5,842
70	Van	1,522	26,55	14,036
71	İğdır	0,573	0,561	0,567
72	Hakkari	1,245	4,529	2,887
73	Gaziantep	1,285	1,594	1,44
74	Kilis	0,993	1,411	1,202
75	Adıyaman	4,15	14,228	9,189
76	Şanlıurfa	1,23	1,031	1,131
77	Diyarbakır	2,668	21,044	11,856
78	Mardin	2,019	8,241	5,13
79	Batman	0,145	18,977	9,561
80	Siirt	0,898	16,328	8,613
81	Şırnak	8,212	2,293	5,253
	Ortalama	1,947	7,136	3,23

Çizelge 3'e göre, 2015-2017 yılları için 81 ilin 76'sı, diğer bir ifadeyle %93,8'i gelişme göstermiştir. Ayrıca 76 il içinde öne çıkan 10 il sıralı olarak Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Model 1 için öne çıkan 10 il (Top 10 provinces for Model 1)

Sıra No	İl adı	Ortalama tfvd değeri	tfvd artışa neden olan ana faktör
1	Malatya	38,664	td
2	Elazığ	26,069	td
3	Van	14,036	td
4	Diyarbakır	11,856	td
5	Bilecik	11,692	td
6	Ankara	10,53	td
7	Eskişehir	10,394	td
8	Ağrı	9,649	td
9	Batman	9,561	td
10	Isparta	9,289	td

Malatya 76 il içinde en yüksek tfvd değeriyle en çok gelişme gösteren il iken Çizelge 3'e göre Uşak, Aksaray, Nevşehir, Erzincan ve Iğdır ise gelişme gösteremeyen 5 ildir. Bu illerin verimliliklerinde sırasıyla % 20,7, % 3, % 7, % 23,4, % 43,3 oranlarında düşüş yaşanmış olup anılan illerin tfvd'lerinde azalışa neden olan etkenler sırasıyla td, ed, ed, td, td ile ed'dir.

Bununla birlikte genel olarak ortalama bir ilin toplam faktör verimliliğinde ise ilerleme görülmüştür. Diğer bir ifadeyle verimlilik artışı olmuştur.

Çizelge 5. Model 1 için illerin etkinlik ve teknolojik değişimleri (The efficiency and technological changes of the provinces for Model 1)

Sıra no	İl adı	ed değerleri		td değerleri	
		Yıllar		Yıllar	
		2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
1	Çanakkale	0,994	0,596	1,232	1,993
2	Balıkesir	1,000	0,770	1,348	1,744
3	Edirne	1,000	1,000	0,345	8,522
4	Tekirdağ	1,000	0,718	1,009	2,386
5	Kırklareli	1,059	1,012	1,798	15,620
6	İstanbul	1,000	1,000	0,579	9,796
7	Bursa	1,000	1,000	4,362	7,590
8	Yalova	1,000	0,732	1,794	2,695
9	Kocaeli	1,000	1,000	1,559	3,853

Çizelge 5. (devam) Model 1 için illerin etkinlik ve teknolojik değişimleri (continued) (The efficiency and technological changes of the provinces for Model 1)

Sıra no	İl adı	ed değerleri		td değerleri	
		Yıllar		Yıllar	
		2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
10	Bilecik	1,053	1,000	6,896	16,122
11	Sakarya	1,000	1,000	1,581	1,250
12	İzmir	1,000	1,000	0,902	1,812
13	Aydın	1,000	1,000	0,718	1,511
14	Muğla	1,000	1,000	2,700	0,704
15	Manisa	1,000	1,000	0,764	1,240
16	Denizli	1,000	0,614	1,170	1,818
17	Uşak	1,000	1,000	0,390	1,195
18	Kütahya	1,000	1,000	1,791	4,414
19	Afyon	1,000	1,000	1,230	3,053
20	Antalya	1,000	1,000	0,590	2,411
21	Burdur	1,000	1,000	0,521	2,157
22	Isparta	1,000	0,939	1,978	17,677
23	Mersin	1,000	1,000	1,222	2,197
24	Adana	1,000	1,000	1,476	7,037
25	Hatay	1,000	1,000	0,940	2,459
26	Osmaniye	1,162	0,447	0,883	4,738
27	Kahramanmaraş	1,000	1,000	1,075	5,196
28	Eskişehir	1,000	1,000	0,564	20,224
29	Konya	1,000	1,000	1,287	2,752
30	Ankara	1,000	1,000	1,767	19,293
31	Çankırı	0,838	1,193	0,883	11,703
32	Aksaray	0,988	0,505	1,284	1,329
33	Kırıkkale	1,141	1,075	1,051	2,487
34	Kırşehir	0,820	0,775	1,057	3,151
35	Yozgat	0,980	1,020	0,953	2,606
36	Niğde	1,058	1,182	0,764	3,145
37	Nevşehir	0,751	0,666	1,256	1,377
38	Kayseri	1,000	1,000	1,006	12,080
39	Karaman	1,000	1,000	1,493	5,378
40	Sivas	1,000	0,383	2,676	0,862
41	Bolu	1,000	1,000	0,705	2,853
42	Düzce	1,000	1,000	1,445	4,459
43	Zonguldak	1,542	1,018	0,977	12,046
44	Karabük	1,000	1,000	0,544	1,597
45	Bartın	1,000	0,880	1,788	1,115
46	Kastamonu	1,000	0,523	5,841	3,319
47	Çorum	0,988	0,642	1,387	1,397

48	Sinop	1,000	0,959	1,155	1,291
49	Samsun	1,011	0,668	1,096	2,150
50	Amasya	1,270	1,000	3,570	2,344
51	Tokat	0,855	1,170	1,261	1,902
52	Ordu	1,278	0,930	1,082	1,771
53	Giresun	1,151	0,654	1,533	1,875
54	Gümüşhane	1,348	1,000	1,435	1,459
55	Trabzon	1,000	1,000	1,059	1,222
56	Bayburt	1,984	0,920	4,169	2,140
57	Rize	2,641	0,401	0,590	1,943
58	Artvin	1,000	1,000	0,903	13,420
59	Malatya	0,950	1,052	0,439	73,108
60	Erzincan	1,000	1,000	0,366	1,146
61	Elazığ	0,917	1,270	1,323	40,098
62	Tunceli	1,000	0,843	18,081	0,149
63	Bingöl	1,000	1,000	5,845	2,562
64	Erzurum	1,000	1,000	4,610	13,186
65	Muş	1,000	1,000	0,105	13,955
66	Bitlis	1,000	1,000	1,406	9,835
67	Kars	1,000	0,548	1,028	1,985
68	Ağrı	1,000	1,000	0,888	18,409
69	Ardahan	1,000	1,000	3,850	7,834
70	Van	1,000	1,000	1,522	26,550
71	Iğdır	1,000	0,534	0,573	1,051
72	Hakkari	1,000	1,000	1,245	4,529
73	Gaziantep	0,888	0,686	1,447	2,324
74	Kilis	1,099	0,853	0,904	1,654
75	Adıyaman	1,000	1,000	4,150	14,228
76	Şanlıurfa	0,999	0,614	1,231	1,679
77	Diyarbakır	1,000	0,936	2,668	22,483
78	Mardin	1,000	1,000	2,019	8,241
79	Batman	1,000	1,000	0,145	18,977
80	Siirt	0,966	0,794	0,930	20,564
81	Şırnak	1,000	1,000	8,212	2,293
Ortalama		1,046	0,908	1,857	7,194

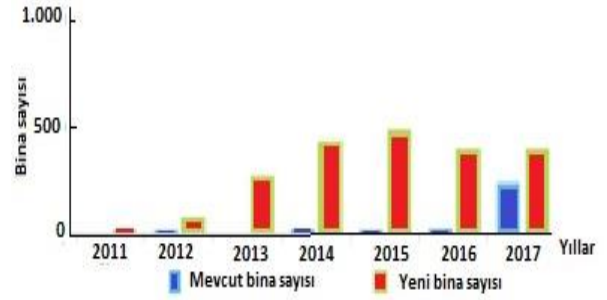
Çizelge 5'e göre 2016-2017 yılları için için ortalama td değeri 7,194 olup ortalama bir ilin teknolojisinde ilerleme görülürken aynı dönemde ed değeri 0,908 olup etkinlik değerinde % 9,2 oranında bir gerileme görülmüştür. Söz konusu durum illerin teknolojilerine yatırım yaptığını veya mevcut teknolojiyi etkin bir şekilde kullandıklarını ifade etmektedir. Bununla birlikte yine ortalama bir ilde teknolojik değişimin tfvd'ye olan etkisi etkinlik değişimine göre daha fazla olup Çizelge 3'e göre gelişmişlikte önde olan Malatya'nın tfvd'sindeki artışı sağlayan ana değişken ise td'dir.

Malatya Belediyesi 2012 yılında çıkarılan “On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile büyükşehir belediyesi statüsü kazanmış, 2014 yılındaki yerel seçimler sonrasında çalışmalarına büyükşehir belediyesi olarak fiilen başlamış ve planlama, konut, imar ve ulaşım gibi alanlarda daha etkili çalışmalar yürütmüştür [37]. Bununla birlikte şehirde gerçekleştirilen doğal gaz yatırımlarıyla doğal gaz dağıtım şebekesi büyümüş ve bu sayede doğal gazın konutlarda kullanımı artmıştır. Malatya’da 2017 yılı itibariyle doğal gaz hat uzunluğu 1.382 km, toplam abone sayısı ise 191.353’tür. 2017 yılında nüfus 786.676 olup nüfusa göre doğal gaz abone sayısı (0,24) Türkiye ortalamasının (0,17) üzerindedir [38-40]. Ayrıca Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) tarafından Malatya’da toplu konut yatırımları yapılmıştır.

Tüm bu gelişmeler sayesinde teknolojik değişim etkisini inovasyon ve difüzyon olarak ortaya koyarken söz konusu etkilerin bina EKB’lerine ve konut EKB enerji sınıflarına olumlu yansımaları, mevcut ile yeni yapılan bina ve konutlardan alınan sonuçlarda görülmektedir [41]. Malatya ili EKB istatistikleri (2015-2017) Çizelge 6’da, yıllara göre EKB alan bina sayısı dağılımı (2011-2017) ise Şekil 3’te verilmektedir.

Çizelge 6. Malatya ili EKB istatistikleri (2015- 2017) (EIC statistics of Malatya (2015-2017))

		Yıllar		
		2015	2016	2017
EKB enerji sınıfına göre konut sayısı	A	38	0	0
	B	91	95	72
	C	321	296	375
	D	0	0	41
	E	0	0	34
	F	0	0	22
	G	0	0	0
EKB alan bina sayısı		515	432	649
EKB’ e sahip toplam bina sayısı		1363	1795	2444



Şekil 3. Malatya ili yıllara göre EKB alan bina sayısı dağılımı (2011-2017) (Distribution of the number of buildings having EIC by years in Malatya (2011-2017))

3.2. Model 2 (Model 2)

EKB kullanım etkinliği olarak tanımlanan Model 2’de 81 ilin etkinlik ve teknolojik değişimi ile toplam faktör verimliliğindeki değişim hesaplanmıştır; toplam faktör verimliliğindeki değişimin kaynağı ortaya konmuş ve girdilerin çıktıları üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Çizelge 7. Model 2 için illerin tfvd değerleri (tfpc values of the provinces for Model 2)

Sıra no	İl adı	tfvd değerleri		Genel ortalama
		2015-2016	2016-2017	
1	Çanakkale	1,167	1,148	1,158
2	Balıkesir	1,341	1,277	1,309
3	Edirne	1,294	1,76	1,527
4	Tekirdağ	1,005	1,158	1,082
5	Kırklareli	1,449	1,446	1,448
6	İstanbul	0,745	3,548	2,147
7	Bursa	2,612	1,497	2,055
8	Yalova	1,666	0,904	1,285
9	Kocaeli	1,59	1,298	1,444
10	Bilecik	1,229	1,189	1,209
11	Sakarya	1,334	1,109	1,222
12	İzmir	0,971	1,647	1,309
13	Aydın	1,215	1,087	1,151
14	Muğla	1,856	0,734	1,295
15	Manisa	1,506	0,612	1,059
16	Denizli	1,3	0,993	1,147
17	Uşak	1,022	1,261	1,142
18	Kütahya	1,262	0,636	0,949
19	Afyon	1,166	1,44	1,303
20	Antalya	0,597	1,592	1,095
21	Burdur	0,948	1,385	1,167
22	Isparta	1,219	1,672	1,446
23	Mersin	1,218	1,675	1,447

Çizelge 7. (devam) Model 2 için illerin tfvd değerleri (continued) (tfpc values of the provinces for Model 2)

Sıra no	İl adı	tfvd değerleri		
		Yıllar		Genel ortalama
		2015-2016	2016-2017	
24	Adana	0,719	1,266	0,993
25	Hatay	1,046	1,418	1,232
26	Osmaniye	1,107	0,902	1,005
27	Kahramanmaraş	1,157	1,336	1,247
28	Eskişehir	1,12	1,055	1,088
29	Konya	3,858	1,62	2,739
30	Ankara	0,779	3,839	2,309
31	Çankırı	0,639	2,658	1,649
32	Aksaray	1,307	0,774	1,041
33	Kırıkkale	1,28	0,981	1,131
34	Kırşehir	0,529	1,473	1,001
35	Yozgat	0,928	1,586	1,257
36	Niğde	1,548	1,659	1,604
37	Nevşehir	0,981	0,854	0,918
38	Kayseri	1,099	2,377	1,738
39	Karaman	1,411	1,579	1,495
40	Sivas	2,097	0,366	1,232
41	Bolu	0,801	0,962	0,882
42	Düzce	1,323	2,877	2,1
43	Zonguldak	1,102	2,447	1,775
44	Karabük	0,58	1,447	1,014
45	Bartın	1,145	0,974	1,06
46	Kastamonu	1,673	0,895	1,284
47	Çorum	1,388	1,007	1,198
48	Sinop	1,096	1,023	1,06
49	Samsun	1,191	1,339	1,265
50	Amasya	1,128	1,652	1,39
51	Tokat	1,078	1,685	1,382
52	Ordu	1,342	1,558	1,45
53	Giresun	1,285	1,333	1,309
54	Gümüşhane	1,524	1,701	1,613
55	Trabzon	1,205	1,412	1,309
56	Bayburt	1,544	3,539	2,542
57	Rize	2,42	0,775	1,598
58	Artvin	0,813	1,825	1,319
59	Malatya	0,89	2,634	1,762
60	Erzincan	1,41	0,909	1,16
61	Elazığ	1,128	2,312	1,72

62	Tunceli	1,484	0,368	0,926
63	Bingöl	1,512	1,746	1,629
64	Erzurum	1,369	2,283	1,826
65	Muş	0,579	1,564	1,072
66	Bitlis	1,052	1,331	1,192
67	Kars	0,941	1,296	1,119
68	Ağrı	1,669	3,524	2,597
69	Ardahan	1,127	0,884	1,006
70	Van	1,33	2,911	2,121
71	Iğdır	0,808	0,917	0,863
72	Hakkari	104,492	9,928	57,21
73	Gaziantep	0,995	1,248	1,122
74	Kilis	1,534	1,112	1,323
75	Adıyaman	1,21	1,508	1,359
76	Şanlıurfa	1,051	1,054	1,053
77	Diyarbakır	1,322	1,194	1,258
78	Mardin	1,735	0,941	1,338
79	Batman	1,185	1,181	1,183
80	Sirt	1,061	1,567	1,314
81	Şırnak	0,244	18,772	9,508
	Ortalama	2,52	1,808	2,164

Çizelge 7'ye göre, 2015-2017 yılları için 81 ilin 75'i, diğer bir ifadeyle % 92,5'i gelişme göstermiştir. Ayrıca 75 il içinde öne çıkan 10 il ise sıralı olarak Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Model 2 için öne çıkan 10 il (Top 10 provinces for Model 2)

Sıra No	İl adı	Ortalama tfvd değeri	tfvd artışa neden olan ana faktör
1	Hakkari	57,21	ed
2	Şırnak	9,508	ed
3	Konya	2,739	td
4	Ağrı	2,597	ed
5	Bayburt	2,542	ed
6	Ankara	2,309	td
7	İstanbul	2,147	td
8	Van	2,121	td
9	Düzce	2,1	td
10	Bursa	2,055	td

Hakkari 75 il içinde en yüksek tfvd değeriyle en çok gelişme gösteren il iken Çizelge 7'ye göre Kütahya, Adana, Nevşehir, Bolu, Tunceli ve Iğdır ise gelişme gösteremeyen 6 ildir. Bu iller verimliliklerinde sırasıyla % 5,1, % 0,7, % 8,2, % 11,8, % 7,4 ve % 13,7 oranlarında

düşüş yaşanmış olup anılan illerin tfvd'lerinde azalışa neden olan etkenler sırasıyla ed, td, ed, td ile ed, ed ve ed'dir.

Bununla birlikte genel olarak ortalama bir ilin toplam verimlilik gelişiminde ilerleme görülmüştür. Diğer bir ifadeyle verimlilik artışı olmuştur.

Çizelge 9. Model 2 için illerin etkinlik ve teknolojik değişimleri (The efficiency and technological changes of the provinces for Model 2)

Sıra no	İl adı	ed değerleri		td değerleri	
		Yıllar		Yıllar	
		2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
1	Çanakkale	0,959	0,580	1,217	1,979
2	Balıkesir	1,000	0,641	1,341	1,992
3	Edirne	1,000	1,000	1,294	1,760
4	Tekirdağ	0,980	0,550	1,026	2,105
5	Kırklareli	0,980	1,200	1,479	1,205
6	İstanbul	1,000	1,000	0,745	3,548
7	Bursa	1,000	0,938	2,612	1,596
8	Yalova	1,000	0,508	1,666	1,780
9	Kocaeli	1,000	0,715	1,590	1,815
10	Bilecik	1,357	1,000	0,906	1,189
11	Sakarya	1,000	0,492	1,334	2,254
12	İzmir	1,000	1,000	0,971	1,647
13	Aydın	1,000	0,779	1,215	1,395
14	Muğla	1,000	1,000	1,856	0,734
15	Manisa	1,000	0,648	1,506	0,944
16	Denizli	1,000	0,531	1,300	1,870
17	Uşak	0,766	1,289	1,334	0,978
18	Kütahya	0,914	0,505	1,381	1,259
19	Afyon	1,000	1,000	1,166	1,440
20	Antalya	1,000	1,000	0,597	1,592
21	Burdur	0,851	1,175	1,114	1,179
22	Isparta	1,000	0,816	1,219	2,049
23	Mersin	1,118	0,885	1,089	1,893
24	Adana	1,000	1,000	0,719	1,266
25	Hatay	1,000	0,907	1,046	1,563
26	Osmaniye	0,849	0,472	1,304	1,911
27	Kahramanmaraş	1,000	1,000	1,157	1,336
28	Eskişehir	1,000	1,000	1,120	1,055
29	Konya	1,000	1,000	3,858	1,620
30	Ankara	1,000	1,000	0,779	3,839
31	Çankırı	0,592	1,688	1,079	1,575
32	Aksaray	0,858	0,499	1,523	1,551
33	Kırıkkale	1,123	0,574	1,140	1,709
34	Kırşehir	0,608	0,690	0,870	2,135

35	Yozgat	0,858	1,083	1,082	1,464
36	Niğde	1,194	1,051	1,296	1,578
37	Nevşehir	0,808	0,528	1,214	1,617
38	Kayseri	1,000	1,000	1,099	2,377
39	Karaman	1,000	1,000	1,411	1,579
40	Sivas	1,000	0,349	2,097	1,049
41	Bolu	1,000	0,845	0,801	1,138
42	Düzce	1,000	1,000	1,323	2,877
43	Zonguldak	0,939	1,227	1,174	1,994
44	Karabük	1,000	1,000	0,580	1,447
45	Bartın	1,000	0,810	1,145	1,202
46	Kastamonu	1,311	0,524	1,276	1,708
47	Çorum	0,870	0,657	1,595	1,533
48	Sinop	1,000	0,842	1,096	1,215
49	Samsun	1,067	0,510	1,116	2,625
50	Amasya	1,191	1,067	0,947	1,548
51	Tokat	0,831	1,204	1,297	1,400
52	Ordu	1,225	0,933	1,096	1,670
53	Giresun	0,989	0,833	1,299	1,600
54	Gümüşhane	1,309	1,138	1,164	1,495
55	Trabzon	1,000	1,000	1,205	1,412
56	Bayburt	1,278	1,930	1,208	1,834
57	Rize	2,199	0,462	1,101	1,677
58	Artvin	1,085	1,104	0,749	1,653
59	Malatya	0,571	1,327	1,559	1,985
60	Erzincan	1,000	0,871	1,410	1,044
61	Elazığ	0,842	1,185	1,340	1,951
62	Tunceli	1,000	0,319	1,484	1,154
63	Bingöl	1,341	1,000	1,128	1,746
64	Erzurum	1,000	1,000	1,369	2,283
65	Muş	0,918	1,073	0,631	1,458
66	Bitlis	1,000	1,000	1,052	1,331
67	Kars	0,790	0,634	1,191	2,044
68	Ağrı	2,002	2,134	0,834	1,651
69	Ardahan	1,000	0,798	1,127	1,108
70	Van	1,083	1,000	1,228	2,911
71	Iğdır	1,000	0,568	0,808	1,614
72	Hakkari	145,71	7,227	0,717	1,374
73	Gaziantep	0,766	0,627	1,299	1,990
74	Kilis	1,097	0,853	1,398	1,304
75	Adıyaman	1,000	1,000	1,210	1,508
76	Şanlıurfa	0,843	0,513	1,247	2,055
77	Diyarbakır	1,000	0,781	1,322	1,529
78	Mardin	1,000	0,962	1,735	0,978
79	Batman	1,000	1,000	1,185	1,181
80	Siirt	1,015	0,868	1,045	1,805

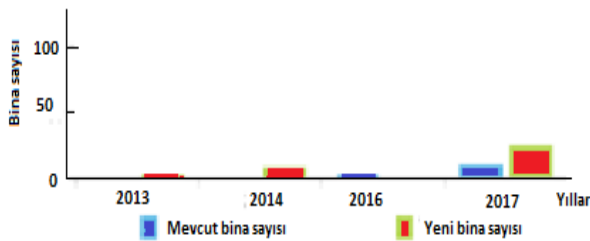
Çizelge 9. (devam) Model 2 için illerin etkinlik ve teknolojik değişimleri (continued) (The efficiency and technological changes of the provinces for Model 2)

Sıra no	İl adı	ed değerleri		td değerleri	
		Yıllar		Yıllar	
		2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
81	Şırnak	0,236	6,552	1,034	2,865
	Ortalama	2,794	1,043	1,238	1,683

Çizelge 9'a göre 2016-2017 yılları için için ortalama td değeri 1,683 olup ortalama bir ilin teknolojisinde gelişme görülürken aynı dönemde ed değeri 1,043 olup etkinlik değerinde % 4,3 oranında bir ilerleme görülmüştür. Söz konusu iki durum, illerin teknolojilerine yatırım yaptığını veya mevcut teknolojiyi etkin bir şekilde kullandıklarını ve yönetsel uygulamalarını artırdıklarını ifade etmektedir. Bununla birlikte ortalama bir ilde 2015-2016 yılları için etkinlik değişiminin, 2016-2017 yılları için ise teknolojik değişimin tfvd'ye olan katkısı daha fazladır.

Aynı çizelgeye göre, gelişmişlikte önde olan Hakkari'nin 2015-2017 yılları için toplam faktör verimliliğindeki artışı sağlayan ana değişken ise ed olup söz konusu ilin bu dönemde yönetsel faaliyetlere yöneldiğini ve en verimli ölçekte çalıştığını göstermektedir. Her ne kadar 2015-2017 yılları arasındaki ana parametre ed olsa da teknolojik değişimin olumlu etkisi de göz ardı edilmemelidir. 2001 ve sonrasında inşa edilen konutlarda ikamet eden hane halkı oranı olarak en yüksek orana sahip olan Hakkari'de son yıllarda TOKİ tarafından yapılan sosyal konutlar ile toplu konutlar, 2016 yılında doğal gazın ile ulaştırılması için Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ) tarafından başlanan boru hattı döşeme çalışmaları ile 2017 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yapılan doğalgaz dağıtım lisansı ihalesi, ilgili dönemdeki tfvd'deki artışın sebepleridir [42-47].

Söz konusu faktörler mevcut ile yeni yapılan binalar için alınan EKB sonuçlarında da etkili olup Hakkari ili için EKB istatistikleri (2013-2017) Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Hakkari ili EKB alan bina sayısı dağılımı (2013-2017) (Distribution of the number of buildings having EIC in Hakkari (2013-2017))

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada, binalarda enerji verimliliği kapsamında illerin ve Türkiye'nin 2015-2017 yılları arasındaki enerji performansları Enerji Kimlik Belgesi uygulaması üzerinden ilgili parametreler kullanılarak incelenmiş ve anılan uygulamanın bina enerji verimliliğine olan etkisi araştırılmıştır.

Performans analizinin yapılmasında girdi yönelimli Veri Zarflama Analizi ile Malmquist Toplam Faktör Verimliliği yöntemleri kullanılmış, analiz uygulanmasında ise DEAP V2.1 ile EMS v1.3 programlarından yararlanılmıştır.

Ayrıca illerin ve Türkiye'nin etkinlik ve teknolojik değişimi ile toplam faktör verimliliğindeki değişimleri esas alınarak illerin performansları karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda en düşük ve en yüksek performansa sahip iller belirlenmiştir.

Çizelge 10. Türkiye için Malmquist verimlilik endeksi skorları (Malmquist productivity index scores for Turkey)

Malmquist verimlilik endeksi skorları	Dönem	Modeller	
		Model 1	Model 2
ed	2015-2016	1,030	1,042
	2016-2017	0,883	0,887
	2015-2017	0,957	0,965
td	2015-2016	1,276	1,183
	2016-2017	3,777	1,609
	2015-2017	2,527	1,396
tfvd	2015-2016	1,947	2,520
	2016-2017	7,136	1,808
	2015-2017	4,541	2,164

Çizelge 10'a göre Model 1 olarak tanımlanan "EKB sınıflandırma etkinliği" modeli ile Model 2 olarak tanımlanan "EKB kullanım etkinliği" modelinde 2015-2017 yılları için toplam faktör verimliliği değişiminde Türkiye genelinde sırasıyla ortalama 4,541 ve 2,164 tfvd değerleriyle ilerleme kaydedildiği görülmektedir. Söz konusu artışın sebepleri sırasıyla ortalama 2,527 ve 1,396 td değerleriyle birlikte bu dönemde teknolojik değişimde yaşanan olumlu gelişmelerdir.

Söz konusu gelişmeler yenilik ve difüzyon olarak görülmekte olup büyüyen doğal gaz şebekesiyle birlikte binalarda artan doğal gaz tüketimi, ülke genelinde daha da yaygınlaşan ve daha çok TOKİ eliyle gerçekleştirilen kentsel dönüşüm ile toplu konut uygulamaları, Enerji Kimlik Belgesinde kullanılan BEP-TR yazılımında yapılan iyileştirmeler; teknolojik gelişmelere örnek olarak gösterilebilir. Bununla birlikte bu dönemde ed

değerlerinde sırasıyla % 4,3 ve % 3,5 oranlarında bir düşüş mevcut olup bu durum ilgili dönemde yönetsel faaliyetlere daha çok yönelinmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, binalarda enerji verimliliğini artırmak için EKB uygulamasının daha etkin yürütülmesi gerekmektedir. Bu bağlamda,

- Uygulama kapsamında iyi bir yönetim için özel sektör, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler, meslek grupları ve odalarının süreçlere dâhil edilmesi ve kamu ile birlikte ortak projeler yürütülmelidir.
- Uygulama uluslararası hesaplamalara ve mevzuatlara göre güncellenmelidir.
- Uygulamanın eksiksiz yürütülmesi için denetimler belirlenen periyotlarla uzman kişilerce yapılmalı ve denetim sonucunda tespit edilen uygunsuzluklara ilişkin idari para cezasını öngören düzenlemeler hayata geçirilmelidir.
- EKB konusunda toplumsal farkındalığı artırmaya yönelik eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları daha fazla yapılmalıdır.
- Yüksek bina enerji performansına ulaşılması ve söz konusu uygulamanın yaygınlaştırılması için teşvik, hibe ve uygun kredi (bina enerji sınıfına göre sübvansiyonun uygulandığı) verilmelidir. Ayrıca vergi indirimleri (belirli enerji sınıfındaki konutlara yönelik alım-satım ile emlak vergisi gibi) sağlanmalıdır.
- Enerji kimlik belgesinin yapı ruhsatı alınması aşamasının parçası haline getirilmesi gibi idari düzenlemeler yapılmalıdır.
- Asgari EKB enerji sınıflarının mevcut bina için C sınıfına, yeni binalar için B sınıfına getirilmelidir.
- EKB enerji sınıfını artıran parametrelerden biri olan yenilenebilir enerji kaynaklarının binalarda kullanımı teşvik edilmelidir.
- EKB ile ilgili olarak verilen süre uzatımı uygulamaları kaldırılmalıdır.

SİMGELER VE KISALTMALAR (SYMBOLS AND ABBREVIATIONS)

Simgeler (Symbols)

CO ₂	Karbondioksit
Ç	Çıktı sembolü
D _Ç	Çıktı yönelimli uzaklık fonksiyonu
D _G	Girdi yönelimli uzaklık fonksiyonu
G	Girdi sembolü
M _Ç	Çıktı yönelimli Malmquist Toplam Faktör Verimliliği

M _G	Girdi yönelimli Malmquist Toplam Faktör Verimliliği
°C	Santigrat derece
P ^t	Üretim imkânları kümesi
x ^t	t dönemi girdi vektörü
y ^t	t dönemi çıktı vektörü
θ	Radyal girdi büzülme katsayısı
Ø	Radyal çıktı genişleme katsayısı

Kısaltmalar (Abbreviations)

BCC	Banker, Charnes ve Cooper
BEP	Binalarda Enerji Performansı
BEP-TR	Bina Enerji Performansı Yazılımı
CCR	Charnes, Cooper ve Rhodes
CRS	Ölçeğe göre sabit getiri
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DEA	Data Envelopment Analysis
DEAP	Veri zarflama analizi programı
ed	Etkinlik değişimi
EIC	Energy Identity Certificate
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EİGM	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
EKB	Enerji Kimlik Belgesi
EMS	Veri zarflama analizi programı
KVB	Karar verme birimi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTFV	Malmquist Toplam Faktör Verimliliği
ÖE	Ölçek etkinliği
STE	Saf teknik etkinlik
td	Teknolojik değişim
TEP	Ton eşdeğer petrol
tfpc	Total factor productivity change
tfvd	Toplam faktör verimliliği değişimi
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TTE	Toplam teknik etkinliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Twh	Terawatt-saat
VRS	Ölçeğe göre değişken getiri
VZA	Veri zarflama analizi

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Gözde DEMİRSOY: Verileri ilgili programları kullanarak analiz etmiş ve elde edilen sonuçları yorumlamıştır. /Analyzed the data by using the relevant softwares and interpreted the results obtained.

Adnan SÖZEN: Verileri ilgili programları kullanarak analiz etmiş ve elde edilen sonuçları yorumlamıştır. /Analyzed the data by using the relevant softwares and interpreted the results obtained.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur. / There is no conflict of interest in this study.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Makaleye vermiş oldukları destekten dolayı T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü Enerji Verimliliği ve Tesisat Dairesi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

ETİK STANDARTLARI BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1]. Sagbaş A., Başbuğ B., “Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Enerji Verimliliği Uygulamaları: Türkiye Değerlendirmesi”, *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1: 43-50, (2018)

[2]. İnternet: Türkiye Elektrik Sistemi için En Ekonomik Katkı Enerji Verimliliği ve Yeni İş Modelleri. Web: https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2020/10/SHURA_Ana-Rapor-1.pdf adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[3]. İnternet: Bina Yalıtımı ile 9 Milyar Dolar Tasarruf Etmek Mümkün. Web: <http://hvac360tr.com/bina-yalitimi-ile-9-milyar-dolar-tasarruf-etmek-mumkun/> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[4]. İnternet: Enerjini boşa harcama. Web: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/samsun/webmenu/webmenu4374.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[5]. İnternet: Yapı İzin İstatistikleri, Ocak-Aralık, 2013. Web: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yapi-Izin-Istatistikleri-Ocak-Aralik,-2013-16084> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[6]. İnternet: Yapı İzin İstatistikleri, Ocak-Aralık, 2015. Web: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yapi-Izin-Istatistikleri-Ocak-Aralik,-2015-21759> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[7]. İnternet: Yapı İzin İstatistikleri, Ocak-Aralık, 2017. Web: <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do;jsessionid=drmkfjCjIz9OT1rr1m4LvtZ6v1z66QrFVxphxYGYL0LtO3MYmZnD:1420751308?id=27753> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[8]. İnternet: 2019 yılı yapı izin istatistikleri açıklandı. Web: <https://www.haberturk.com/2019-vili-yapi-izin-istatistikleri-aciklandi-2593392-ekonomi> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[9]. İnternet: Binalarda Enerji Verimliliği. Web: <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2019/11/21112019Sunum.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.

[10]. Kurt M., “Türkiye Ve Almanya Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliklerinin Referans Bina Ve Sınır Koşulları Açısından Karşılaştırılması”, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2012)

[11]. Yiğit K., “BEP-TR Yazılımı İle Konutlarda Enerji Kimlik Belgesi Uygulaması Ve Aydınlatmaya Yönelik Tüketilen Enerjinin Tasarruf Potansiyelinin Belirlenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2013)

[12]. Demirdelen D., “Merkezi Sıcak Sulu Isıtma Sistemli Yapılarda Yakıt Verimliliğinin Araştırılması, Enerji Kimlik Belgesi Ve Yalıtım Optimizasyonu”, *Yüksek Lisans Tezi*, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2013)

[13]. Morgül M.N., “Understanding Residential Electricity Consumption Considering Efficiency Policies And The Impact On The Electricity System”, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Şehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2014)

[14]. Önal S., “Yapıların Enerji Kimlik Belgeleri Üzerine Değerlendirmeler”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1: 100-105, (2014)

[15]. Durmuş G., Önal S., “Uluslararası Standartlarında İnşaa Edilen Yapının Enerji Kimliğinin Belirlenmesi: Gaziantep Örneği”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1: 43-51, (2014)

[16]. Aydın Ö., Saylam Canım D., “Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi (BEP-TR1)’in Kullanılabilirliğinin Ve EKB Uygulamasının Değerlendirilmesi”, *Mimarlık ve Yaşam*, 2: 265-277, (2017)

[17]. Kaplan S., “Enerji Kimlik Belgesi Uygulamasının Bina Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Parametreleri Ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Bağlamında Değerlendirilmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2018)

[18]. Aydın E., “An assessment of residential energy efficiency in Turkey”, *ICEC Enerji Ve İklim Yayınları*, 1-25, (2018)

[19]. Kayın Ö., “Binalarda Enerji Modellemesi, Enerji Performans Analizi Ve Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevre Dostu Yeşil Bina Uygulama Örneği Kapsamında Değerlendirilmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2019)

[20]. Kartal A., “Residential Energy Efficiency: Turkish Case”, *Yüksek Lisans Tezi*, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2019)

- [21]. Akyürek Z., Akyüz A.Ö. ve Güngör A., “Investigation of Ideal Buildings in terms of Energy Performance Value and Energy Identity Certificate in Antalya and Erzurum”, *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 1: 36-41, (2019)
- [22]. Aydın Ö., “Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği”, *Mimarlık ve Yaşam*, 4: 55-68, (2019)
- [23]. İnternet: Denge Tabloları. Web: <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-denge-tabloları> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [24]. Kocakalay Ş., Işık A., “Veri Zarflama Analizi”, *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 163-171, (2003)
- [25]. Günel S., “Tedarikçi Seçim Stratejileri Ve Bir Uygulama”, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2010)
- [26]. Özden Ü., “Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye’deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37: 167-185, (2008)
- [27]. Özgür M., “Enerji Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Modellerinin Kullanımı”, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, (2011)
- [28]. Okursoy A., Tezsürücü D., “Veri Zarflama Analizi ile Görel Etkinliklerin Karşılaştırılması: Türkiye’deki İllerin Kültürel Göstergelerine İlişkin Bir Uygulama”, *Yönetim ve Ekonomi*, 21: 1-18, (2014)
- [29]. Çiçek C., Kırer Silva Lecuna H., “Türkiye’deki Bölgelerin Elektrik Tüketim Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi”, *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 2: 27-48, (2019)
- [30]. Sarı Z., “Veri Zarflama Analizi Ve Bir Uygulama”, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2015)
- [31]. Atukalp M.E., “Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Türk Bankacılık Sisteminde Bölgesel Performans Ölçümü”, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 55: 17-34, (2018)
- [32]. Karık F., “Türkiye’nin Enerji Performansının OECD ve BRICS Ülkeleri İle Karşılaştırılması”, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2017)
- [33]. Yaşar F., “Veri Zarflama Analizi İle BIST100’de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü”, *Doktora Tezi*, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2019)
- [34]. Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., “Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries”, *The American Economic Review*, 84(1): 66-83, (1994)
- [35]. Demir N., “Türk Tekstil Sektöründe Veri Zarflama İle Performans Analizi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2013)
- [36]. Dinçer E., “Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İmkb Üzerine Bir Uygulama”, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25: 825-846, (2008)
- [37]. İnternet: Malatya. Web: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Malatya> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [38]. İnternet: 2017 Yılı Doğal Gaz Dağıtım Sektörü Raporu. Web: <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/2017-Yili-Doğal-Gaz-Dağıtım-Sektörü-Raporu.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [39]. İnternet: Türkiye’nin 2017 nüfusu açıklandı. Web: <https://www.aa.com.tr/tr/yunun-basliklari/turkiyenin-2017-nufusu-aciklandi/1050229> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [40]. İnternet: AKSA Faaliyet Raporu 2017. Web: <https://www.aksadogalgaz.com.tr/Aksa-Dogalgaz-Faaliyet-Raporu-2017.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [41]. İnternet: Son 14 yılda Malatya’ya 1 milyar 189 milyon tl toplu konut ve sosyal donatı yatırımı yaptık. Web: <https://www.akparti.org.tr/icraatlar/toki/son-14-yilda-malatya-ya-1-milvar-189-milyon-tl-toplu-konut-ve-sosyal-donati-yatirimi-yaptik/> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [42]. İnternet: Akmercan Hakkari-Şırnak Doğalgaz Şirket Profili. Web: <https://www.akmercanhakkarisirnakgaz.com.tr/tr/kurumsal/hakkimizda/> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [43]. İnternet: Cumhuriyet Devrinin Bir Serhat Vilayeti Hakkari Uluslararası Sempozyumu. Web: <https://www.atam.gov.tr/wp-content/uploads/hakkari-sempozyumu.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [44]. İnternet: Konut Politikaları Özel İhtisas Komisyon Raporu. Web: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/KonutPolitikalarıOzelİhtisasKomisyonuRaporu.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [45]. İnternet: DAKA Hakkari İli Sosyal Analiz Raporu. Web: <https://www.daka.org.tr/panel/files/files/vavinlar/Hakkari%20Sosyal%20Yap%C4%B1%20Analiz%20Raporu.pdf> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [46]. İnternet: Hakkari’ye doğalgaz için ilk adım. Web: <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/hakk-ri-ve-dogalgaz-icin-ilk-adim-2368422> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.
- [47]. İnternet: Toki Haberleri. Web: <http://www.hakkarihabertv.com/toki-haberleri.htm> adresinden 21 Şubat 2021’de alınmıştır.