

BİR TELEKOM OPERATÖRÜNÜN İLLER BAZINDA ETKİNLİĞİNİN ŞEBEKE KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: DUYARLILIK ANALİZİ TABANLI VZA UYGULAMASI

Cihan ŞAHİN*

Birdoğan BAKİ**

İlker Murat AR***

ÖZ

Telekom operatörleri için; ülkeler, bölgeler, iller ve operatörler arası kıyaslamaların yapılması ve bunun sonucunda yapılacak iyileştirmelere yönelik gerekli önlemlerin alınması, operatörün etkinliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Veri Zarflama Analizi yöntemiyle Türkiye’de faaliyet gösteren özel bir telekom operatörü için 81 ilin şebeke kalitesi değişkenleri bakımından etkinlik düzeyleri ile girdi/çıktı değişimleri analiz edilmiş ve duyarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; 27 il etkin olarak bulunmuş ve şebeke kalitesi değişkenleri arasında en önemli girdi, *saha sayısı* olarak belirlenmiştir. Operatörün en etkin ve en az etkin olduğu bölgeler *Marmara Bölgesi* ve *Doğu Anadolu Bölgesi* olarak tespit edilmiştir. Ayrıca nüfus ve coğrafi şartlar gibi unsurların etkinlik seviyesi üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Anahtar Kavramlar: Telekomünikasyon, Etkinlik, Veri Zarflama Analizi (VZA), Duyarlılık Analizi.

EVALUATING EFFICIENCIES OF THE PROVINCES FOR A TELECOM OPERATOR ACCORDING TO NETWORK QUALITY: DEA APPLICATION BASED SENSITIVITY ANALYSIS

ABSTRACT

For telecom operators, making a benchmark between countries, regions/provinces and operators and taking precautions for necessary improvements have importance regarding to operator’s efficiency. In this study, efficiency levels, input/output changes of 81 provinces were analyzed for a Turkish private mobile operator in Turkey in terms of network quality variables, and sensitivity analysis was made with Data Envelopment Analysis. According to the analysis, 27 provinces were found efficiency. *Number of site* was determined the most important input among network quality variables. *Marmara* and *Doğu Anadolu Region* were identified the most efficiency and the less efficiency regions for the operator, respectively. In addition, factors such as population and geographical conditions have an effect on the level of efficiency.

Keywords: Telecommunication, Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), Sensitivity Analysis.

* Doktora Öğrencisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü.

** Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü.

*** Doç. Dr., Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü.

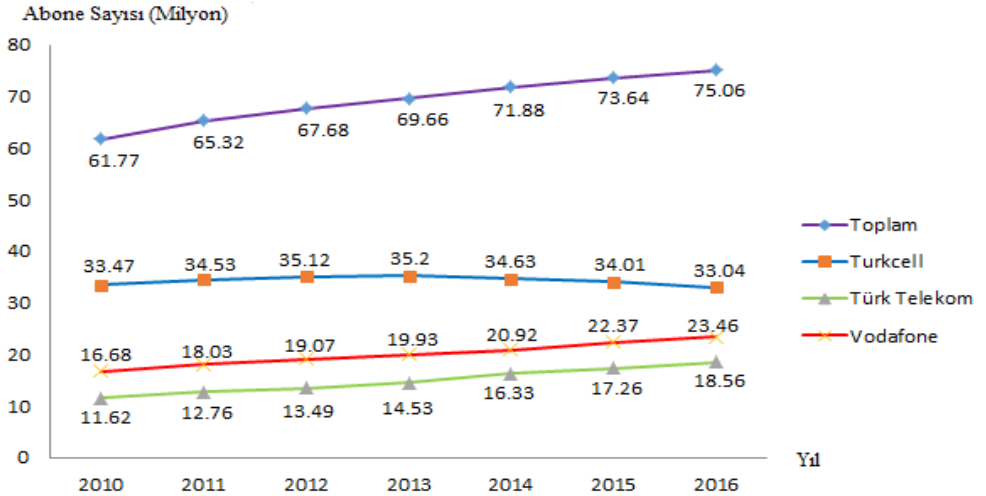
Makalenin kabul tarihi: Temmuz 2017.

GİRİŞ

Telekomünikasyon sektörü, küreselleşme ile birlikte hem dünyada hem de Türkiye’de hızla büyüyen sektörlerin başında gelmektedir. Bilgiye kolay ve hızlı şekilde ulaşılabildiği bu dönemlerde, ekonominin büyümesine yardımcı olabilecek diğer sektörler içinde telekomünikasyon sektörü önemli bir rol oynamaktadır. Bu açıdan bakıldığında telekomünikasyon hizmetleri ile sınır ötesi bilgi akışları artmakta, işlem maliyetleri azalmakta ve dünya standartlarında ürün, marka ve hizmet için müşteri talepleri canlandırılmaktadır (Debnath, Shankar, 2008: 584-585).

Ülkemizde telekomünikasyon sektörü ile ilgili görev; Posta, Telgraf ve Telefon (PTT) Genel Müdürlüğü’ne 1924 yılında verilmiş, bu durum 1994 yılında Türk Telekom A.Ş. (TTAŞ) şirketi kurulup telekomünikasyon ile ilgili görevler ayrılincaya kadar devam etmiştir (Akça, 2007). Günümüzde ise Türkiye’de bu sektörde üç telekom operatörü (*Turkcell, Vodafone ve Türk Telekom*) hizmet vermektedir. Mobil telekom pazarında yer alan bu üç operatörün 2016 yılı verilerine göre sektör payları ise Turkcell %44, Vodafone %31,3 ve Türk Telekom %24,7 olarak gerçekleşmiştir (BTK, 2016). Bununla birlikte yıllar itibarıyla bu üç operatörün toplam abone sayısındaki değişim Şekil 1’de ortaya konmuştur. Buna göre, hızlı bir şekilde gelişen sektörde 2016 son çeyreği verilerine göre 75.061.699 mobil abone sayısına ve 240,7 Milyar dakika mobil ses trafiği miktarına ulaşıırken, nüfusa göre %94 penetrasyon¹ değerine sahip olunmuştur (BTK, 2016: 39).

Şekil 1: Operatörlerin Yıllara Göre Abone Sayısı Değişimleri



Kaynak: BTK, (2010-2016).

¹ Penetrasyon: Toplam Mobil Abone Sayısı / Toplam Nüfus

Türkiye’de telekom operatörlerinin yeni geliştirdiği stratejilerle birlikte rekabet, günden güne artmaktadır. Bu nedenle operatörlerin şebeke kalite göstergelerini kontrol altında tutması, müşteri memnuniyeti ve sadakati oluşturmaları açısından oldukça önemlidir. Shin ve Shon (2004) yeni müşteri ediniminin eski müşteriyi elde tutmaktan çok daha fazla maliyet gerektirdiğini belirtmiştir. 2008 yılında numara taşınabilirliğinin de yürürlüğe girmesiyle birlikte operatörler için müşteri memnuniyeti çok daha fazla önemli hale gelmiştir. Nisan-Aralık 2016 döneminde operatörler arasında yaşanan geçişlere ilişkin oranlar Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre, operatörler arasında aylık %1,9-2,7 arasında bir geçiş oranı bulunmaktadır.

Tablo 1: Bir Operatörden Diğer Operatörlere Geçiş Oranı- % (Nisan-Aralık 2016)

	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Turkcell	2,6	3,3	2,4	2,4	2,2	1,9	1,9	1,8	1,9
Vodafone	2,7	2,7	2,6	2,4	2,4	2,2	2,4	2,1	2,5
Avea ²	2,7	2,7	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4

Kaynak: BTK, 2016.

Şebeke performans parametreleri, kalite ve maliyet açısından müşterileri doğrudan etkilemektedir (Nigam vd., 2012: 224). Bu nedenle operatörler, sürekli olarak kalite parametrelerini geliştirmeye odaklanmakta ve bunun için ciddi kaynaklar ayırmaktadır. Bu aşamada, sınırlı sayıdaki kaynakları doğru ihtiyaçlara atamak oldukça önem kazanmaktadır (Kahraman, Çerçioğlu, 2015: 567).

Artan rekabet ortamında maliyetlerin en uygun düzeyde tutulması ve kaynakların etkin şekilde kullanılması, yatırım giderlerini azaltacak ve buna bağlı olarak da kârlılığı artıracaktır. Bu açıdan bakıldığında il ve bölge kıyaslamaları yapılması, en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Lam ve Shiu (2008)’nin il ve bölge bazlı etkinlik skorlarını sabit hatlar için maliyet/gelir açısından incelemesi, buna bir örnek olarak gösterilebilir. İl bazlı etkinlik skorlarının analizi sonucunda, verimsiz yatırımlar tespit edilerek, şebeke parametrelerinin iyileştirilmesi için odaklanma ve yatırım alanları tespit edilebilmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın temel amacı; bir telekom operatörünün şebeke kalitesi açısından etkinliğini, iller ve bölgeler bazında ortaya koymaktır. Bununla birlikte çalışmanın alt amaçları, etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin olması için girdilerdeki/çıkıtlardaki değişimleri belirlemek ve duyarlılık analizi yapılarak girdilerden hangilerinin, hangi karar verme birimi için daha önemli olduğunu tespit etmek olarak belirlenmiştir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda şebeke kalitesine bağlı il değerlendirilmesi yapan bir çalışmaya rastlanmaması, bu çalışmanın temel motivasyon kaynağıdır. Bunun için bir matematiksel programlama tekniği olarak etkinlik ölçümünde yaygın olarak kullanılan Veri Zarflama Analizi (VZA) tercih edilmiştir. VZA ile aynı sektörde faaliyet gösteren farklı ölçüm birimlerine sahip girdi ve çıktıların olması durumunda karşılaştırma yapılabilmektedir (Çakır,

² 26.01.2016 tarihi itibarı ile faaliyetlerini Türk Telekom olarak devam ettirmektedir.

2016). Ayrıca, il bazında etkin olabilmek için iyileştirme oranlarını sayısal olarak ortaya koyabilmesi ve duyarlılık analizine imkân sağlaması açısından diğer yöntemlere göre üstün olması bu yöntemin seçiminde diğer önemli faktörler olmuştur. Böylelikle VZA, etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinliklerinin iyileştirilmesi için neler yapılabileceği ile ilgili yöneticilere ve karar vericilere yeni bakış açıları sunmaktadır (Kaynar, Bircan, 2007: 362).

Yukarıda belirtilen amaca bağlı olarak altı bölümden oluşan çalışmanın ikinci bölümünde, VZA yönteminin telekom sektöründeki uygulamaları ile ilgili literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölümde VZA yöntemi ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiştir. Ardından uygulama süreci; modelin oluşturulması, veri setinin hazırlanması, illerin etkinliklerinin belirlenmesi, duyarlılık analizi ve yönetsel değerlendirmeler aşamaları belirtilerek ortaya konmuştur. Son bölümde ise elde edilen sonuçlara dayalı olarak çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

I. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Farklı sektörlerde gelişim ve kıyaslama için çok sayıda çalışmada kullanılan VZA, telekomünikasyon sektöründe de görece etkinliğin ölçümünü hesaplamak için sıkça başvurulan yöntemlerden biridir. Bu kısımda, sadece telekomünikasyon sektöründe VZA ile yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır. Bu açıdan incelendiğinde VZA yöntemi ile telekomünikasyon sektöründe yapılan çalışmalar, temel olarak üç gruba ayrılabilir. İlk grup, ülkeler arası karşılaştırmaların yapıldığı çalışmalardır. Madden ve Savage (1999), Malquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksini kullanarak 1991-1995 yılları arasında 74 ülkenin telekomünikasyon etkinliğindeki gelişimi ölçmüştür. Pentzaropoulos ve Giokas (2002), VZA kullanarak Avrupa yerel telekomünikasyon örgütüne üye operatörlerin etkinliğinin karşılaştırmasını yapmıştır. Kaynar ve Bircan (2007), VZA kullanarak OECD ülkelerinin telekomünikasyon sektörlerinin etkinlik puanlarını ölçmüş ve karşılaştırmalı analizler gerçekleştirmiştir. Liao ve Gonzales (2009), kısmi faktör analizi ve VZA yöntemleriyle Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin'de en fazla kullanılan on operatörün 2002-2006 yılları arasındaki etkinliğini karşılaştırmıştır. Liao ve Lin (2011) 2002-2006 yılları arasında Japonya ve Kore'de bulunan altı telekom operatörünün etkinliğini analiz etmiştir. Liao ve Lien (2012) ise 2001-2008 yılları arasında Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği üyesi telekom operatörlerinin etkinliği ile ilgili teknolojik boşlukları VZA ile karşılaştırmıştır.

İkinci grupta yer alan ülke içi araştırmalara bakıldığında ilk olarak; Uri (2001)'nin VZA ile Amerikan telekomünikasyon sektöründe ki teşvik düzenlemelerinin verimlilik artışına etkilerini bulmaya çalıştığı görülmektedir. Debnath ve Shankar (2008) Hindistan'da operatörler arasındaki etkinliği ve müşteri memnuniyeti ile şebeke kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemek için VZA yöntemini kullanmıştır. Resende (2008) VZA kullanarak ABD telekomünikasyon sektöründe farklı verimlilik ölçümlerini araştırmıştır. Sadjadi ve Omrani (2010) İran telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren 26 firmanın etkinliğini VZA kullanarak bulmaya çalışmıştır. Banker vd. (2010) Amerikan telekomünikasyon sektöründeki 16 firmanın 2000-2002 yılları arasındaki verimlilik değişimini incelemiştir. Nigam vd. (2012) VZA kullanarak Hindistan telekom operatörleri

için maliyet ve gelir değişkenlerini de ekleyerek telekom şebeke performansı kıyaslaması yapmıştır. Yang ve Chang (2009) Tayvan telekomünikasyon firmalarının 2001-2005 yılları arasındaki etkinliklerini ölçmüştür. Bayraktar vd. (2012) Türkiye telekomünikasyon sektöründe müşteri memnuniyeti ve sadakati etkisini karşılaştırmak için VZA yöntemini kullanmıştır. Kwon (2014) VZA ve Yapay Sinir Ağları bütünlüştür yaklaşımı ile mobil telefon sağlayıcıların performans ölçümünü yapmıştır. Kumar vd. (2015) Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve VZA yöntemlerini kullanarak Hindistan telekom operatörlerinde müşteri algısı ve müşterinin tercih değişkenlerinin anlaşılması için bir sistem geliştirmiştir.

Üçüncü grupta ise il ve bölge bazlı yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Giokas ve Pentzaropoulos (2000) Yunanistan telekomünikasyon sektöründe verimsizliklerin gelişimi için önerilerde bulunmuş ve bölgelerin üretim etkinliğini araştırmıştır. Lam ve Lam (2005) Hong Kong'un en önemli telefon şirketinin toplam faktör verimlilik büyümesini incelemiştir. Lam ve Shiu (2008) ise VZA kullanılarak Çin telekomünikasyon sektöründe sabit hatlar için maliyet/gelir performans etkinliği il bazında ölçülmüştür.

Yukarıdaki çalışmalarda görüldüğü üzere, telekomünikasyon sektöründe VZA yöntemi kullanılarak yapılan birçok çalışma mevcuttur. Fakat yapılan çalışmalar arasında şebeke kalitesi bakımından il bazlı etkinlik ölçümü yapan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile şebeke kalitesi açısından il bazlı etkinlik ölçülerek, etkin olmayan iller için girdi/çıkıtı değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, etkin olmayan illere daha fazla yatırım ve kaynak aktarımı sağlanarak o illerde verilen şebeke kalitesi artırılmış olacaktır.

II. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA, birden çok ve ölçekleri farklı olan girdi ve çıktıların karşılaştırılmasında Karar Verme Birimleri (KVB)'nin görel performanslarını değerlendirmeyi amaçlayan bir doğrusal programlama yöntemidir (Charnes vd. 1978). VZA, Farrell (1957)'in ilk çalışmasının ardından Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından, kamu kuruluşlarının teknik etkinliğini ölçmek ve karşılaştırmak için geliştirilmiştir (Debnaht, Shankar, 2008: 589).

En çok kullanılan VZA modelleri; Charnes vd. (1978) tarafından önerilen Charnes Cooper Rhodes (CCR) ve Banker vd. (1984) tarafından önerilen Banker Charnes Cooper (BCC) modelleridir. CCR modelinde; ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile teknik etkinlik ölçümü yapılmakta iken, BCC modelinde ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı kullanılmaktadır (Özden, 2008: 169-171). Charnes vd. (1978) tarafından oluşturulan temel VZA modeli aşağıdaki (1) gibidir:

$$Max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij_0}} \quad (1)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1 \text{ için } j=1,2,3,\dots,n$$

$$U_r, V_i > 0; r=1,2,3,\dots,s \text{ ve } i=1,2,3,\dots,m.$$

Bu doğrusal programlama modelinde; V_i ve U_r sırasıyla girdi ve çıktı ağırlıklarını, X_{ij} ve Y_{rj} ise, girdinin ve çıktının miktarını göstermektedir. Modelde t adet çıktı değişkeni, m adet girdi değişkeni ve n tane KVB bulunmaktadır. Yukarıda verilen model, doğrusal olmayan bir matematiksel programlama problemi olduğundan aşağıdaki (2) doğrusal programlama setine dönüştürülebilir:

$$\text{Max} h_0 = \sum_{r=1}^t U_r Y_{rj_0} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij_0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^t U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0 \quad j=1,2,3,\dots,n.$$

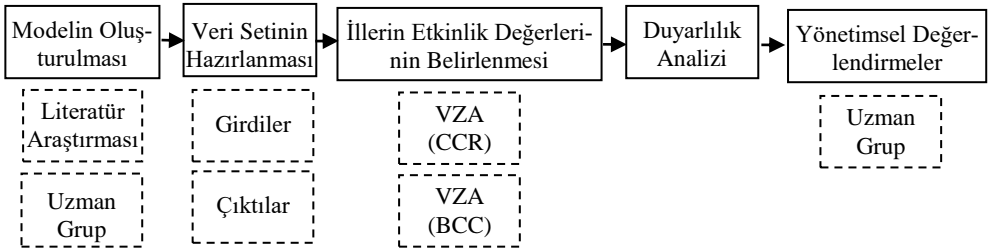
$$U_r, V_i > 0; r=1,2,3,\dots,s \text{ ve } i=1,2,3,\dots,m.$$

Bu modelde en iyi performansa sahip KVB'nin etkinlik değeri 1 olarak atanır ve diğer KVB'ler ise göreceli olarak 0 ile 1 arasında değerler alır. Etkin olmayan KVB'ler için VZA; giriş ve çıkış değişkenlerinin her birini ölçer ve etkin olanları referans olarak sağlar (Cooper vd., 2000). Bu bağlamda VZA aracılığıyla etkin olmayan KVB'lerin etkinliğinin artırılması için önerilerde bulunulur.

III. UYGULAMA

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamanın sürecine ilişkin adımlar Şekil 2'de ortaya konmuştur. Buna göre; ilk olarak, literatür taraması yapılarak ve uzman grup görüşleri alınarak uygulamada kullanılacak VZA modeli oluşturulmuştur. İkinci aşamada girdi ve çıktı değişkenlerine dayalı olarak veri seti hazırlanmıştır. Üçüncü aşamada model çözülerek illerin etkinlik değerleri belirlenmiştir. Dördüncü aşamada etkin olan iller için duyarlılık analizi yapılmıştır. Son aşamada ise elde edilen bulgular, firma yöneticilerinden oluşan bir uzman grup tarafından incelenerek yönetimsel değerlendirmeler oluşturulmuştur.

Şekil 2: Uygulamanın Süreci



A. MODELİN OLUŞTURULMASI

Türkiye'de faaliyet gösteren bir telekom operatörü için şebeke kalitesi bakımından illerin göreceli etkinliklerini ölçmeyi amaçlayan çalışmanın KVB'lerini 81 il oluşturmaktadır. Çalışmanın amacına ve KVB'lerine uygun girdi ve çıktıların belirlenmesi, etkinliğin tespitinde çok önemlidir. Girdi ve çıktıların belirlenmesinde ulaşılabilir verilerin olması ve etkinliğe doğrudan etki edebilecek değişkenlerin seçilmesi de dikkat edilmesi gereken bir diğer konudur (Ar, 2012: 151).

Çalışma kapsamında kullanılacak değişkenler belirlenirken; Debnath ve Shankar (2008), Nigam vd. (2012) ile Kumar vd. (2015)'nin çalışmaları esas alınmıştır. Ayrıca, şebeke kalitesi optimizasyonunda en az beş yıldır çalışan ve çalışmanın gerçekleştirildiği telekom operatöründe görevli üç kişiden oluşan bir uzman grup oluşturulmuştur. Literatür taraması sonucu bulunan değişkenler ve uzman grubun tavsiyeleriyle dördü girdi ve dördü çıktı olmak üzere toplam sekiz değişken (Tablo 2) belirlenmiştir.

Nigam vd. (2012) değişkenlerin seçiminde genel bir şablon bulunmama ile birlikte girdilerin kaynakları, çıktıların ise hizmet seviyesini yansıtması gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada kesilme oranı, ulaşılamama oranı, çağrı başlatma başarısızlık oranı ve saha sayısı kullanılan kaynaklar olarak değerlendirilmiştir. Bu kaynakların çıktısı olarak ise ses trafiği, veri trafiği, müşteri kapsama oranı ve müşteri memnuniyeti (1000/müşteri şikayetleri sayısı) hizmet seviyesi değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Aralarındaki ilişkiler değerlendirildiğinde, kalite değişkenleri olan kesilme oranı, ulaşılamama oranı ve çağrı başlatma başarısızlık oranı çalışmanın ilk üç girdisini oluşturmaktadır. Çünkü bu değişkenler müşterilerin şebekede kalma sürelerini ve müşteri memnuniyetini belirlediğinden, ses trafiği, veri trafiği ve müşteri şikayetlerini doğrudan etkilemektedir. Debnath ve Shankar (2008) ile Nigam vd. (2012) çalışmalarında bu değişkenleri girdi olarak seçmiştir. Saha sayısı ise, doğru kaynak planlaması ile kapsama oranını direkt olarak etkilediğinden dördüncü girdi olarak seçilmiştir.

Tablo 2: Modelde Yer Alan Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Açıklamalar

<i>Tür</i>	<i>Değişken</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Kaynak</i>
<i>Girdi</i>	Kesilme Oranı	Şebekeye bağlı olan kullanıcıların konuşurken ya da veri iletimi yaparken çağrının kesilmesi ve bağlantının kopmasıdır.	Debnath ve Shankar (2008), Nigam vd. (2012), Kumar vd. (2015)
	Ulaşılamama Oranı	Kullanıcıların şebekeye bağlanmak istediği halde, bağlantının gerçekleşmediği durumdur.	Debnath ve Shankar (2008), Nigam vd. (2012)
	Çağrı Başlatma Başarısızlık Oranı	Müşterinin şebekeye bağlı olması durumunda çağrısı başlatamamasıdır.	Debnath ve Shankar (2008), Nigam vd. (2012), Kumar vd. (2015)
	Saha Sayısı	İllerde bulunan baz istasyonu sayısıdır.	Uzman grubu
<i>Çıktı</i>	Ses Trafikliği	Şebekede kullanıcılar tarafından üretilen ses trafikini yansıtmaktadır. Örneğin, bir baz istasyonuna 1 saatte 30 çağrı gelmiş ve her çağrı ortalama 2 dakika sürmüştür ise ses trafikliği oranı 1 Erlang (60/60)'tır.	Uzman grubu ³
	Veri Trafikliği	Şebekede kullanıcılar tarafından üretilen veri trafikliğidir.	Uzman grubu ³
	Müşteri Kapsama Oranı	Yerleşim alanları için müşteriye sunulan kapsama oranıdır.	Uzman grubu
	1000/Müşteri Şikayetleri Sayısı	Şebeke kalitesine bağlı olarak açılan müşteri şikayetlerinin 1000 ile bölümüdür. Müşteri şikayetlerinin artması, olumsuz bir durum olduğundan müşteri şikayetleri sayısının tersinin 1000 ile çarpılmış hali alınmıştır.	Debnath ve Shankar (2008), Nigam vd. (2012)

B. VERİ SETİNİN HAZIRLANMASI

KVB seçiminde dikkat edilecek bir konu girdi ve çıktı sayıları ile KVB sayısı arasındaki ilişkidir. KVB sayısının girdi ve çıktı sayılarının toplamının iki katından az olmaması istenmektedir (Bousofiance vd., 1991: 7-8). Girdi ve çıktı sayısının toplamının 8 olduğu göz önüne alındığında KVB sayısının yeterli olduğu söylenebilir.

Uygulama Türkiye'nin lider Telekom operatörlerinden birinin verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. İlgili değişkenlerden kesilme oranı, ulaşılamama oranı, çağrı başlatma başarısızlık oranı, ses trafikliği ve veri trafikliği verileri telekom operatörünün operasyon şebeke sistemi veri tabanından sağlanmıştır. Saha sayısı, müşteri kapsama oranı ve müşteri şikâyetleri sayısı verileri ise yine ilgili telekom operatörünün farklı bir veri tabanından elde edilmiştir. Veriler 01-29 Şubat tarihleri arasında kapsamaktadır. Firma gizlilik politikası nedeniyle veri tabanları herkes tarafından erişilebilir durumda değildir.

³ İlgili operatörlerden alınan kartlar alındıkları iller dışında da kullanılabilirdiğinden Uzman grup tarafından yapılan değerlendirme sonucunda, Debnath ve Shankar (2008) ile Nigam vd. (2012)'nin çalışmalarında kullanılan *müşteri sayısı* değişkeni yerine *ses trafikliği* ve *veri trafikliği* değişkenlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Modelin çözümünde MaxDEA Ultra 6.9 programı kullanılmıştır. Her KVB'nin etkinliğini hesaplamak için girdiye yönelik CCR (Toplam Teknik Etkinlik) ve BCC (Saf Teknik Etkinlik) modelleri uygulanmıştır. Bu iki etkinlik değerinin oranlanması (CCR/BCC) ile de Ölçek Etkinlik değerleri hesaplanmıştır.

C. İLLERİN ETKİNLİK DEĞERLERİNİN BULUNMASI

Analizde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te, analiz sonucunda elde edilen illerin etkinlik değerleri ise Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre; etkin olan il sayısı, CCR modelinde 27 iken BCC modelinde 31'dir. BCC modelinde CCR modeline göre etkin çıkan 4 ilin (Erzincan, Elâzığ, Nevşehir ve Yalova), teknik etkin olduğu ancak uygun ölçekte çalışmamaktan kaynaklı bir ölçek etkinsizliğinin söz konusu olduğu söylenebilir.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Birimi	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesilme Oranı	%	0,55	0,33	0,29	2,85
Ulaşılama Oranı	%	0,44	0,19	0,29	1,90
Çağrı Başlatma Başarısızlık Oranı	%	3,20	0,92	2,28	8,56
Saha Sayısı	Adet	294,69	664,68	29,00	5.697,00
Ses Trafikği	Erlang	4.100.926,2	12.286.527,5	151.008,49	107.067.106,53
Veri Trafikği	Gigabyte	335.239,33	933.973,63	18.688,22	8.188.671,76
Müşteri Kapsama Oranı	%	91,30	2,40	81,68	94,93
1000/Müşteri Şikâyetleri Sayısı	1000/Adet	15,71	14,20	0,16	58,82

Toplam teknik etkinlik sonucuna göre etkinliği en düşük beş il sırasıyla; Ağrı (0,632), Şanlıurfa (0,734), Siirt (0,770), Kastamonu (0,794) ve Muş (0,806)'tur. Etkin olmayan illerin kıyaslama kümelerinde yer alan etkin illere bakıldığında; girdiye yönelik CCR modelinde en fazla referans alan beş ilin sırasıyla; Kırşehir (31), Eskişehir (26), Rize (22), İstanbul (21) ve Uşak (19) olduğu görülmektedir.

Tablo 4: İllerin Etkinlik Değerleri

Bölge	KVB	Etkinlik			Ölçeğe Göre Değişim	Frekans
		Toplam Teknik Etkinlik	Saf Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği		
Akdeniz	Adana	0,975	0,978	0,997	Artan	-
	Antalya	0,918	0,925	0,992	Artan	-
	Burdur	0,865	0,934	0,926	Artan	-
	Hatay	1	1	1	Sabit	9
	Isparta	0,919	0,934	0,983	Artan	-
	Kahramanmaraş	0,929	0,934	0,994	Artan	-
	Mersin	1	1	1	Sabit	7
	Osmaniye	0,972	0,981	0,991	Artan	-
	Ortalama	0,947				
Doğu Anadolu	Ağrı	0,632	0,645	0,981	Artan	-
	Ardahan	1	1	1	Sabit	-
	Bingöl	0,81	0,838	0,967	Artan	-
	Bitlis	0,824	0,856	0,962	Artan	-
	Elazığ	0,978	1	0,978	Azalan	-
	Erzincan	0,941	1	0,941	Azalan	-
	Erzurum	0,863	0,864	0,999	Azalan	-
	Hakkari	1	1	1	Sabit	9
	Iğdır	1	1	1	Sabit	3
	Kars	0,823	0,831	0,989	Artan	-
	Malatya	1	1	1	Sabit	6
	Muş	0,806	0,816	0,988	Artan	-
	Tunceli	0,907	0,936	0,969	Artan	-
	Van	0,841	0,845	0,996	Artan	-
Ortalama	0,888					
Ege	Afyonkarahisar	0,853	0,868	0,982	Artan	-
	Aydın	0,936	0,947	0,988	Artan	-
	Denizli	0,934	0,943	0,99	Artan	-
	İzmir	0,92	0,923	0,998	Artan	-
	Kütahya	0,904	0,931	0,97	Artan	-
	Manisa	0,939	0,955	0,983	Artan	-
	Muğla	0,915	0,928	0,985	Artan	-
	Uşak	1	1	1	Sabit	19
Ortalama	0,914					

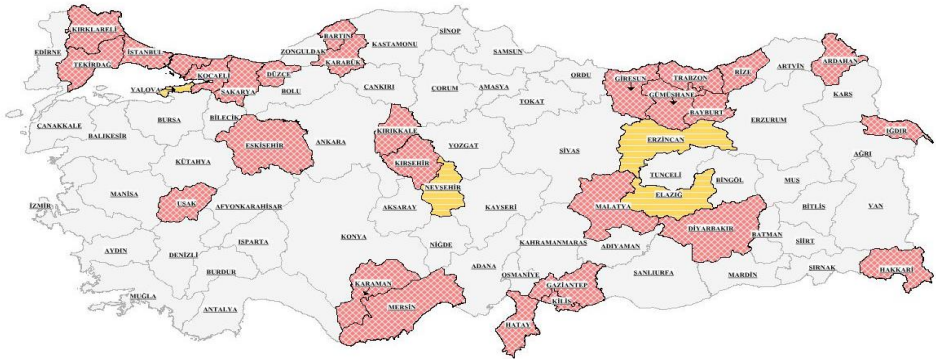
Tablo 4: (Devamı)

Bölge	KVB	Etkinlik			Ölçeğe Göre Değişim	Frekans
		Toplam Teknik Etkinlik	Saf Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği		
Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	0,949	0,957	0,992	Artan	-
	Batman	0,853	0,885	0,964	Azalan	-
	Diyarbakır	1	1	1	Sabit	5
	Gaziantep	1	1	1	Sabit	1
	Kilis	1	1	1	Sabit	-
	Mardin	0,852	0,866	0,984	Azalan	-
	Siirt	0,77	0,808	0,952	Artan	-
	Şanlıurfa	0,734	0,734	1	Artan	-
	Şırnak	0,861	0,92	0,935	Azalan	-
	Ortalama	0,891				
İç Anadolu	Aksaray	0,992	0,998	0,994	Artan	-
	Ankara	0,84	0,849	0,989	Artan	-
	Çankırı	0,893	0,919	0,972	Artan	-
	Eskişehir	1	1	1	Sabit	26
	Karaman	1	1	1	Sabit	2
	Kayseri	0,958	0,958	1	Azalan	-
	Kırıkkale	1	1	1	Sabit	12
	Kırşehir	1	1	1	Sabit	31
	Konya	0,924	0,931	0,992	Artan	-
	Nevşehir	1	1	1	Azalan	-
	Niğde	0,932	0,949	0,982	Azalan	-
	Sivas	0,925	0,933	0,992	Artan	-
	Yozgat	0,888	0,939	0,946	Artan	-
	Ortalama	0,95				
Karadeniz	Amasya	0,971	0,983	0,987	Artan	-
	Artvin	0,856	0,884	0,969	Artan	-
	Bartın	1	1	1	Sabit	4
	Bayburt	1	1	1	Sabit	4
	Bolu	0,902	0,915	0,986	Artan	-
	Çorum	0,87	0,886	0,981	Artan	-
	Düzce	1	1	1	Sabit	4
	Giresun	1	1	1	Sabit	1
	Gümüşhane	1	1	1	Sabit	-

Tablo 4: (Devamı)

Bölge	KVB	Etkinlik			Ölçeğe Göre Değişim	Frekans
		Toplam Teknik Etkinlik	Saf Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği		
Karadeniz	Karabük	1	1	1	Sabit	2
	Kastamonu	0,794	0,818	0,97	Artan	-
	Ordu	0,971	0,98	0,99	Azalan	-
	Rize	1	1	1	Sabit	22
	Samsun	0,911	0,921	0,99	Artan	-
	Sinop	0,899	0,911	0,987	Azalan	-
	Tokat	0,891	0,904	0,985	Artan	-
	Trabzon	1	1	1	Sabit	13
	Zonguldak	0,949	0,968	0,981	Artan	-
	Ortalama	0,945				
Marmara	Balıkesir	0,894	0,903	0,991	Artan	-
	Bilecik	0,925	0,943	0,981	Artan	-
	Bursa	0,851	0,853	0,997	Artan	-
	Çanakkale	0,98	0,986	0,994	Artan	-
	Edirne	0,959	0,97	0,989	Artan	-
	İstanbul	1	1	1	Sabit	21
	Kırklareli	1	1	1	Sabit	3
	Kocaeli	1	1	1	Sabit	2
	Sakarya	1	1	1	Sabit	2
	Tekirdağ	1	1	1	Sabit	-
	Yalova	0,978	1	0,978	Azalan	-
	Ortalama	0,962				

Şekil 3: Türkiye Haritası Üzerinde Etkin İllerin Gösterimi



■ : Toplam Teknik Etkin İller

■ : Ölçeğini Düzeltmesi Durumunda Etkin Olabilecek İller

Tablo 4'teki veriler Türkiye haritası üzerine işaretlendiğinde Şekil 3'teki durum ortaya çıkmıştır. Tablo 4 ve Şekil 3 birlikte değerlendirildiğinde aşağıdaki bulgulara ulaşılabılır:

- Bölgesel olarak toplam etkinliğin en yüksek olduğu illerin *Marmara Bölge*'sinde yer aldığı görülmektedir.
- Etkin olan illerin yoğunlaştığı bir diğer bölge ise *Karadeniz Bölgesi*'nin doğusudur. Bu bölgede *Giresun, Rize, Trabzon, Gümüşhane* ve *Bayburt* illeri etkin iller arasındadır.
- Etkinlik bakımından yoğunlaşmanın yaşandığı bir diğer grup, sınır illeri olan *Kilis, Gaziantep* ve *Hatay*'dır. Bu illerin girdi değişkenleri çok iyi olmasa da çıktı değerleri oldukça yüksektir.
- *İç Anadolu Bölgesi*'nde *Kırşehir, Kırıkkale* ve ölçek etkinliği sağlandığında *Nevşehir* etkin iller içindedir. *Kırşehir*, aldığı referanslar bakımından en etkin il durumundadır.
- En dikkat çekici durumlardan biri, yaz turizmi açısından önemli olan illerin (*İzmir, Antalya, Muğla* ve *Aydın*) etkin olmayan iller arasında yer almasıdır.
- Bir diğer önemli bulgu ise ölçeklere ilişkindir. 81 ilin 27 tanesi doğru ölçekte çalışmakta iken, 42 ilin ölçeğini artırması, 12 ilin ise ölçeğini azaltması gerekmektedir.

İllerin hangi değişkenleri hangi oranda iyileştirmesi gerektiği ile ilgili bilgiler Ek 1'de verilmiştir. Buna göre, en düşük etkinliğe sahip Ağrı ili için girdi değişkenlerine bakıldığında; *ulaşılama değişkeni* (-0,188), *başarısız çağrı başlatma değişkeni* (-1,799), *kesilme oranı değişkeni* (-0,272) ve *saha sayısı değişkeni* (-52,579) azaltılmalıdır.

D. DUYARLILIK ANALİZİ

Uygulama kapsamında girdilere yönelik bir model kullanıldığından bu modelde yer alan girdilerin her birindeki değişimin etkinliğe olan etkisini görmek faydalı olacaktır. Böylece her bir girdinin KVB'ler için önemi ortaya konulmuş olacaktır. Bu noktada; girdi değişkenlerinden sırasıyla biri seçilerek analize dahil edilmemiş ve etkin iller için hangi girdi değişkenlerinin daha fazla önemli olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda elde edilen ve Ek 2'de ortaya konan duyarlılık analizi sonuçları, örnek bir il (*Diyarbakır*) için incelendiğinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir:

- *Saha sayısı* değişkeni çıkartıldığında yapılan yeni hesaba göre Diyarbakır'ın etkinlik değeri 0,698 olarak bulunmaktadır. Bu durumda saha sayısının etkinlik bakımından Diyarbakır için çok önemli bir değişken olduğu söylenebilir.
- *Çağrı başlatma başarısızlık oranı* ve *kesilme oranı* değişkenleri çıkartılıp hesaplandığında ise Diyarbakır yine etkin çıkmaktadır. Diyarbakır için, bu değişkenler, diğer değişkenlere göre daha az önemli durumdadır.

- *Ulaşılammama oranı* değişkeni çıkartılıp hesaplandığında ise Diyarbakır'ın etkinlik değeri 0,928 olarak bulunmaktadır. Buna göre ilgili değişken, saha sayısı kadar önemli olmasa da Diyarbakır için önemli parametrelerden biridir.

Bazı iller için bir girdi önemli iken, bazıları için birden fazla girdi önemli olabilmektedir. Bu bağlamda, iller için en önemli girdinin hangisi olduğuna yönelik bir inceleme yapılmıştır. Buna göre; *saha sayısı* 15 il (Ardahan, Bartın, Diyarbakır, Düzce, Gaziantep, Hakkâri, Hatay, Iğdır, Karabük, Kırklareli, Kilis, Kocaeli, Mersin, Sakarya ve Tekirdağ) için önemli iken, *çağrı başlatma başarısızlık oranı* bir (Kırıkkale), *kesilme oranı* iki (Karaman ve Trabzon) ve *ulaşılammama oranı* ise üç il (Giresun, Gümüşhane ve Malatya) için önemli girdilerdir.

Eskişehir, İstanbul, Kırşehir, Rize, Uşak ve Bayburt illeri, her hesaplamada etkin olarak çıkmıştır. Bu illerin etkinliği çok güçlü olduğundan, etkin olmayan iller için örnek olarak alınabileceklerdir.

E. YÖNETİMSEL DEĞERLENDİRMELER

Şebeke kalitesi açısından illerin etkinliğinin analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgular, çalışmanın yapıldığı telekom operatöründe görevli 5 uzman (biri bölüm yöneticisi, dördü bölge temsilcisi) ile incelenmiştir. Böylece sonuçların kabul edilebilirliğinin ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

İlk olarak uzmanlara VZA yönteminin ne amaçla kullanıldığı, matematiksel ifadeleri ve girdi/çıktı değerleri hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Ardından uzmanlardan sonuçları, bölgelerin gerçek durumlarıyla karşılaştırarak değerlendirmeleri istenmiştir. Uzmanların genel değerlendirmesi, elde edilen bulguların gerçek durum ile tutarlı olduğu yönündedir. Sadece İç Anadolu Bölgesi için bulunan sonuçların daha ayrıntılı olarak irdelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bununla birlikte uzmanlar tarafından ortaya konan değerlendirmelerin ayrıntıları şu şekilde listelenebilir:

- Doğu Anadolu Bölgesi illerinden Ardahan ve Iğdır'ın etkin çıkması tutarlı bulunurken, bunun az saha sayısı ile yüksek abone sayısından kaynaklı olduğu belirtilmiştir.
- Ağrı ilinin etkin olmayan iller arasında en düşük puana sahip olmasının operatörün bu ildeki pazar payının kötü olmasından kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.
- Malatya, Diyarbakır ve Elâzığ illerinin etkin olması doğrulanırken, bu iller arasında Tunceli'nin de olması gerektiği belirtilmiştir.
- Kilis, Gaziantep ve Hatay illerinin son dönemde artan mülteciler tarafından oluşturulan trafikten etkilendiği üzerinde durulmuştur.
- En büyük iki şehirden Ankara ve İzmir ilinin etkin olmaması uzmanların dikkatini çeken bir başka konu olmuştur. Ankara ili için, bu durumun kamu kurumlarında bulunan ve verimsiz çalışan sahalardan kaynaklı olabileceği; İzmir için ise, özellikle yazın nüfusun artmasıyla birlikte kapasiteyi artırmak için yapılmış, fakat kış dön-

minde nüfusun azalması ile (ses ve veri trafiğinin azalması) verimsiz duruma düşen sahalardan kaynaklı olabileceği ifade edilmiştir.

Değerlendirmeye katılan uzmanlar, uygulama sürecine yönelik bazı önerilerde de bulunmuştur. Bunlardan ilki, abone sayılarının sağlanması ve gelir/gider parametrelerinin eklenmesi durumunda daha etkin değerlendirmeler yapılabileceği yönündedir. Bir diğer öneri ise, farklı girdi ve çıktılar kullanarak, birden fazla etkinlik hesaplaması ile oluşacak sonuçların karşılaştırılabileceği ve gerçek durumla daha tutarlı girdi/çıktı değerlerinin belirlenebileceği şeklindedir. Son olarak, bireysel ve kurumsal müşterilerin ayrı ayrı değerlendirilebileceği önerilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Telekomünikasyon sektöründe artan rekabet ortamında son müşteriye ulaşabilmek için altyapıya (yeni saha kurulumu, eski sahanın yeni ekipmanlar ile değiştirilmesi vb.) önemli yatırımlar yapılmaktadır. Yapılan her yatırım operatörlere gider olarak yansdığından, mevcut kaynakların en uygun şekilde kullanılması oldukça önemlidir. Şebeke kalitesini sürekli olarak iyileştirmek, müşteri memnuniyetini ve operatöre olan güveni artıran bir unsurdur. Bu noktada en uygun kaynak ile müşteriye elde tutmak operatörlerin temel amaçlarından biridir. Bu çalışmada girdi olarak belirlenen şebeke kalitesi değişkenleri, yapılan yatırım ve kullanılan kaynaklar ile daha etkili hale getirilebilmektedir. Etkin kullanılan kaynaklar, şebeke kalitesi değişkenlerini de iyi duruma getirecek ve müşteriye doğrudan etki edecektir.

Türkiye’de faaliyet gösteren bir telekom operatörü için hizmet verdiği 81 ilde yapılan etkinlik çalışmasında VZA yöntemi tercih edilmiş olup, çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Çalışmaya göre 27 il etkin bulunmuştur. Bölgesel olarak bakıldığında en etkin bölge Marmara bölgesidir (0,962). Marmara bölgesindeki illerin çoğunun etkin çıkması, bu iller için daha fazla müşterinin olması ve bundan kaynaklı daha fazla ses/veri trafik oranının olması anlamına gelmektedir. Daha uzun konuşma süreleri, yoğun nüfus, ekonomik refah seviyesi etkinlik için temel sebepler arasında sayılabilir. Ayrıca bu durum, sanayileşme ve ekonomik durumun illerin etkinlik düzeylerinde etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur.
- Etkinliği olumsuz yönde etkileyen faktörlerden birinin coğrafi şartlar olduğu tespit edilmiştir. Bölgesel anlamda en etkin olmayan bölge Doğu Anadolu (0,888) ve en etkin olmayan il de Ağrı’dır. Bu noktada, Doğu Anadolu bölgesinin dağlık ve engebeli coğrafi yapısının, sağlanan şebeke kalitesini olumsuz etkilediğinden bahsedilebilir. Kurulmuş olan saha belli bölgelere doğrudan sinyal veremiyorsa (sinyal o bölgeye yansıyor ulaşıyorsa) bu durumda o bölgede bulunan müşteriler başarılı çağrı başlatmada zorluklar çekmektedir. Ağrı, Muş gibi illere bakıldığında çağrı başlatma oranlarının düşük olduğu görülmektedir. Bu alanlarda çağrı başlatma oranlarının iyileştirilmesi için yeni saha kurulumları gerekmekte, ancak bu yeni

kurulumlar yeni kaynak gerektireceğinden uzmanların bu gibi illerde fayda/maliyet analizlerini yapması önem kazanmaktadır.

- Kilis, Gaziantep, Hatay gibi illerde mülteci kamplarının varlığı, bu-
ruların nüfus yoğunluğunu artırmış ve bu durum da mevcut şebeke-
nin trafik yoğunluğunu artırarak etkinliğe olumlu yönde katkı sağ-
lamıştır.
- Yaz turizmi için yapılan yatırımların, kış döneminde etkinsizliğe yol
açtığı tespit edilmiştir. İzmir, Aydın, Muğla, Antalya gibi illerde sa-
ha sayısı, trafik oranına göre düşük çıkmaktadır. Bu bölgeye yapılmış
fazladan sahalar kış döneminde verimsiz olarak çalışmaktadır.
Yapılacak analizlerle verimsiz çalışan bu istasyonlar belirlenip onla-
rın kapsadığı alanlar için başka istasyonların çalışması sağlanabilir.
Böylece verimsiz çalışan bu istasyonlar kış döneminde çalıştırılma-
yıp özellikle enerji bakımından tasarruf sağlanabilecektir.
- Kilis'te, saha sayısı dışındaki diğer tüm girdilerin, etkin olabilme
değerleri ortalamasından kötü olduğu görülmektedir. Fakat daha az
saha sayısı ile (29 saha) ürettiği trafik değerlerinin yüksek olmasın-
dan dolayı Kilis ili etkin çıkmaktadır. Bu durum, şebeke kalite pa-
rametrelerinin her birinin, farklı iller için farklı öneme sahip oldu-
ğunu ortaya koymaktadır. Girdi değerlerinin birinin çıkarılması bazı
iller için etkinsiz duruma gelmesine neden olmaktadır.

Uygulanan modelin güçlü yönü, doğrudan müşterinin şebeke kalitesi algı-
sına etki edebilecek değişkenleri dikkate almasıdır. Ayrıca, her bir girdinin
KVB'ler için önemini ortaya koyabilmesi diğer bir güçlü yanıdır. Zayıf yönü ise,
şebeke kalitesini etkileyen değişkenlerin maliyet/yatırım bedellerini dikkate
almamasıdır. Sonraki çalışmalarda, maliyet ve gelir değişkenleri de modele dahil
edilerek telekom operatörünün mali açıdan da etkinliği analiz edilebilir. Ancak,
firmaların izlediği gizlilik politikası nedeniyle bu verilere erişim oldukça güç
olabilecektir. İkinci olarak, veriler dönemsel olarak analiz edilerek mevsimsel
karşılaştırmalar yapılabilir. Ayrıca, uzun süreli veriler ile iller arasındaki değişim
yıllara göre de hesaplanabilir. Mevcut çalışmadan elde edilen veriler, yapay sınır
ağları yöntemi için girdi olarak kullanılarak, ileri analizler gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- AKÇA, Haşim; (2007), “Telekomünikasyon Sektörü: Türkiye AB Ülkeleri Karşılaştırmalı Analiz”, **Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 16(1), ss. 1-20.
- AR, İlker M.; (2012), “Türkiye'deki Havalimanlarının Etkinliklerindeki Değişimin İncelenmesi: 2007-2011 Dönemi için Malmquist-TFV Endeksi Uygulaması”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 26 (3-4), ss. 143-160.
- BANKER, Rajiv D.; Zhanwei CAO; Nirup MENON and Ram NATARAJAN; (2010), “Technological Progress and Productivity Growth in the US Mobile Telecommunications Industry”, **Annals of Operations Research**, 173(1), pp. 77-87.
- BANKER, Rajiv D.; Abraham W. CHARNES and William W. COOPER; (1984), “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, **Management Science**, 30(9), pp. 1078-1092.
- BAYRAKTAR, Erkan; Ekrem TATOĞLU; Ali TURKYILMAZ; Dursun DELEN and Selim ZAIM; (2012), “Measuring the Efficiency of Customer Satisfaction and Loyalty for Mobile Phone Brands with DEA”, **Expert Systems with Applications**, 39 (1), pp. 99-106.
- BOUSSOFIANCE, Aziz; Robert DYSON and Edwardo RHODES; (1991), “Applied Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, 2 (1), pp. 1-15.
- BTK; (2010), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fPazar_Verileri%2f2010-Q4.pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.
- BTK; (2011), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fPazar_Verileri%2f2011-Q4.pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.
- BTK; (2012), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fPazar_Verileri%2f2012-Q4.pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.
- BTK; (2013), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fPazar_Verileri%2f2013-Q4.pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.
- BTK; (2014), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fPazar_Verileri%2f2014-Q4.pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.
- BTK; (2015), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: http://www.Btk.Gov.Tr/File/?Path=Root%2f1%2fdocuments%2fsayfalar%2fpazar_Verileri%2f2015-Q4.Pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

- BTK; (2016), “Üç Aylık Pazar Verileri Raporu”, İnternet Adresi: https://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fPazar_Verileri%2f2016-Q4.pdf, Erişim Tarihi: 04.04.2017.
- CHARNES, Abraham; William W. COOPER and Edwardo RHODES; (1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, **European Journal of Operational Research**, 2(2), pp. 429-44.
- COOPER, William W.; Lawrence M. SEIFORD and Kaoru TONE; (2000), “Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software”, **Kluwer Academic Publishers**, New York: Springeronline.
- ÇAKIR, Süleyman; (2016), “Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Çaykur Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 31(2), ss. 369-381.
- DEBNATH, Ravi and Roma M. SHANKAR; (2008), “Benchmarking Telecommunication Service in India: An Application of Data Envelopment Analysis”, **Benchmarking: An International Journal**, 15(5), pp. 584-598.
- GIOKAS, Dimitris I. and George C. PENTZAROPOULOS; (2000), “Evaluating Productive Efficiency in Telecommunications: Evidence from Greece”, **Telecommunications Policy**, 24 (8), pp. 781-794.
- KAHRAMAN, Burak ve Hakan ÇERÇİOĞLU; (2015), “0-1 Hedef Programlama Destekli Bütünleşik AHP-VIKOR Yöntemi: Hastane Yatırımı Projeleri Seçimi”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 30 (4), ss. 567-576.
- KAYNAR, Oğuz ve Hüdaverdi BİRCAN; (2007), “OECD Ülkelerinin Telekomünikasyon Sektörlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi-2”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 21 (1), ss. 361-382.
- KUMAR, Ajay; Ravi SHANKAR and Roma M. DEBNATH; (2015), “Analyzing Customer Preference and Measuring Relative Efficiency in Telecom Sector: A Hybrid Fuzzy AHP/DEA Study”, **Telematics and Informatics**, 32 (3), pp. 447-462.
- KWON, He-Boong; (2014), “Performance Modeling of Mobile Phone Providers: A DEA-ANN Combined Approach”, **Benchmarking: An International Journal**, 21 (6), pp. 1120-1144.
- LAM, Pan-Lee and Teresa LAM; (2005), “Total Factor Productivity Measures for Hong Kong Telephone”, **Telecommunications Policy**, 29(1), pp. 53-68.
- LAM, Pan-Lee and Alice SHIU; (2008), “Productivity Analysis of the Telecommunications Sector in China”, **Telecommunications Policy**, 32 (8), pp. 559-571.

- LIAO, Chun-Hsiung and Diana B. GONZALES; (2009), "Comparing Operational Efficiency of Mobile Operators in Brazil, Russia, India and China", **China&World Economy**, 17 (5), pp. 104-120.
- LIAO, Chun-Hsiung and Chun-Yu LIEN; (2012), "Measuring the Technology Gap of Apec Integrated Telecommunications Operators", **Telecommunications Policy**, 36 (10), pp. 989-996.
- LIAO, Chun-Hsiung and Hsing-Yung LIN; (2011), "Measuring Operational Efficiency of Mobile Operators in Japan and Korea", **Japan And The World Economy**, 23 (1), pp. 48-57.
- MADDEN, Gary and Scott J. SAVAGE; (1999), "Telecommunications Productivity, Catch-up and Innovation", **Telecommunications Policy**, 23 (1), pp. 65-81.
- NIGAM, Vineeta; Tripta THAKUR; V.K. SETHI and R.P. SINGH; (2012), "Benchmarking of Indian Mobile Telecom Operators Using DEA with Sensitivity Analysis". **Benchmarking: An International Journal**, 19(2), pp. 219-238.
- ÖZDEN, Ünal H.; (2008), "Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 37(2), ss. 167-185.
- PENTZAROPOULOS, George C. and Dimitris I. GIOKAS; (2002), "Comparing the Operational Efficiency of the Main European Telecommunications Organizations: A Quantitative Analysis", **Telecommunications Policy**, 26(11), pp. 595-606.
- RESENDE, Marcelo; (2008), "Efficiency Measurement and Regulation in US Telecommunications: A Robustness Analysis", **International Journal of Production Economics**, 114 (1), pp. 205-218.
- SADJADI, Seyed J. and Hashem OMRANI; (2010), "A bootstrapped Robust Data Envelopment Analysis Model for Efficiency Estimating of Telecommunication Companies in Iran", **Telecommunications Policy**, 34 (4), pp. 221-232.
- SHIN, Hye-Won and So-Young SOHN; (2004), "Multi-Attribute Scoring Method for Mobile Telecommunication Subscribers", **Expert Systems With Applications**, 26(3), pp. 363-368.
- URI, Noel D.; (2001), "Changing Productive Efficiency in Telecommunications in the United States", **International Journal Of Production Economics**, 72(2), pp. 121-137.
- YANG, Hsu-Hao and Cheng-Yu CHANG; (2009), "Using DEA Window Analysis to Measure Efficiencies of Taiwan's Integrated Telecommunication Firms", **Telecommunications Policy**, 33 (1), pp. 98-108.

EKLER

Ek 1: Etkin Olabilmek İçin Değişkenlerin Değişim Oranları

KVB	Etkinlik Skoru	Ulaşılama Oranı	Kesilme Oranı	Çağrı Başlatma Başarısızlık Oranı	Saha Sayısı	Ses Trafığı	Veri Trafığı	1000/Müşteri Şikayetleri Oranı	Müşteri Kapsama Oranı
Adana	0,975	-0,012	-0,01	-0,078	-11,666	-	80535,4	1,145	-
Adıyaman	0,949	-0,016	-0,138	-0,528	-6,271	-	9778,21	21,86	-
Afyonkarahisar	0,853	-0,063	-0,062	-0,419	-22,401	9736,81	9143,81	16,04	-
Ağrı	0,632	-0,188	-0,272	-1,799	-52,579	-	6170,62	21,56	-
Aksaray	0,992	-0,003	-0,003	-0,024	-0,605	352196	-	13,62	-
Amasya	0,971	-0,049	-0,011	-0,076	-2,639	52069,6	15923,5	-	-
Ankara	0,84	-0,075	-0,091	-0,472	-357,625	-	64455,2	11,77	-
Antalya	0,918	-0,034	-0,03	-0,213	-235,88	-	9860,08	6,688	-
Ardahan	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Artvin	0,856	-0,05	-0,067	-0,501	-17,94	199232	29104,6	9,036	-
Aydın	0,936	-0,026	-0,022	-0,159	-53,049	-	54490,6	4,568	-
Balıkesir	0,894	-0,045	-0,038	-0,269	-125,002	-	40646,6	2,449	-
Bartın	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Batman	0,853	-0,069	-0,104	-0,52	-15,098	292445	-	19,58	-
Bayburt	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bilecik	0,925	-0,032	-0,076	-0,189	-6,413	230441	23517,9	-	-
Bingöl	0,81	-0,072	-0,24	-1,683	-16,735	-	-	12,9	-
Bitlis	0,824	-0,063	-0,161	-1,41	-19,52	-	15687,8	23,17	-
Bolu	0,902	-0,042	-0,065	-0,255	-12,392	131683	-	18,48	-
Burdur	0,865	-0,083	-0,165	-0,341	-12,539	191314	19263,4	7,833	-
Bursa	0,851	-0,114	-0,07	-0,435	-133,06	-	64681,2	29,46	-
Çanakkale	0,98	-0,018	-0,008	-0,048	-3,193	388219	33940,7	10,93	-
Çankırı	0,893	-0,045	-0,093	-0,282	-7,898	165853	15703,8	10,36	-
Çorum	0,87	-0,059	-0,088	-0,344	-19,178	277535	40640,4	5,995	-
Denizli	0,934	-0,036	-0,022	-0,161	-33,019	-	46728,2	-	-
Diyarbakır	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Düzce	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Edirne	0,959	-0,016	-0,016	-0,105	-4,825	113160	27768,5	7,882	-
Elâzığ	0,978	-0,008	-0,011	-0,28	-3,694	-	-	15,9	-
Erzincan	0,941	-0,021	-0,028	-0,168	-7,803	480421	55202,5	11,89	-

Ek 1: (Devamı)

KVB	Etkinlik Skoru	Ulaşımama Oranı	Kesilme Oranı	Çağrı Başlatma Başarısızlık Oranı	Saha Sayısı	Ses Trafikği	Veri Trafikği	1000/Müşteri Şikayetleri Oranı	Müşteri Kapsama Oranı
Erzurum	0,863	-0,048	-0,069	-0,458	-148,243	312292	-	6,57	-
Eskişehir	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaziantep	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Giresun	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Gümüşhane	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Hakkâri	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Hatay	1	-	-	-	-	-	-	-	-
İğdır	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Isparta	0,919	-0,034	-0,061	-0,205	-9,98	133677	19272,4	17,65	-
İstanbul	1	-	-	-	-	-	-	-	-
İzmir	0,92	-0,035	-0,03	-0,208	-304,267	-	91807,2	5,846	-
Kahramanmaraş	0,929	-0,031	-0,162	-0,232	-14,786	544894	-	6,154	-
Karabük	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Karaman	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kars	0,823	-0,073	-0,187	-1,565	-17,746	-	-	24,13	-
Kastamonu	0,794	-0,089	-0,134	-0,616	-33,98	752659	80422,8	8,849	-
Kayseri	0,958	-0,015	-0,016	-0,115	-14,104	743156	-	10,99	-
Kırıkkale	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kırşehir	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilis	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kocaeli	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Konya	0,924	-0,031	-0,029	-0,228	-35,822	251847 8	-	6,451	-
Kütahya	0,904	-0,038	-0,04	-0,256	-13,974	300015	46129,8	14,17	-
Malatya	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Manisa	0,939	-0,025	-0,023	-0,165	-16,541	-	42027,2	13,68	-
Mersin	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Mardin	0,852	-0,086	-0,286	-0,71	-19,725	521477	-	5,239	-
Muğla	0,915	-0,035	-0,03	-0,218	-221,18	211950	-	5,389	-
Muş	0,806	-0,079	-0,185	-1,747	-20,329	-	3102,38	14,86	-
Neşehir	1	-	-	-0,001	-0,046	31947,1	-	8,022	-

Ek 1: (Devamı)

KVB	Etkinlik Skoru	Ulaşılabilirlik Oranı	Kesilme Oranı	Çağrı Başlatma Başarısızlık Oranı	Saha Sayısı	Ses Trafikliği	Veri Trafikliği	1000/Müşteri Şikâyetleri Oranı	Müşteri Kapsama Oranı
Niğde	0,932	-0,025	-0,038	-0,238	-6,352	-	-	4,304	-
Ordu	0,971	-0,01	-0,011	-0,084	-6,389	174166	-	7,345	-
Osmaniye	0,972	-0,013	-0,038	-0,085	-2,169	-	-	18,01	-
Rize	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sakarya	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Samsun	0,911	-0,044	-0,092	-0,22	-64,631	-	49692,9	1,385	-
Siirt	0,77	-0,117	-0,352	-0,939	-15,887	26597,4	-	15,62	-
Sinop	0,899	-0,063	-0,152	-0,286	-8,684	434558	41043,3	-	5,767
Sivas	0,925	-0,027	-0,042	-0,203	-178,096	590543	-	25,08	-
Şanlıurfa	0,734	-0,195	-0,595	-1,45	-67,158	1640928	-	1,765	-
Şırnak	0,861	-0,292	-0,621	-0,732	-11,298	122416	-	2,062	-
Tekirdağ	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Tokat	0,891	-0,047	-0,046	-0,299	-12,583	148522	34754,5	7,813	-
Trabzon	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Tunceli	0,907	-0,035	-0,259	-0,608	-5,095	58616,8	-	18,33	-
Uşak	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Van	0,841	-0,057	-0,15	-0,709	-42,123	214042	-	2,761	-
Yalova	0,978	-0,01	-0,044	-0,063	-2,228	313045	-	-	-
Yozgat	0,888	-0,037	-0,063	-0,314	-35,5	46978	-	19,46	-
Zonguldak	0,949	-0,021	-0,02	-0,156	-7,128	-	-	6,19	-

Ek 2: İllere Göre Girdilerin Önem Dereceleri

KVB	Etkinlik (CCR)	Girdi Olarak Çıkarılması Durumunda Etkinlik			
		Saha Sayısı	Çağrı Başlatma Başarısızlık Oranı	Kesilme Oranı	Ulaşlamama Oranı
Ardahan	1	0,890	1	1	1
Bartın	1	0,931	1	0,961	1
Bayburt	1	1	1	1	1
Diyarbakır	1	0,698	1	1	0,928
Düzce	1	0,864	1	0,999	1
Eskişehir	1	1	1	1	1
Gaziantep	1	0,616	1	1	1
Giresun	1	1	1	0,995	0,950
Gümüşhane	1	1	1	1	0,901
Hakkâri	1	0,542	1	1	1
Hatay	1	0,555	1	1	1
İğdir	1	0,737	1	1	1
İstanbul	1	1	1	1	1
Karabük	1	0,839	1	1	1
Karaman	1	1	1	0,911	1
Kırıkkale	1	0,980	0,939	1	1
Kırklareli	1	0,901	0,938	0,943	1
Kırşehir	1	1	1	1	1
Kilis	1	0,241	1	1	1
Kocaeli	1	0,842	1	1	1
Malatya	1	1	1	1	0,782
Mersin	1	0,807	1	1	1
Rize	1	1	1	1	1
Sakarya	1	0,870	1	1	1
Tekirdağ	1	0,919	0,999	0,990	1
Trabzon	1	1	1	0,999	1
Uşak	1	1	1	1	1

