

GAZİ

JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES

Residences In Turkey's Provinces Energy Efficiency Event

Kübra Erdem Arslan ^{a,b*} Adnan Sözen ^c

Submitted: 04.07.2022 Revised: 13.09.2022 Accepted: 20.09.2022 doi:10.30855/gmbd.0705045

ABSTRACT

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA), Constant Returns to Scale and Variable Returns to Scale, Energy Efficiency

^{a,*} Gazi University,
Technology Faculty,
Dept. of Energy Systems Engineering
06560 - Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0002-8373-2674
e mail: kubraerdem25@gmail.com

^b Sakarya Elektrik Perakende A.Ş.,
41050 -Kocaeli, Türkiye
Orcid: 0000-0002-5979-4197

^c Gazi University,
Technology Faculty,
Dept. of Energy Systems Engineering
06560 - Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0002-5979-4197

*Corresponding author:
kubraerdem25@gmail.com

The total energy consumption of Turkey is consumed in residence approximately %20 for this reason It seems that the issues that need to be addressed first are the energy saving potential and environmental impacts. In this study,energy efficiency and environmental performance of residences between 2019 – 2020. were calculated with non-parametric Data Envelopment that using Energy, demographic and environmental parameters of 81 provinces in Turkey. The sourting of the provinces performance was obtained with super efficiency model. Efficiency is defined as the ability of provinces to transform their energy-influencing inputs into energy efficiency .In the analysis made according to the energy consumption performance per dwelling, 25.9% of the provinces were efficient, while in the study conducted according to the environmental performance per energy consumption, 13.58% of the provinces were found to be efficient. As a result of the analysis, input/output parameters were evaluated, and the results of energy efficiency and environmental efficiency were interpreted on a provincial basi and put forward a proposal to decision maker.

Türkiye'deki İllerde Bulunan Meskenlerin Enerji Verimliliği Etkinliği

ÖZ

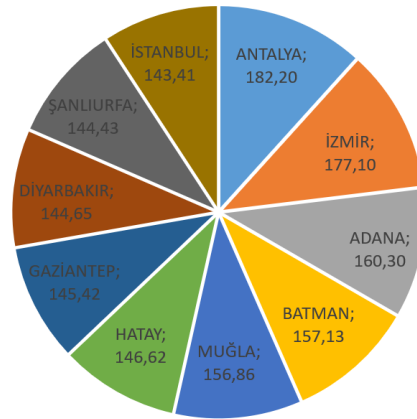
Türkiye'deki toplam enerji tüketiminin yaklaşık %20'si meskenlerde gerçekleşmekte olduğundan meskenlerdeki enerji tasarruf potansiyeli ve çevresel etkilerinin öncelikle ele alınması gereken konular olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada Türkiye'deki 81 ilin enerji, demografik ve çevresel parametreleri kullanılarak 2019 – 2020 yılları arasındaki meskenlerin enerji verimlilik ve çevresel performans etkinliği parametrik olmayan Veri Zarflama Analizi (VZA) ile değerlendirilmiş, illerin performans sıralaması Süper Etkinlik modeli ile elde edilmiştir. Burada etkinlik illerin enerjii etkileyen girdilerini enerji verimliliğine dönüştürme becerisi olarak tanımlanmıştır. Analizde "Mesken Başına Düşen Enerji Tüketim Performansı" ve "Enerji Tüketimi Başına Çevresel Performans" değerlendirilmiştir. Mesken başına düşen enerji tüketim performansına göre yapılan analizde illerin %25,9'u etkin iken, enerji tüketimi başına çevresel performansına göre yapılan çalışmada ise illerin %13,58'nin etkin durumda olduğu görülmüştür. Analiz sonucunda ele alınan girdi/çıktı parametreleri değerlendirilerek il bazında enerji verimlilikleri ve çevresel etkinlik sonuçları yorumlanmış ve karar vericilere öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi (VZA), Ölçeğe göre sabit ve değişken getiri yaklaşımı, Enerji Verimliliği

1. Giriş (Introduction)

Enerji ve ekonomi arasındaki yakın ilişki ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren en önemli parametrelerdir. Nüfus artışı, sanayileşme, ekonomik büyüme ve teknolojinin gelişimiyle beraber enerjiye duyulan ihtiyaçta artmıştır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi enerji kaynaklarına duyulan ihtiyacın sınırsız olduğu, enerji kaynaklarının ise sınırlı olduğunu göstermiştir. Artan enerji fiyatları ekonomiyi doğrudan etkilediği için enerji kaynaklarının verimli kullanılmasının önemini arttırmaktadır [1].

Türkiye'de Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 1981'de, enerji verimliliği çalışmalarına başlamıştır [2]. Türkiye enerji tasarruf potansiyeli sektör bazlı incelendiğinde; %30 bina sektöründe, %20 sanayi sektöründe, %15 ulaşım sektöründe olduğu görülmektedir [3]. Binalardaki %30'luk tasarruf potansiyeli 7 milyar TL'den fazladır ve bu da dört Keban Barajı inşa edebilecek miktara denk gelir [1]. 5 Aralık 2019 daresmi gazetede yayınlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" ile binalarda enerji verimliliği çalışmaları hız kazanmıştır. Türkiye'deki bina stokunun %87'sini meskenlerin oluşturduğunu düşünürsek, meskenlerdeki enerji tasarruf potansiyelinin ne kadar önemli olduğu aşikardır [4]. Şekil 1'de mesken başına enerji tüketiminin (kWh) en yüksek olduğu 10 il gösterilmiştir.



Şekil 1. 2020 yılında mesken başına düşen enerji tüketiminin (kWh) en yüksek olduğu 10 il (Energy per household in 2020 10 provinces with the highest consumption (kWh)) [5]

Literatürde enerji performansı, illerdeki, meskenlerdeki ve binalardaki enerji etkinliği ile ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Özgür, imalat sektöründeki firmaların enerji etkinliğini veri zarflama analizini kullanarak kıyaslamıştır. Girdi verisi olarak elektrik ve doğalgaz tüketimlerini alırken çıktı verisi olarak satışları baz almıştır. Marmara bölgesinde bulunan 7 işletmede "DEA-Solver Learner Version 3.0" yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucuna göre üç işletmenin verimli sınır çizgisinin altında kaldığı görülmüştür. Bu işletmelerin verimli sınır çizgisi üzerinde yer alabilmesi için, kendilerine en yakın bulunan iki noktaya olan mesafeleri kadar verimlilik çalışmaları yapmaları gerekmektedir [6]. Yiğit, Avrupa ülkeleri ile Türkiye'de yürürlükte olan Enerji Kimlik Belgesi uygulamalarını inceleyerek Türkiye'deki konutların enerji verimliliğini aydınlatma konusu kapsamında değerlendirmişlerdir. Konutlarda yaygın olarak kullanılan akkor ve kompakt floresan lambaların yıllık enerji tüketim değerlerini hesaplayarak, aydınlatmaya yönelik tasarruf potansiyeli belirlenmiştir [7]. Morgül, 2013-2014 yılları arasında konutlardaki elektrik tüketimini, anket çalışması ile çapraz tablolama yöntemiyle değerlendirmiştir [8]. Woo ve arkadaşları, 31 OECD ülkelerinde 2004-2011 yılları arasındaki statik ve dinamik çevresel yenilenebilir enerji verimliliğini araştırmışlardır. Girdi değişkeni olarak, iş gücü, sermaye yenilenebilir enerji arzı, çıktı değişkeni olarak ise CO₂ emisyonu ve GYSH kullanılmıştır [9]. Türkoğlu, 2010-2014 yılları arasındaki verilerden yararlanarak OECD ülkelerinin enerji etkinlik analizini VZA ile yapmıştır. OECD ülkelerini GYSH göre iki gruba ayırmış ve dört farklı veri zarflama modeli oluşturmuştur. Çalışmanın sonunda VZA ve lojistik regresyon analizi yöntemlerinin OECD ülkelerinin enerji etkinliklerinin değerlendirilmesinde ve enerji etkinliğini etkileyen dinamiklerin belirlenmesinde anlamlı sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir [10]. Koçak, 2016 yılındaki verileri kullanarak 81 ilin tüketici türü bazında elektrik tüketimleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sırasında girdiye yönelik CCR ve BBC modelleri kullanmış ve EMS paket programından yararlanılmıştır. CCR

modelinin sonucuna göre 81 ilden 15 tanesi etkin çıkarken 66 tanesi etkin çıkmamıştır. Etkinsiz illerin etkin olabilmeleri için öneriler sunulmuştur [11]. Demirsoy, 2015-2017 yılları arasındaki verileri kullanarak enerji kimlik belgesi uygulamasının illerdeki konutlara enerji etkisini araştırmıştır. Araştırma sırasında Türkiye'deki 81 ilin enerji ve çevre performansları ilgili göstergelerden yararlanmıştır. VZA analizinde EMS paket programından yararlanılmış, ayrıca etkin illeri de kendi içerisinde sıralayabilmek için süper etkinlik modeli analize dahil edilmiştir. [12].

Bu çalışmada ise, 81 ildeki meskenlerin enerji, demografik yapı, konut sayısı, Enerji Kimlik Belgesine sahip bina sayısı, çevresel etki verileri ve GYSH verileri göz önüne alınarak illerin enerji etkinliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında iki model oluşturulmuştur. Kullanılan veriler, TÜİK, EPDK ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) veri tabanından alınmıştır. Enerji etkinliklerinin belirlenmesi aşamasında Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Çalışmanın temel hedefi kanunlarla desteklenmiş ve uygulamaya konulmuş enerji kimlik belgesi alan bina sayılarının seviyesi, binaların kullandıkları enerjiyi istenilen düzeyde enerji verimliliğine dönüştürme becerisini ve bu enerjiyi kullanırken çevresel etkilere minimum düzeyde dönüştürme becerileri araştırılmıştır. Etkinlik tanımı ile binalardaki enerji verimliliğinin boyutu belirlenmiş ve başarılı olan illerin kendi içerisinde sıralaması için de Süper Etkinlik kavramından yararlanılmıştır. Etkinlik analizinde EMS 1.3 paket programı kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metod (Material and Method)

2.1. Veri zarflama analizi (Data envelopment analysis)

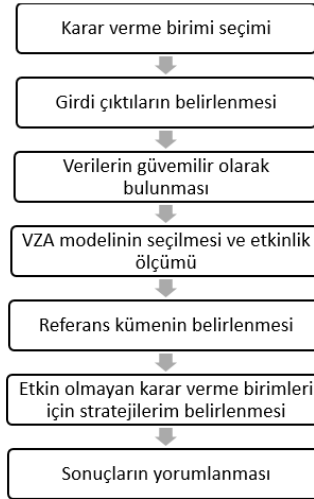
Etkinlik ölçümünde en çok kullanılan yöntemlerden biri Veri Zarflama Analizidir (VZA) [13]. VZA, hedef olarak belirlenen etkinlik ölçümünün çıktı olarak nitelendirildiği, bu çıktıyı etkileyen parametrelerin girdi olarak tanımlandığı ve birbirinden boyut olarak bağımsız değişkenlerin yer aldığı çok parametrelilik etkinlik ölçme metodudur. Metotta Karar Verme Birimleri Türkiye'deki 81 ildir.

VZA, ilk olarak, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, benzer karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilen parametrik olmayan bir etkinlik yöntemidir [14]. Şekil 2'de veri zarflama analizi yapılırken izlenecek adımların akış diyagramı gösterilmiştir.

VZA'da karar verme birimlerinin göreceli etkinliği, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Etkinlik, birimlerin kendi girdileri ile çıktıları ne ölçüde yaratabildiklerini gösteren skorlardır. Etkinliğin ölçüsü 0 ile 1 arasında olabilir; etkinlik skoru 1 olan karar verme birimleri etkin olarak adlandırılırken, 0 ile 1 arasında skorlanan karar verme birimleri etkin olmayan olarak adlandırılmaktadır. Etkin olmayan bir karar verme birimi etkin hale gelebilmek için etkinlik skorunu 1'e dönüştürmesi gerekmektedir. Bu durumda girdi ve çıktı değişkenlerindeki eksiklik veya fazlalıkları gidermesi gerekecektir [12].

Literatürde sıklıkla kullanılan VZA modelleri ; CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımına sahiptir ve Charnes, Cooper, Rhodes tarafından 1978 de geliştirilmiştir. Girdideki artış miktarı çıktıda artış miktarı ile doğru orantılıdır. Diğer model ise BCC modelidir, ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanır Banker, Charnes, Cooper tarafından ortaya atılmıştır. Eldeki girdiler ile maksimum çıktı üretimini göstermektedir [13].

Ölçeğe göre sabit getiri (CCR) varsayımı, ölçeğe göre değişken getiri varsayımını (BCC) kapsar. Bu sebeple analizde CCR modeli kullanılmıştır. CCR Modelinde girdideki artış miktarı kadar çıktıda da artış gerçekleşmektedir. Girdi yönelimli CCR modelinde amaç, mevcut çıktıyı minimum girdiyle elde edebilmektir. Çıktı yönelimli CCR modelinde ise amaç girdi değerlerini sabit tutarak maksimum çıktıyı elde etmektir. Tablo 1'de VZA'nın kullandığı girdi yönelimli ve çıktı yönelimli CCR modelinin matematiksel fonksiyonları verilmiştir.



Şekil 2. VZA işlem adımları (DEA process steps) [15]

Tablo 1. CCR modeli [16] (CCR model)

Girdi Esaslı CCR Modeli
<u>Amaç Fonksiyonu:</u>
Max $e_o = \sum_{r=1}^s (uryro)$
<u>Kısıtlar :</u>
$\sum_{r=1}^s (uryrj) - \sum_{i=1}^m (vixij) \leq 0$
$\sum_{i=1}^m (vixio) = 1$
Çıktı Esaslı CCR Modeli
Min $e_o = \sum_{i=1}^m (vixio)$
<u>Kısıtlar :</u>
$\sum_{i=1}^m (vixij) - \sum_{r=1}^s (uryrj) \geq 0$
$\sum_{r=1}^s (uryro) = 1$
ur , vi ≥ 0 ; j = 1, ..., n r=1,...,s ; i=1,...,m n: Karar Verme Birimi Sayısı j=1,2,...,n s: Çıktı Sayısı r=1,2,...,s m: Girdi Sayısı i=1,2,...,m ur: o. karar verme biriminin r. çıktıya verdiği ağırlık değeri vi: o. karar verme biriminin i. girdiye verdiği ağırlık değeri xio: o. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı xij: j. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı yrj: j. karar birimi tarafından elde edilen r. çıktı miktarı

3. Bulgular (Results)

Bu çalışmada Türkiye'deki 81 ile ait meskenlerin enerji performanslarının hesaplanması amacıyla illerdeki mesken başına tüketim ve meskenlerdeki tüketimin çevresel parçacık sürüsü algoritmasıyla araştırıldı. etkileri dikkate alınarak iki model oluşturulmuştur.

Model 1: Mesken başına düşen enerji tüketim etkinliği (Enerji girdilerini kullanarak minimum enerji tüketimini gerçekleştiren iller etkindir)

Model 2: Enerji tüketimi başına çevresel etki etkinliği (Enerji girdilerini minimum çevresel etkiye dönüştüren iller etkindir)

Hesaplamalarda ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ve ölçeğe göre değişken varsayımı sonuçları eşit çıkmıştır. Bunun nedeni ile CCR varsayımının BCC modelini kapsamasından kaynaklıdır. Bu sebeple

hesaplamalar tek bir tabloda toplanarak verilmiştir. Tablo 2’de oluşturulan etkinlik analiz modellerine ait girdi çıktı değişkenleri verilmiştir.

Tablo 2. Girdi / Çıktı değişkenleri (Input and output variables)

MODEL	GİRDİLER	ÇIKTILAR
Mesken Başına Düşen Enerji Tüketim Performansı	KİŞİ BAŞINA /MESKEN SAYISI	
	NÜFUS ARTIŞ HIZI (%) (2019-2020)	
	KİŞİ BAŞINA GYSH (\$) (2020)	
	KİŞİ BAŞINA GYSH ARTIŞI (%) (2019-2020)	
	BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)	
	KİŞİ BAŞINA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)	
	ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR GES KULLANIMI	
	ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR RES KULLANIMI	Mesken başına enerji tüketimi (MWh)
Enerji Tüketimi Başına Çevresel Performans	NÜFUS ARTIŞ HIZI (%) (2019-2020)	
	KİŞİ BAŞINA GYSH (\$) (2020)	
	KİŞİ BAŞINA GYSH ARTIŞI (%) (2019-2020)	
	BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)	
	KİŞİ BAŞINA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)	
	ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR GES KULLANIMI	
	ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR RES KULLANIMI	Meskenlerdeki CO2 emisyonu

3.1. Enerji tüketim etkinlik sonuçları (Model 1) (Energy consumption efficiency results (Model 1))

Model 1’de “Mesken Başına Düşen Enerji Tüketim Etkinliği” nin Tablo 2’de verilen girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak elde edilen etkinlik skorları sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Etkinlik skorları %100 olan yani 1 değerine sahip olan iller, binalarında enerji girdilerini kullanarak minimum enerji tüketimini sağlamışlardır. Etkin olmayan iller için ise Benchmark değerleri tanımlanarak etkin olabilmeleri için referans aldıkları illerin sıra numarasına göre değerlerini % olarak dönüştürme değerlerine taşınmaları gerekmektedir.

Tablo 3. Model 1 illerin etkinlik değerleri (Model 1 efficiency values of provinces)

İllerin Sırası	İl Adı	Skor	Etkinlik Durumu-[BENCHMARK : il sırası (% değişim)]
4	Ağrı	100,00%	Etkin
8	Antalya	100,00%	Etkin
9	Ardahan	100,00%	Etkin
10	Artvin	100,00%	Etkin
14	Batman	100,00%	Etkin
15	Bayburt	100,00%	Etkin
35	Gümüşhane	100,00%	Etkin
36	Hakkari	100,00%	Etkin
37	Hatay	100,00%	Etkin
38	Iğdır	100,00%	Etkin
40	İstanbul	100,00%	Etkin
41	İzmir	100,00%	Etkin
42	K.Maraş	100,00%	Etkin
60	Muş	100,00%	Etkin
63	Ordu	100,00%	Etkin
65	Rize	100,00%	Etkin
66	Sakarya	100,00%	Etkin
69	Sinop	100,00%	Etkin
71	Şanlıurfa	100,00%	Etkin
76	Tunceli	100,00%	Etkin
81	Zonguldak	100,00%	Etkin
75	Trabzon	99,15%	65 (0,34) 69 (0,52)
49	Kırklareli	98,01%	35 (0,01) 36 (0,10) 40 (0,04) 65 (0,66) 81 (0,18)
43	Karabük	97,20%	35 (0,07) 36 (0,23) 65 (0,48) 69 (0,12)
79	Yalova	96,48%	36 (0,33) 65 (0,73) 69 (0,03)
78	Van	95,80%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
21	Bursa	95,38%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)

İllerin Sırası	İl Adı	Skor	Etkinlik Durumu-[BENCHMARK : il sırası (% değişim)]
1	Adana	94,97%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
26	Diyarbakır	93,96%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
68	Siirt	92,63%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
59	Muğla	92,30%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
51	Kilis	92,10%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
13	Bartın	91,73%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
52	Kocaeli	89,84%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
33	Gaziantep	88,38%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
46	Kastamonu	88,09%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
72	Şırnak	86,81%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
44	Karaman	84,43%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
34	Giresun	82,74%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
57	Mardin	81,92%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
50	Kırşehir	80,89%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
7	Ankara	80,60%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
58	Mersin	80,22%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
18	Bitlis	80,11%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
2	Adıyaman	79,26%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
67	Samsun	78,92%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
27	Düzce	78,53%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
11	Aydın	77,85%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
74	Tokat	77,44%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
19	Bolu	77,01%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
31	Erzurum	76,17%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
28	Edirne	75,31%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
17	Bingöl	75,08%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
56	Manisa	75,04%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
64	Osmaniye	73,91%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
45	Kars	71,98%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
61	Nevşehir	71,98%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
48	Kırıkkale	68,43%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
62	Niğde	66,73%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
55	Malatya	66,41%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
53	Konya	66,10%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
6	Amasya	65,90%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
32	Eskişehir	63,28%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
25	Denizli	62,13%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
47	Kayseri	61,78%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
39	Isparta	60,00%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
30	Erzincan	59,20%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
29	Elazığ	59,10%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
12	Balıkesir	59,08%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
24	Çorum	58,64%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
5	Aksaray	58,26%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
77	Uşak	56,10%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
70	Sivas	56,03%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
16	Bilecik	55,99%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
22	Çanakkale	55,67%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
80	Yozgat	54,14%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
20	Burdur	53,91%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
3	Afyon	51,80%	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
73	Tekirdağ	51,62%	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
23	Çankırı	48,53%	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
54	Kütahya	48,13%	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)

Model 1 sonuçları incelendiğinde, 21 ilin skoru 100% çıkarak etkinlik sınırını oluşturan iller olmuştur. Etkin olmayan iller bu illere benzeyebilmek için benchmark değerlerine göre değişkenlerini ayarlamaları gerekecektir.

Örneğin, Trabzon ili %99,15'ile etkin olamaya en yakın ildir. Etkin olabilmek için etkinlik sınır

çizgisinde en yakın olduğu Rize ve Sinop (benchmarktaki birinci rakam il sırasını, diğeri % değerini göstermektedir) ilini örnek almıştır, buna göre girdi değerlerindeki fazlalıkları aşağıdaki Tablo 4'deki kadar azaltarak etkin hale gelebilecektir.

Diğer bir etkin olmayan il ise Kütahya'dır. Kütahya ili %48,13'ile etkin olmaya en uzak ildir. Etkin olabilmesi için Antalya, Batman ve Gümüşhane ilini örnek almıştır, buna göre girdi değerlerindeki fazlalıkları Tablo 5'deki kadar azaltarak etkin hale gelebilecektir.

Tablo 4. Trabzon ilinin etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri
(In order for the province of Trabzon to be effective, the excess values in its inputs)

TRABZON İLİ GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLARI						
Nüfus Artış Hızı (%)	Kişi Başına Gysh	Kişi Başına Gysh Artışı (%)	Bir. Enerji Tük.	Bir. Enerji Tük. / Kişi Sayısı	GES Kul.	RES Kul.
9,503	3877,869	22,960	68,290	0,108	0,000	0,02

Tablo 5. Kütahya ilinin etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri (In order for the province of Kütahya to be effective, the excess values in its inputs)

KÜTAHYA İLİ GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLARI						
Nüfus Artış Hızı (%)	Kişi Başına Gysh	Kişi Başına Gysh Artışı (%)	Bir. Enerji Tük.	Bir. Enerji Tük. / Kişi Sayısı	GES Kul.	RES Kul.
9,503	3877,869	22,960	68,290	0,108	0,000	0,02

Analiz sonucuna göre 81 ilin 21'i yani illerin %25,9 etkin durumdadır, bu etkin illeri süper etkinlik modelinden yararlanarak kendi içlerinde sıralanmış hali Tablo 6'da verilmiştir. Burada süper etkinlik skoru en yüksek olan il Antalya olup en düşük olan il ise Tunceli olarak elde edilmiştir. Bu skorlar sadece etkin olan yani etkinlik skoru %100 olan illerin kendi içerisindeki sıralamasını göstermektedir.

Tablo 6. Model 1 etkin illerin sıralaması (Model 1 ranking of active provinces)

İller	Etkinlik Değerleri	
1	Antalya	177656,39%
2	Gümüşhane	52583,67%
3	Artvin	167,99%
4	Rize	167,98%
5	İstanbul	153,18%
6	Sinop	152,00%
7	Batman	150,00%
8	Bayburt	145,96%
9	Iğdır	134,20%
10	Hakkari	131,15%
11	Ağrı	120,76%
12	Şanlıurfa	117,89%
13	Zonguldak	117,89%
14	K.Maraş	114,53%
15	Sakarya	112,97%
16	Ordu	111,25%
17	Hatay	111,15%
18	Muş	109,11%
19	İzmir	106,95%
20	Ardahan	104,78%
21	Tunceli	104,27%

Etkinlik sınırının altında olan 60 ilin etkin olabilmeleri girdilerdeki, "nüfus artış hızı, birincil enerji tüketimi, kişi başına düşen GYSH, ısıtma soğutmada yenilenebilir kaynakların kullanımı gibi seçilen girdi ve çıktı değerlerindeki fazlalıklarını azaltmaları için Tablo 3'de verilen benchmark değerlerine göre örnek aldıkları illerin yanında bulunan % benzeme oranlarının çarpılıp toplanmasıyla elde edilecek değere kendi değerlerini taşımaları gerekmektedir.

Etkinlik skoru %100 olan iller diğer etkin olmayan iller tarafından refere edilmektedir. Örneğin Batman ili etkin olmayan iller tarafından 44 kez referans alınmış ve en çok referans alınan il olmuştur, Ardahan, Artvin, Bayburt, Muş, Ordu, Şanlıurfa, Tunceli illeri ise diğer etkin olmayan iller tarafından hiç referans olarak alınmamıştır. Yani veri zarflama analizi ile oluşturulan etkinlik sınır çizgisinde yer alan

bu iller etkin olmayan ve bu çizgiye ulaşmaya çalışan iller tarafından refere edilmemişlerdir.

Etkin olmayan illerin girdilerindeki fazlalık oranlarının en yüksek olduğu iller aşağıda listelenmiştir;

- Nüfus artış hızı eşik değerini en çok geçen il “Tekirdağ”
- Kişi başına düşen GYSH miktarı sınırını en çok aşan il “Ankara”
- Kişi başına GYSH artışı en yüksek olan il “Konya”
- Enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il “Ankara”
- Kişi başına düşen enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il “Tekirdağ”
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak GES kullanan iller arasında en verimsiz olan “Nevşehir “
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak RES kullanan iller arasında en verimsiz olan “Çanakkale”
- Kişi başına düşen mesken sayısında en verimsiz olan il “Kırıkkale”

3.2. Enerji tüketim etkinlik sonuçları (Model 2) (Energy consumption efficiency results (Model 2))

Model 2’de “Enerji Tüketimi Başına Çevresel Performans Etkinliği”nde girdi değerleri kişi başına düşen milli gelir, kişi sayısı, enerji tüketimleri ve yenilenebilir enerji kaynağı çıktı değişkeni olarak ise CO₂ salınımı baz alınarak ölçülmüştür. Aslında bu modelde binalarda ve illerde kullanılan enerji parametrelerinin karbondioksit emisyonuna dönüşümünde en az kirliliği oluşturan illerin performansı değerlendirilmiştir. Bu modele göre elde edilen sonuçlar Tablo 7’de illerin etkinlik skorları olarak verilmiştir. Birinci modele benzer olarak etkin olan iller kendi aralarında süper etkinlik modelinden yararlanılarak sıralanmıştır.

Tablo 7. Model 2 illerin etkinlik değerleri (Model 2 efficiency values of provinces)

	İl Adı	Skor	Etkinlik Durumu-[BENCHMARK : il sırası (% değişim)]
7	Ankara	100,00%	ETKİN
8	Antalya	100,00%	ETKİN
15	Bayburt	100,00%	ETKİN
26	Diyarbakır	100,00%	ETKİN
34	Giresun	100,00%	ETKİN
35	Gümüşhane	100,00%	ETKİN
40	İstanbul	100,00%	ETKİN
65	Rize	100,00%	ETKİN
71	Şanlıurfa	100,00%	ETKİN
75	Trabzon	100,00%	ETKİN
78	Van	100,00%	ETKİN
69	Sinop	99,01%	75 (0,25)
31	Erzurum	98,22%	34 (0,10) 78 (0,79)
63	Ordu	96,60%	8 (0,01) 40 (0,00) 75 (0,79)
10	Artvin	94,70%	65 (0,44)
11	Aydın	93,91%	8 (0,21) 75 (0,61) 78 (0,12)
36	Hakkari	93,04%	15 (0,06) 34 (0,31)
4	Ağrı	92,61%	34 (0,44) 78 (0,12)
38	Iğdır	91,60%	15 (0,03) 34 (0,26)
14	Batman	91,47%	26 (0,18) 34 (0,52)
66	Sakarya	90,32%	75 (0,93)
41	İzmir	88,90%	8 (0,57) 40 (0,26) 75 (0,05)
17	Bingöl	87,51%	15 (0,33) 34 (0,31)
59	Muğla	87,04%	8 (0,34) 78 (0,48)
46	Kastamonu	86,09%	34 (0,28) 65 (0,52)
58	Mersin	85,59%	8 (0,47) 75 (0,42)
74	Tokat	84,14%	75 (0,24) 78 (0,41)
9	Ardahan	84,12%	15 (0,06) 34 (0,14)
60	Muş	81,43%	15 (0,06) 34 (0,49)
81	Zonguldak	79,58%	75 (0,62)
45	Kars	79,30%	15 (0,31) 34 (0,30)
37	Hatay	79,29%	8 (0,17) 40 (0,05) 75 (0,39)
12	Balıkesir	77,64%	8 (0,24) 75 (0,55)
76	Tunceli	77,43%	15 (0,12) 34 (0,12)

	İl Adı	Skor	Etkinlik Durumu-[BENCHMARK : il sırası (% değişim)]
24	Çorum	75,76%	75 (0,01) 78 (0,69)
1	Adana	72,92%	8 (0,61) 40 (0,01)
67	Samsun	71,56%	8 (0,16) 40 (0,01) 75 (0,48)
79	Yalova	70,28%	34 (0,55) 75 (0,12)
6	Amasya	66,58%	34 (0,61) 78 (0,02)
50	Kırşehir	66,43%	15 (0,36) 34 (0,39)
48	Kırıkkale	65,48%	34 (0,41) 78 (0,08)
18	Bitlis	65,45%	15 (0,09) 34 (0,39)
27	Düzce	65,14%	26 (0,00) 34 (0,34) 65 (0,34)
68	Siirt	64,88%	15 (0,12) 34 (0,42)
55	Malatya	60,19%	8 (0,04) 75 (0,37) 78 (0,20)
28	Edirne	59,20%	34 (0,02) 75 (0,23) 78 (0,25)
57	Mardin	59,11%	26 (0,42) 34 (0,21)
21	Bursa	58,24%	8 (0,09) 40 (0,15) 75 (0,39)
72	Şırnak	58,19%	26 (0,03) 34 (0,49)
39	Isparta	56,67%	75 (0,24) 78 (0,26)
43	Karabük	56,42%	34 (0,38) 75 (0,05)
70	Sivas	56,03%	8 (0,01) 75 (0,52)
80	Yozgat	55,63%	34 (0,32) 75 (0,14) 78 (0,07)
56	Manisa	55,52%	8 (0,29) 75 (0,25)
2	Adıyaman	55,36%	8 (0,02) 75 (0,10) 78 (0,43)
47	Kayseri	54,33%	8 (0,22) 75 (0,33)
61	Nevşehir	53,53%	26 (0,12) 34 (0,26)
13	Bartın	52,58%	34 (0,17) 65 (0,26)
25	Denizli	52,37%	8 (0,17) 75 (0,34)
19	Bolu	50,52%	26 (0,04) 34 (0,44) 35 (0,03)
29	Elazığ	50,47%	8 (0,00) 75 (0,47)
54	Kütahya	49,96%	8 (0,01) 75 (0,46)
3	Afyon	47,68%	8 (0,05) 75 (0,37) 78 (0,07)
32	Eskişehir	46,88%	8 (0,12) 75 (0,33)
33	Gaziantep	46,64%	8 (0,41) 40 (0,01)
30	Erzincan	46,38%	15 (0,08) 34 (0,40)
42	K.Maraş	44,86%	8 (0,01) 40 (0,03) 75 (0,33)
51	Kilis	43,65%	15 (0,11) 34 (0,31)
23	Çankırı	42,12%	15 (0,11) 34 (0,29)
53	Konya	40,25%	8 (0,32) 40 (0,04)
62	Niğde	40,21%	26 (0,19) 34 (0,18)
5	Aksaray	38,96%	26 (0,18) 34 (0,23)
20	Burdur	38,33%	8 (0,01) 34 (0,31) 75 (0,02)
22	Çanakkale	38,31%	8 (0,08) 75 (0,28)
52	Kocaeli	36,43%	8 (0,01) 40 (0,08) 75 (0,32)
77	Uşak	31,56%	8 (0,02) 75 (0,28)
49	Kırklareli	31,51%	8 (0,00) 40 (0,01) 75 (0,30)
64	Osmaniye	24,42%	8 (0,11) 75 (0,00) 78 (0,14)
44	Karaman	23,87%	34 (0,01) 75 (0,21) 78 (0,02)
73	Tekirdağ	18,91%	8 (0,00) 40 (0,03) 75 (0,18)
16	Bilecik	16,18%	8 (0,01) 75 (0,14)

Bu modele göre 81 ilin 11 tanesi etkin iken geriye kalan 70 ilin etkinlik sınırından uzak olduğu görülmüştür. Etkin olmayan illerin etkin olabilmeleri için kendilerine referans aldıkları iller ve referans alma oranları benchmarkta verilmiştir. Trabzon ili etkin olmayan iller tarafından 38 kez referans alınarak en çok referans alınan il olmuştur, Ankara ve Şanlıurfa ili ise etkin olmayan iller tarafından hiç referans alınmamıştır.

Sinop ili %99,01'ile etkin olamaya en yakın ildir. Etkin olabilmek için sadece Trabzon ilini örnek almıştır ve buna göre girdi değerlerindeki Benchmarkta verilen oranlarda azalttığında Tablo 8'deki değerlere ulaşması durumunda etkin hale gelebileceği görülmektedir.

Tablo 8. Sinop ilinin etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri
(In order for the province of Sinop to be effective, the excess values in its inputs)

SİNOP İLİ GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLARI						
Nüfus Artış Hızı (%)	Kişi Başına Gysh	Kişi Başına Gysh Artışı (%)	Bir. Enerji Tük.	Bir. Enerji Tük. / Kişi Sayısı	GES Kul.	RES Kul.
9,503	3877,869	22,960	68,290	0,108	0,00	0,02

Benzer olarak Bilecik ili %16,18 ile etkin olamaya en uzak ildir. Etkin olabilmesi için sadece Trabzon ve Antalya ilini örnek almıştır, buna göre girdi değerlerindeki fazlalıkları aşağıdaki Tablo 9'daki kadar azaltarak etkin hale gelebilir;

Tablo 9. Bilecik ilinin etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri
(In order for the province of Bilecik to be effective, the excess values in its inputs)

BİLECİK İLİ GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLARI						
Nüfus Artış Hızı (%)	Kişi Başına Gysh	Kişi Başına Gysh Artışı (%)	Bir. Enerji Tük.	Bir. Enerji Tük. / Kişi Sayısı	GES Kul.	RES Kul.
11,409	9091,105	28,493	144021,229	0,748	0,185	0,294

İllerin %13,6 etkin durumdadır, etkin illeri süper etkinlik modelinden yararlanarak kendi aralarında sıralanmış hali Tablo 10'da verilmiştir. Buradan Antalya ilinin enerji göstergelerini etkin biçimde kullanarak CO2 emisyonu bakımından daha az çevreye zarar verdiği sonucu çıkmıştır. Benzer olarak Tablo 10'da verilen bütün iller emisyon üretiminde enerji göstergelerini daha etkin kullanmışlardır.

Tablo 10. Model 2 etkin illerin sıralaması (Model 2 ranking of active provinces)

İLLER	ETKİNLİK YÜZDELERİ
Antalya	62990,09%
Gümüşhane	10418,80%
İstanbul	1152,92%
Rize	297,98%
Trabzon	258,16%
Diyarbakır	227,07%
Ankara	183,07%
Şanlıurfa	168,78%
Giresun	157,11%
Van	116,65%
Bayburt	103,29%

Etkinlik sınırının altında olan 70 ilin etkin olabilmeleri için girdilerdeki, "birincil enerji tüketimi, kişi başına düşen GYSH, ısıtma soğutmada yenilenebilir kaynakların kullanımı" fazlalıklarını azaltmaya ihtiyaçları vardır. Girdilerdeki fazlalık oranlarının en yüksek olduğu iller aşağıda listelenmiştir;

- Nüfus artış hızı eşik değerini en çok geçen il Tekirdağ
- Kişi başına düşen GYSH miktarı sınırını en çok aşan il Kocaeli
- Kişi başına GYSH artışı en yüksek olan il Çankırı
- Enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il Kocaeli,
- Kişi başına düşen enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il Bilecik,
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak GES kullanan iller arasında en verimsiz olan Nevşehir'dir.

Tablo 11'de her iki Model için de etkin olan iller verilmiştir. Antalya, Bayburt, Gümüşhane, İstanbul, Rize ve Şanlıurfa illeri iki modelde Bu çalışma, 81 ildeki meskenlerin enerji verimliliği kapsamında etkinliklerinin değerlendirilmesi için 2020 yılındaki mesken sayısı, kişi sayısı, kişi başına düşen GYSH enerji tüketimleri, yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı ve çevre verileri kullanılarak Veri Zarflama Analizi ve Süper Etkinlik Modelleri ile etkinlik performansları ölçülmüştür. Ölçülen performans göreceli etkinliği oluşturmakta olup nonparametrik bir çalışmadır. Uygulamada EMS (sürüm 1.3) paket programı kullanılmıştır. Türkiye'deki illerin enerji göstergelerini enerji verimliliği açısından etkin kullanıp kullanmadıkları test edilmiştir. Etkin olmayan kullanımlar için ise seçilen enerji göstergelerini hangi seviyeye taşımaları gerektiği ortaya konulmuştur. de etkin oldukları gözlemlenmiştir.

Tablo 11. Model 1 ve model 2 etkin illerin sıralaması (Model 1 and model 2 ranking of active provinces)

İLLER	MODEL 1	MODEL 2
Ağrı	X	
Ankara		X
Antalya	X	X
Ardahan	X	
Artvin	X	
Batman	X	
Bayburt	X	X
Diyarbakır		X
Giresun		X
Gümüşhane	X	X
Hakkari	X	
Hatay	X	
Iğdır	X	
İstanbul	X	X
İzmir	X	
K.Maraş	X	
Muş	X	
Ordu	X	
Rize	X	X
Sakarya	X	
Sinop	X	
Şanlıurfa	X	X
Trabzon		X
Tunceli	X	
Van		X
Zonguldak	X	

4. Sonuç (Conclusion)

Bu çalışma, 81 ildeki meskenlerin enerji verimliliği kapsamında etkinliklerinin değerlendirilmesi için 2020 yılındaki mesken sayısı, kişi sayısı, kişi başına düşen GYSH enerji tüketimleri, yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı ve çevre verileri kullanılarak Veri Zarflama Analizi ve Süper Etkinlik Modelleri ile etkinlik performansları ölçülmüştür. Ölçülen performans göreceli etkinliği oluşturmakta olup nonparametrik bir çalışmadır. Uygulamada EMS (sürüm 1.3) paket programı kullanılmıştır. Türkiye'deki illerin enerji göstergelerini enerji verimliliği açısından etkin kullanıp kullanmadıkları test edilmiştir. Etkin olmayan kullanımlar için ise seçilen enerji göstergelerini hangi seviyeye taşımaları gerektiği ortaya konulmuştur.

Kısaltmalar (Abbreviations)

- BCC : Banker, Charnes ve Cooper
- CCR : Charnes, Cooper ve Rhodes
- CO₂ : Karbon dioksit
- EMS : Veri zarflama analizi programı
- EKB : Enerji kimlik belgesi
- ÇŞB : Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
- GES : Güneş Enerji Santrali
- GYSH : Gayri safi yurt içi hasıla
- RES : Rüzgar enerji santrali
- OECD :Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
- TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
- VZA : Veri zarflama analizi

Çıkar Çatışması Beyanı (Conflict of Interest Statement)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Kaynaklar (References)

- [1] A. Yıldız, S. Akgül ve S. Güvercin, "Sanayide enerji verimliliği ve uygulamalar," *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, cilt 7, sayı 1, ss. 16-22, 2018.
- [2] G. Demirsoy ve A. Sözen, "Binalarda enerji verimliliğinin toplam faktör etkinliği," *Politeknik Dergisi*, doi:10.2339/politeknik.886923
- [3] N. Yılkırkan ve H. Doğan, "Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, cilt 3, sayı 1, ss. 375-384, 2015.
- [4] Keskin T., Güven A., "Türkiye'nin Enerji Görünümü," *mm.org.tr*, [Online]. Available: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-15_%20Enerji%20Verimlili%C4%9Fi_T%C3%BClin%20Keskin%20Balpaslan%20G%C3%BCven.pdf. [Accessed: Oct. 8, 2022:]
- [5] Epdk, "EPDK Temmuz 2020 (Elektrik Piyasası Sektör Raporu)," *epdk.org.tr*, [Online]. Available: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar>. [Accessed: Sept. 3, 2022:]
- [6] M. Özgür, "Enerji Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Modellerinin Kullanımı," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, 2011.
- [7] K. Yiğit, "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, İstanbul, 2013.
- [8] M.N. Morgül, "Understanding Residential Electricity Consumption Considering Efficiency Policies And The Impact On The Electricity System," MSc Thesis, Istanbul Şehir University Institute of Science and Technology, Istanbul, 2014.
- [9] C. Woo, Y. Chung, D. Chun, H. Seo and S. Hong, "The static and dynamic environmental efficiency of renewable energy: A Malmquist index analysis of OECD countries," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 47, pp. 367-376, 2015.
- [10] S.P. Türkoğlu, "OECD Ülkelerinin Enerji Etkinliklerinin ve Dinamiklerinin İncelenmesi," Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, Ankara, 2016.
- [11] İ. Kocak, "Türkiye'deki İllerin Elektrik Tüketimlerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi," Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2018.
- [12] G. Demirsoy, "Binalarda Enerji Verimliliğinin Etkinlik Analizi," Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2021.
- [13] A. Okursoy, D. Tezsürücü, "Veri zarflama analizi ile görelî etkinliklerin karşılaştırılması: türkiye' deki illerin kültürel göstergelerine ilişkin bir uygulama," *Yönetim Ve Ekonomi Dergisi*, cilt. 21, sayı 2, sayfa. 1-18, 2014. Doi :10.18657/yecbu.92031
- [14] Dönmezçelik Ö., "Türkiye'deki Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.
- [15] Z. Sarı, "Veri zarflama analizi ve bir uygulama," Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015.
- [16] S. Uludağ, M. Kılıç, "Veri zarflama analizi ile maliyet performansı ölçümü: Bıst tekstil sektöründe bir uygulama," *Business & Management Studies: An International Journal*, cilt 8, sayı 4, 2020. doi:10.15295/bmij.v8i4.1600

This is an open access article under the CC-BY license

