

Veri Zarflama Analizi ve Gri İlişki Analizinin Birlikte Kullanımıyla Cerrahi Servislerin Etkinliklerinin Analizi

Nuray GİRGINER, Tunç KÖSE, Nurullah UÇKUN

Özet

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir'deki bir kamu hastanesindeki 10 cerrahi servisin etkinliklerinin VZA ile belirlenmesi, etkin olanların ve etkinlikte önemli olan faktörlerin GRA ile sıralanmasıdır. Çalışmada ilgili servislerin etkinlikleri 4 girdili (yatak devir hızı, toplam hekim sayısı, diğer sağlık personeli sayısı, yatak işgal oranı), iki çıktılı (toplam ameliyat sayısı, yatan-çıkan hasta sayısı), maksimizasyonu hedefli VZA modeli ile incelenmiştir.

VZA sonucunda cerrahi servisler içinde Kalp Damar ve Plastik Cerrahi servisleri dışındaki tüm servislerin etkin olduğu görülmüştür. Etkin olan 8 servisin performanslarına göre sıralanması amacıyla kullanılan Gri İlişki Analizi (GİA) sonucunda sırasıyla Göz, KBB ve Çocuk Cerrahi servisleri ilk üçü paylaşmışlardır. Analize alınan değişkenler içinde ise servislerin performansında en etkili değişkenler ise hasta sayısı ve personel sayısı olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Gri İlişki Analizi, Cerrahi Servisler

Jel Kodları: C02, C67, I1, I10, I19, L3

Efficiency Analysis surgical services by combined with DEA and GRA

Abstract

The purpose of this study is to determine the efficiency of the 10 surgical services of a public hospital in Eskişehir and ranking the factor which are efficient and significant for inefficiency by Gray Relational Analysis (GRA). In this study, the efficiency levels of 10 surgical services -decision making units- in the hospital are examined through output maximization-oriented data envelopment analysis (DEA) models with 4 inputs (bed turnover, total number of physicians, number of other healthcare personnel and bed occupancy rate) and 2 outputs (number of total operations, number of discharged clinical inpatients).

As a result of DEA, in surgical services, it is determined that all services except Cardiovascular and plastic surgery are efficient. As a result of GRA that aims the ranking of 8 efficient services in terms of performances, eye surgery, ear nose and throat (ENT) and pediatric surgery are sharing the first three rankings in sequence. According to results of GRA, the most important variables in performances of surgical services number of discharged clinical inpatients and number of other healthcare personnel.

Key Words: Efficiency, Data Envelopment Analysis, Gray Relational Analysis, Surgical Services

Jel Codes: C02, C67, I1, I10, I19, L3

I. GİRİŞ

Son yıllardaki sağlık politikaları sonucunda sağlığa erişim artmaktadır. Ancak bu durum kamu sağlık harcamalarını da eşgüdümlü olarak arttırmaktadır. Artış gösteren kamu harcamaları nedeniyle önem kazanan sağlık hizmetlerinin planlanması ve bütçelenmesi hususunda, epidemiyolojik verilerin elde edilmesi önem kazanmıştır. Kamu harcamalarına ilişkin sadece kontrol odaklı bir veri kullanımı anlayışı yerine sonuç odaklı bir planlama yaklaşımının ele alınması, sağlık harcamalarının sadece tutar olarak değil nitelik olarak da değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda sağlık sektöründe kıt kaynakların etkin şekilde analizi ve planlanması üzerinde durulmaktadır.

Etkinlik, genel anlamda bir iş yerine getirilirken kaynakların israf edilmemesi, en az girdi kullanılmasıdır. Etkinlik ölçümünde en çok kullanılan yöntem Veri Zarflama Analizi(VZA)'dir. VZA, hastane, üniversite, imalat sanayi, lojistik firmaları, bankalar, spor takımları gibi birçok alanda sıklıkla uygulanan etkinlik ölçme yaklaşımı haline gelmiştir. Bunun yanında Gri İlişki Analizi (GİA) de, her geçen gün karar verme yöntemi olarak literatürde daha fazla yer alan ve daha çok başvurulan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntem, Gri Teori ana başlığı altında literatürde yerini almış bir karar verme ve analiz aracıdır.

Kamu hastaneleri tarafından ortaya konulan çıktının tanımı, amaçlara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Örneğin; hastanelerde poliklinik muayene sayısı, ameliyat sayısı, yatılan gün sayısı, yatak işgal oranı ve doğum sayısı gibi birbirinden çok farklı çıktılar tanımlanabilmektedir. Bu nedenle, birden fazla girdi ve çıktıyı kullanarak etkinlik ölçebilen, girdi ve çıktılarının birimlerinin farklı olmasının önemli olmadığı bir yöntem olan VZA, kamu hastanelerinde yürütülen bir faaliyetin etkinliğinin ölçülmesi için tercih edilen bir yöntem olmaktadır. VZA, her ne kadar etkin olmayan birimlerin etkinliğe ulaşmalarında yapılması gereken iyileştirmeler konusunda önemli bilgiler sunsa da etkin olduğu belirlenen birimlerin etkinliklerine ilişkin herhangi bir sıralama sunmamaktadır. Bu nedenle VZA sonucunda etkin olan birimlerin performanslarının sıralanmasında GİA'nin kullanıldığı çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Wang, Ma ve Guan, 2007; Kuo, Yang ve Huang, 2008; Uçkun, N ve Girginer, N, 2011).

Sağlık sektöründe VZA tekniğinin başarı ile uygulandığı birçok araştırma bulunmaktadır(Nedelea ve Fannin, 2013; Ben-Arieh ve Gullipalli, 2012; Osman, Berbary, Sidani, Al-Ayoubi, Emrouznejad, 2011; Medin, Anthun, Häkkinen, Kittelsen, Linna, Magnussen, Olsen, Rehnberg, 2011; Chu Ng, 2011;; Lee, Chun, Lee, 2008; Magnussen ve

Nyland, 2008). Türkiye’de de son yıllarda sağlık sektöründe VZA kullanarak yapılan etkinlik analizi çalışmaları artmaktadır(Gök ve Sezen, 2013; Atmaca, Turan, Kartal, Çiğdem, 2012; Bayraktutan ve Pehlivanoglu, 2012; Özgen ve Şahin, 2010; Çakmak, Öktem, Ömürgönülşen, 2009; Temür ve Bakırcı, 2008; Yeşilyurt, 2007; Güleş, Öğüt, Özata, 2007).

Yapılan literatür incelemesinde, Türkiye’deki kamu hastanelerinin ya da servislerinin etkinliklerinin VZA ile belirlenerek etkin olan hastane ya da servislerin performanslarının sıralamasında GİA kullanılmasına ilişkin bütünleştirilmiş bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Son yıllardaki çalışmalarda daha çok, çok değişkenli istatistiksel teknikler ve VZA gibi teknikler kullanılmıştır.

Kamu hastanelerindeki cerrahi servisler, diğer servislere oranla daha çok kaynağa gerek duyan ve kullanan bölümler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle cerrahi servislerin, etkin kaynak kullanımı doğrudan hastanenin performansını etkilemektedir. Bu bağlamda hastanedeki bu servislerin ayrıntılı bir etkinlik analizine tabi tutulması, hem hastanenin genel performansı hem de servislerin bireysel performanslarının tespiti ve yorumlanması açısından önemlidir.

Bu çalışmada, bir kamu hastanesindeki cerrahi servislerin etkinliklerinin belirlenmesi ve bunların analiz edilmesi amaçlanmıştır.. Çalışma kapsamında, ilgili hastanenin 10 cerrahi servisinin etkinliği 4 girdili (yatak devir hızı, toplam hekim sayısı, diğer sağlık personeli sayısı, yatak işgal oranı), 2 çıktılı(toplam ameliyat sayısı, yatan-çıkan hasta sayısı), maksimizasyonu hedefli VZA modeli ile incelenmiştir. Etkin olan servislerin performansları açısından sıralamasında ise GİA kullanılmıştır. GİA sonucunda ayrıca etkin olan servislerin performanslarında etkili olan faktörler de belirlenerek onlar da etki derecelerine bağlı olarak sıralanmışlardır. Çalışmanın, hastane cerrahi servislerinin performansının değerlendirilmesinde ve servis düzeyinde geçerli etkinlik ölçülerinin belirlenmesinde özellikle hastane yöneticilerine önemli bilgiler sunması beklenmektedir.

II. YÖNTEM

Çalışmanın uygulama bölümü iki aşamadan oluşmaktadır. Analizin ilk aşamasında öncelikle 10 cerrahi servisin etkinlikleri VZA ile belirlenmiş, ikinci aşamada ise etkin olan servislerin sıralaması GİA ile yapılmıştır. Öncelikle Eskişehir’deki bir kamu hastanesinin cerrahi servislerinin etkinliklerinin belirlenmesinde VZA kullanılmıştır. Söz konusu servislerin performanslarının belirlenmesinin yanı sıra etkin olmadığı belirlenen servislerin etkinlik sınırına ulaşabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken potansiyel

iyileştirme oranları hakkında önerilerde bulunabilmek de amaçlanmıştır. VZA ile servislerin performans düzeyleri ölçülerek etkinlik skorları elde edilmiştir. VZA, her ne kadar etkin olmayan birimlerin etkinliğe ulaşmalarında yapılması gereken iyileştirmeler konusunda önemli bilgiler sunsa da etkin olduğu belirlenen birimlerin etkinliklerine ilişkin herhangi bir sıralama sunmamaktadır. Bu nedenle VZA sonucunda etkin olan servislerin performanslarının sıralanmasında Gri İlişki Analizi kullanılmıştır.

Bu bağlamda VZA ile etkin oldukları belirlenen servisler GİA kullanılarak performanslarına göre aynı girdi çıktı değişkenleri itibariyle sıralanmışlardır. Böylece etkin karar verme birimleri de kendi içlerinde etkinlikleri itibariyle sıralanmışlardır. Ayrıca GİA ile etkin olan servislerin etkinliklerinde dolayısıyla performanslarında etkili olan faktörlerin de belirlenmesi çalışmanın bir diğer farklılığını ortaya koymaktadır.

II.1. VZA İle Etkinliklerin Belirlenmesi

VZA ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (Charnes v.d., 1978) tarafından benzer mal veya hizmet üreten ve karar verme birimi (KVB) olarak isimlendirilen sistemlerin görece etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiştir. Bu yöntem; farklı ölçü birimlerine sahip, çok sayıda girdi ile çıktı değişkeninin olduğu ve bunların ortak bir ölçüt temeline indirgenemediği durumlarda, KVB'lerin görece toplam faktör etkinliğini ölçmeye imkân veren, doğrusal programlama (DP) esaslı bir yaklaşımdır.

VZA, benzer işlem yapan, çoklu girdi-çıktıya sahip organizasyonel birimlerin görece etkinliklerini ölçmede kullanılan matematiksel programlama tabanlı bir yöntemdir. Özellikle, birden fazla girdi ya da çıktının ağırlıklı bir girdi ya da çıktı setine dönüştürülemediği durumlarda VZA etkin bir yaklaşım olarak kabul görmüştür. VZA yöntemi, homojen oldukları varsayılan üretim birimlerini kendi aralarında mukayese etmektedir. En iyi gözlemi etkinlik sınırı olarak kabul ettikten sonra, diğer gözlemler bu etkin gözleme göre değerlendirilir. Dolayısıyla etkinlik sınırı, varsayılan bir durum değil; gerçekleşen bir gözlemdir. Etkinlik sınırı bu şekilde tespit edildiği için, bu yöntemde rassal hata kullanılmaz.

VZA'nde aynı piyasada faaliyet gösteren bir karar biriminin diğer bir karar birimine göre etkinliğinin ölçülmesi esastır. Bu çözümlemedeki kısıt bütün karar birimlerinin etkinlik sınırı üzerinde veya altında olmaları gerektiğidir. Dolayısıyla, etkin birimler 1 değeri alırken etkin olmayan birimlerin değeri 1'den küçük olmaktadır. 1 ile etkinlik değeri arasındaki fark, aynı miktar çıktının fark nispetinde daha az girdi ile elde edileceğini göstermektedir (Ulucan, 2000).

VZA uygulamasında karar verme birimleri, benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üretmeleri nedeniyle hastanedeki cerrahi servislerdir. Hastanedeki cerrahi servislerin etkinliklerinin incelendiği VZA modelindeki 4 girdi ve 2 çıktı değişkenine ilişkin açıklamalar şu şekildedir:

Yatak devir hızı (X1)Hastanede 01/01/2013 – 30/06/2013 tarihleri arasında bir yatağın hastalar tarafından kaç kez kullanıldığını, diğer bir ifadeyle yatak kullanım verimliliğini ifade etmektedir. Aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Yatak Devir Hızı} = \text{Klinik Çıkan Toplam Hasta Sayısı} / \text{Fiili Yatak Sayısı}$$

Toplam Hekim Sayısı (X2): Hastanede çalışan uzman ve pratisyen hekim toplamını ifade etmektedir.

Diğer Sağlık Personeli Sayısı(X3): Hastanede çalışan hemşire/ebe, psikolog ve sağlık memuru/teknisyen sayısı toplamını ifade etmektedir.

Yatak İşgal Oranı (Kapasite Kullanım Oranı) (X4): Hastanede 01/01/2013 – 30/06/2013 tarihleri arasında kapasite kullanım oranını ifade etmektedir. Verilerin 6 aylık süreyi içermesi nedeniyle formül 180 gün üzerinden yeniden aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

$$\text{Yatak İşgal Oranı} = (\text{Yatılan Gün sayısı} / (\text{Fiili Yatak Sayısı} * 180 \text{ Gün})) * 100$$

Klinik Yatan Çıkan Hasta Sayısı (X5): Hastanede 01/01/2013 – 30/06/2013 tarihleri arasında kliniğe tedavi için yatan ve daha sonra tedavi sonunda çıkan hasta sayısı toplamını ifade eden çıktı değişkenidir.

Toplam Ameliyat Sayısı(X6): Hastanede 01/01/2013 – 30/06/2013 tarihleri arasında ilgili klinikte yapılan ameliyat sayısı toplamını ifade eden çıktı değişkenidir.

Analizde kullanılan veriler ilgili hastaneden alınmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, kullanılan girdi ve çıktı bileşimi ile 2013 yılının ilk altı ayı için geçerlidir. VZA görel bir performans ölçüm aracı olduğundan, kullanılan girdi ve çıktı bileşimleri ile gözlem kümelerine bağlı olarak farklı yıllar için farklı sonuçlar elde edilmesi mümkündür. Analizde hastane servislerinin girdi minimizasyonu yerine çıktı maksimizasyonu odaklı olmaları nedeniyle çıktı maksimizasyonuna yönelik değişken getirili BCC (Banker, Charnes ve Cooper) model kullanılmıştır. VZA'da girdi-çıktı maksimizasyonu model kararının yanında, ölçeğe göre getiri tipinin de seçilmesi gerekmektedir. Çalışmada ele alınan girdiler ve çıktılar dikkate alındığında, değişken getirili modeli kullanmanın daha gerçekçi olmasından dolayı çalışmada değişken getirili BCC modeli kullanılmıştır.

VZA sonucunda etkinliği %100'e eğit olan karar birimleri etkin olarak belirlenirken, etkin olmayan karar birimleri için referans gruplarının oluşturulması gerekmektedir. Tablo1'de cerrahi servislerin etkinlik durumları verilmiştir.

Tablo 1. Cerrahi Servislerinin Etkinlik Oranları ve Referans Sıklıkları

| Cerrahi Servisleri | Etkinlik Skoru | Etkinlik durumu | Referans Sıklıkları |
|--------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Beyin Cerrahi | 100 | Etkin | 0 |
| ocuk cerrahi | 100 | Etkin | 0 |
| Ortopedi | 100 | Etkin | 1 |
| Üroloji | 100 | Etkin | 0 |
| KBB | 100 | Etkin | 0 |
| Kardiyoloji | 100 | Etkin | 0 |
| Genel cerrahi | 100 | Etkin | 1 |
| Göz | 100 | Etkin | 2 |
| Kalp Damar | 96,43 | Etkin değil | 0 |
| Plastik Cerrahi | 52,50 | Etkin değil | 0 |

Tablo 1'deki etkinlik oranlarına göre Kalp Damar (%96,43) ve Plastik Cerrahi (%52,5) servisleri gerçekleştirdikleri ameliyat sayısı ve yatan-çıkan hasta sayısı bakımından etkin olmayan servislerdir. Diğer sekiz servis ise mevcut girdileriyle performanslarını başarılı şekilde yürütmüşlerdir

VZA'nın üstün yönlerinden birisi, etkin olmayan karar birimlerine performanslarını iyileştirebilmeleri için ulaşılabilir hedefler koymasıdır. Etkin olmayan karar birimlerinin, görel olarak etkin birimlerin uyguladığı yöntemleri uygulayarak aynı etkinlik düzeyine ulaşabilecekleri varsayılır. Çalışmada etkin olmadıkları belirlenen servislerin her birisi için hesaplanan potansiyel iyileştirme değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Etkin Olmayan Servislerin Potansiyel İyileştirme Oranları ve Referans Kümeleri

| Servisler | Faktörler | Gerçek | Hedef | Potansiyel iyileştirme (%) | Referans Grup | |
|-----------------|-----------|-------------------------------|-------|----------------------------|---------------|---------------|
| Kalp -Damar | Girdi | Yatak Devir Hızı | 1325 | 1325 | 00,00 | Genel Cerrahi |
| | | Toplam hekim sayısı | 9,13 | 9,13 | 00,00 | |
| | | Diğer sağlık personeli sayısı | 7,00 | 2,98 | -57,37 | |
| | | Yatak işgal oranı | 17 | 7,61 | -55,23 | |
| | ıktı | Yatan-çıkan hasta sayısı | 18,94 | 19,64 | 03,70 | Göz |
| | | Toplam ameliyat sayısı | 301 | 312,13 | 03,70 | |
| Plastik Cerrahi | Girdi | Yatak Devir Hızı | 2830 | 587,57 | -79,24 | |
| | | Toplam hekim sayısı | 51,20 | 51,20 | 00,00 | |
| | | Diğer sağlık personeli sayısı | 3 | 2,15 | -28,44 | |

| | | | | | |
|-------|--------------------------|-------|--------|--------|-----|
| Çıktı | Yatak işgal oranı | 8 | 0,86 | -89,27 | Göz |
| | Yatan-çıkan hasta sayısı | 74,66 | 142,20 | 90,49 | |
| | Toplam ameliyat sayısı | 104 | 307 | 195,38 | |

Tablo 2’de gösterilen mevcut ve olması gereken değerler arasındaki fark, potansiyel iyileştirme değerlerini vermektedir. Potansiyel iyileştirme değerleri, etkin olmadığı belirlenen karar verme birimlerinin(servislerin) etkin konuma yükselebilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken değişiklik oranlarıdır. Pozitif bir potansiyel iyileştirme değeri, karar verme biriminin ilgili girdi ya da çıktı değişkenine ait değeri artırması gerektiğini gösterirken, negatif bir potansiyel iyileştirme değeri ise karar verme biriminin ilgili girdi ya da çıktı değişkenine ait değeri azaltması gerektiğini göstermektedir. Bu değişim oranlarından yararlanılarak etkinliği düşük karar birimlerinin görece olarak etkin hale gelip etkinlik sınırında yer alabilmeleri için girdilerinde ne oranda bir iyileştirme yapabileceklerine ilişkin değerlendirmeler yapılabilir.

Tablo 2’den görüldüğü gibi Kalp Damar Servisi, yatak devir hızı ve hekim sayısında herhangi bir değişikliğe gitmeksizin diğer sağlık personelinde %57,37 oranında, yatak işgal oranında %55,23 oranında azalışa gider; ameliyat ve hasta sayısında da %03,70 oranında artışa giderse referans aldığı Göz, genel cerrahi ve ortopedi servisleri gibi başarılı bir performansa sahip olacaktır. Benzer şekilde Plastik cerrahi servisi hekim sayısında herhangi bir değişikliğe gitmeksizin diğer sağlık personelinde %28,44 oranında, yatak işgal oranında %89,27 oranında ve yatak devir hızında %79,24 oranında azalışa gitmesi; ameliyat sayısında %195,38 oranında ve hasta sayısında %90,49 oranında artışa gitmesi durumunda referans aldığı Göz servisi gibi başarılı bir servis olabilecektir. Yatak devir hızında ortaya çıkan azalış oranı, yatak sayısındaki artışa; benzer şekilde yatak işgal oranındaki azalış ise yatak kullanım süresindeki artışa işaret etmektedir.

Tablo 2’nin son sütununda etkin olmayan servislerin referans olarak alacağı birimler bulunmaktadır. Referans olan birimler ile referansları oldukları etkin olmayan birimler, aynı faaliyet yapısına sahip birimlerdir. Dolayısıyla etkin olmayan herhangi bir birim, kendisi için referans olarak belirlenen birimlerin faaliyet yapılarına uygun faaliyetlerde bulunarak etkin olabilir. Etkin olmayan birimlere referans olan birimlerin referans olma sayısı, bu birimlerin faaliyet yapılarının güçlü olduğunu göstermektedir. Buna göre cerrahi servisler açısından özellikle Göz servisi ve Ortopedi ile Genel Cerrahi servisleri güçlü faaliyet yapısına sahip servislerdir. Dolayısıyla bu üç servis mevcut girdileriyle en fazla çıktıyı sağlayan, başka bir ifadeyle cerrahi işlemlerini en doğru şekilde yerine getiren servislerdir.

II.2. GİA İle Etkin olan Servislerin Sıralaması

Gri İlişkisel Analiz, Gri Teori ana başlığı altında literatürde yerini almış bir karar verme ve analiz aracıdır (Demiray, 2007). Gri teori ilk defa 1982 yılında Tayland'da ki Hua Chung Bilim ve Teknoloji Üniversite'si öğretim üyelerinden olan Profesör Julong Deng tarafından ortaya atılmıştır. Gri teori gri ilişkisel analiz, gri modelleme, gri tahmin ve gri karar verme gibi alt başlıklar altında farklı alanlarda uygulanmaktadır (Üstünişik, 2007).

GİA'nın hesaplama adımları aşağıdaki gibidir (Fung, 2003).

1. Adım: m tane birim ve n tane değişkenden oluşan referans seri ve bu referans seri ile karşılaştırılacak seri belirlenir.

$$X_0 = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k)\},$$

$$X_1 = \{x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(k)\},$$

⋮

$$X_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k)\},$$

⋮

$$X_N = \{x_N(1), x_N(2), \dots, x_N(k)\}$$

Karşılaştırılmış X_i serileri ve X_0 referans serileri arasındaki gri ilişkisel katsayı j biriminden şu şekilde tanımlanır:

$$\gamma_{oi}(j) = \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(j) + \Delta_{\max}} \quad (1)$$

$\Delta_{oi}(j)$ 'de X_0 ve X_i arasındaki mutlak değer j biriminden şu şekildedir,

$$\Delta_{oi}(j) = |x_0(j) - x_i(j)|, \text{ ve } \Delta_{\max} = \max_i \max_j \Delta_{oi}(j), \Delta_{\min} = \min_i \min_j \Delta_{oi}(j)$$

Gri ilişkisel derece (GİD) X_i serisi için aşağıda verilmiştir:

$$\Gamma_{oi} = \sum_{j=1}^K w_j \gamma_{oi}(j) \quad (2)$$

j biriminin ağırlığı w_j 'dir. Eğer ağırlık değeri gerekli değilse, $w_j = \frac{1}{K}$ ortalama olarak alınır.

2. Adım: Veriler Normalize Edilir

Gri ilişki katsayılarının hesaplanmasından önce farklı boyutlardaki göstergelerin karşılaştırılması için verilerin standardize edilmesi gerekir (Hsia ve Wu, 1997). Aşağıdaki üç duruma bağlı olarak veriler standart değerlerine dönüştürülür. Faktörlerin farklı kaynaklardan geldiği, farklı birimlerle ölçüldüğü düşünüldüğünde GİA'nın ilk adımı verilerin aynı birime dönüştürülmesidir. Arıca serinin çok geniş aralıklarda değerler aldığı durumlarda

standartlaştırmayla verilerin küçük bir aralığa çekilmesinde de fayda vardır. Gri sistem teorisinde bu normalleştirme sürecine “gri ilişkisel oluşum (grey relational generating)” adı verilmektedir. Verilerin normalizasyonunda en sık kullanılan yöntemlerden birisi lineer veri önileme metodudur. Faktör serilerinin normalizasyonunda dikkat edilmesi gereken “daha yüksek daha iyi”, “daha düşük daha iyi” ve “ideal değer daha iyi” kriterlerinden hangisinin serinin özelliğini yansıttığıdır (Üstünişik, 2007).

Eğer orijinal serinin amacı sonsuz ise “daha yüksek daha iyi” özelliğini taşıyacaktır. Bu durumda orijinal seri Eşitlik 3’deki gibi normalize edilir:

$$x_i^*(j) = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (3)$$

“Daha düşük daha iyi” özelliği, orijinal serinin bir karakteristiği ise bu durumda orijinal seri Eşitlik 4’deki gibi normalize edilir:

$$x_i^*(j) = \frac{\max_j x_i(j) - x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (4)$$

Bununla birlikte sağlanması gereken kesin bir amacın olduğu “ideal değer daha iyi” durumu söz konusu ise orijinal seri Eşitlik 5’deki gibi normalize edilir:

$$x_i^*(j) = \frac{|x_i(j) - x_{ob}(j)|}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (5)$$

3. Adım: Normalize edilmiş seriler için bir gri ilişkisel katsayı hesaplanır. Gri ilişkisel katsayı Eşitlik 6 ve 7’deki gibi tanımlanır.

Eğer $\max_j x_i(j) \leq x_{ob}(j)$, o halde

$$x_i^*(j) = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{x_{ob}(j) - \min_j x_i(j)} \quad (6)$$

Eğer $x_{ob}(j) \leq \min_j x_i(j)$, o halde

$$x_i^*(j) = \frac{\max_j x_i(j) - x_i(j)}{\max_j x_i(j) - x_{ob}(j)} \quad (7)$$

Formüldeki j katsayısı, Δ_{\max} veri dizisindeki en uç değer olma ihtimalini ortadan kaldırmak amacıyla kullanılır ve genelde de 0,5 olarak alınır.

4. Adım: Gri ilişkisel katsayının ağırlıklı toplamı olan gri ilişkisel derece hesaplanır. Gri ilişkisel derece eşitlik 8'deki gibi tanımlanır:

$$\Gamma_{oi} = \sum_{j=1}^K w_j \gamma_{oi}(j) \quad (8)$$

Uygulamanın ikinci aşamasında VZA ile etkin oldukları belirlenen servislerin kendi içlerinde performansları GİA kullanılarak yapılmıştır. GİA sonucunda hem etkin servisler hem de analize alınan 6 değişken, etkinlikteki etkileri itibariyle sıralanmıştır. GİA aşamalarının çalışmadaki uygulaması şu şekildedir:

1- Karar verme matrisinin oluşturulması

Her karar verme biriminin (VZA'da etkin çıkan her servisin) analize alınan değişkenler itibariyle değerleri Tablo3'de gösterilmiştir.

Tablo 3: Servislerin Karar Verme Matrisi

| | Yatak devir hızı (Max) | Toplam Hekim Sayısı (Min) | Diğer Sağlık Personeli Sayısı (Min) | Yatak İşgal Oranı (Max) | Klinik Yatan Çıkan Hasta Sayısı (Max) | Toplam Ameliyat Sayısı (Max) |
|----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Beyin Cerrahi | 35,92 | 3 | 14 | 63 | 464 | 681 |
| Genel Cerrahi | 50,75 | 14 | 30 | 90,92 | 1609 | 3038 |
| Göz | 238,5 | 10 | 4 | 662,5 | 1431 | 2737 |
| Kardiyoloji | 69,29 | 10 | 35 | 135,73 | 1661 | 2452 |
| Üroloji | 47,6 | 8 | 14 | 102,66 | 1029 | 1812 |
| Çocuk Cerrahi | 49,33 | 1 | 2 | 113,33 | 116 | 207 |
| Ortopedi | 18,37 | 8 | 22 | 39,83 | 800 | 4214 |
| KBB | 114,29 | 11 | 7 | 206,76 | 1096 | 13172 |

2- Normalizasyon

Karar verme matrisinin (Tablo 3) oluşturulmasından sonra X2 ve X3 için Eşitlik 3; X1, X4, X5 ve X6 için ise Eşitlik 4 kullanılarak normalizasyon verileri elde edilir. Referans serisi için $X_0 = \{1.00, 1.00, 1.00, \dots, 1.00\}$ alınmıştır.

Tablo 4. Normalizasyon Verileri

Değişkenler $X_i^(j), j=1,2,\dots,8$*

| Servisler | Girdiler | | | | Çıktılar | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 |
| Referans | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Beyin Cerrahi | 0,079726 | 0,846154 | 0,636364 | 0,037211 | 0,225243 | 0,03656 |
| Genel Cerrahi | 0,147095 | 0 | 0,151515 | 0,08205 | 0,966343 | 0,218357 |
| Göz | 1 | 0,307692 | 0,939394 | 1 | 0,851133 | 0,195141 |
| Kardiyoloji | 0,231318 | 0,307692 | 0 | 0,154014 | 1 | 0,173159 |
| Üroloji | 0,132785 | 0,461538 | 0,636364 | 0,100904 | 0,590939 | 0,123795 |
| Çocuk Cerrahi | 0,140644 | 1 | 1 | 0,11804 | 0 | 0 |
| Ortopedi | 0 | 0,461538 | 0,393939 | 0 | 0,442718 | 0,309063 |
| KBB | 0,435743 | 0,230769 | 0,848485 | 0,268087 | 0,634304 | 1 |

3- Mutlak Değerlerin Hesaplanması [$\Delta_{0i}(j)$]

$\Delta_{0i}(j)$, her değer referans değerinden olan farkının mutlak değeridir.

Tablo 5. Mutlak Değerler $\Delta_{0i}(j)$

| Servisler | Değişkenler $X_i^*(j), j=1,2,\dots,8$ | | | | | |
|---------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Girdiler | | | | Çıktılar | |
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 |
| Beyin Cerrahi | 0,920274 | 0,153846 | 0,363636 | 0,962789 | 0,774757 | 0,96344 |
| Genel Cerrahi | 0,852905 | 1 | 0,848485 | 0,91795 | 0,033657 | 0,781643 |
| Göz | 0 | 0,692308 | 0,060606 | 0 | 0,148867 | 0,804859 |
| Kardiyoloji | 0,768682 | 0,692308 | 1 | 0,845986 | 0 | 0,826841 |
| Üroloji | 0,867215 | 0,538462 | 0,363636 | 0,899096 | 0,409061 | 0,876205 |
| Çocuk Cerrahi | 0,859356 | 0 | 0 | 0,88196 | 1 | 1 |
| Ortopedi | 1 | 0,538462 | 0,606061 | 1 | 0,557282 | 0,690937 |
| KBB | 0,564257 | 0,769231 | 0,151515 | 0,731913 | 0,365696 | 0 |

4- Gri İlişki Katsayılarının Hesaplanması [$\gamma_{0i}(j)$]

İlişki katsayıları $\gamma_{0i}(j)$ Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanır.

Tablo 6. Gri İlişki Katsayıları $\gamma_{0i}(j)$

| Servisler | Değişkenler $X_i^*(j), j=1,2,\dots,8$ | | | | | |
|---------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Girdiler | | | | Çıktılar | |
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 |
| Beyin Cerrahi | 0,352045 | 0,764706 | 0,578947 | 0,341813 | 0,392232 | 0,341661 |
| Genel Cerrahi | 0,369575 | 0,333333 | 0,370787 | 0,352622 | 0,936931 | 0,390124 |
| Göz | 1 | 0,419355 | 0,891892 | 1 | 0,770574 | 0,383183 |
| Kardiyoloji | 0,39411 | 0,419355 | 0,333333 | 0,371475 | 1 | 0,376835 |
| Üroloji | 0,365707 | 0,481481 | 0,578947 | 0,357374 | 0,550018 | 0,363318 |
| Çocuk Cerrahi | 0,367821 | 1 | 1 | 0,361805 | 0,333333 | 0,333333 |
| Ortopedi | 0,333333 | 0,481481 | 0,452055 | 0,333333 | 0,472911 | 0,419837 |
| KBB | 0,469811 | 0,393939 | 0,767442 | 0,405873 | 0,57757 | 1 |

5- Gri İlişki puanlarının Γ_{0i} Hesaplanması

Eşitlik 2 kullanılarak her servis için (Tablo 7) ve her değişken için (Tablo 8) gri ilişki dereceleri hesaplanır.

Tablo 7. Servislerin Performansları ve Sıralamaları

| Servisler | Γ_{0i} | Sıra |
|---------------|---------------|------|
| Beyin Cerrahi | %46,19 | 5 |
| Genel Cerrahi | %45,89 | 6 |
| Göz | %74,42 | 1 |
| Kardiyoloji | %48,25 | 4 |
| Üroloji | %44,95 | 7 |
| Çocuk Cerrahi | %56,61 | 3 |
| Ortopedi | %41,55 | 8 |
| KBB | %60,24 | 2 |

Tablo 7'deki gri ilişki katsayılarına bakıldığında, en yüksek performansa sahip olan servis Göz servisedir. Diğer bir ifadeyle Göz Servisi hekim ve personel sayısını en küçüklemede; hasta sayısını, ameliyat sayısını, yatak devir hızını ve yatak işgal oranını en fazla arttırmada başarılı olan ve faaliyet yapısı çok daha güçlü bir servis olarak görülmektedir. Göz servisi VZA sonucunda da güçlü faaliyet yapısı nedeniyle daha fazla referans gösterilen karar verme birimi olmuştur. Göz servisini performans açısından KBB ve Çocuk Cerrahi servisleri izlemektedir. Buna karşılık Ortopedi servisinin ise performansı diğer servislere göre en düşüktür.

Tablo 8. Modeldeki Değişkenlerin Gri İlişki Dereceleri ve Sıralamaları

| Değişkenler | Γ_{0i} | Sıra |
|-------------------|---------------|------|
| Yatak devir hızı | %45,65 | 4 |
| Hekim Sayısı | %53,67 | 3 |
| Personel Sayısı | %62,17 | 2 |
| Yatak işgal oranı | %44,05 | 6 |
| Hasta sayısı | %62,92 | 1 |
| Ameliyat sayısı | %45,10 | 5 |

Etkin servislerin performanslarında etkili olan faktörlerin Tablo 8'deki önem derecelerine bakıldığında, cerrahi servislerin performanslarını en fazla etkileyen değişkenin hasta sayısı olduğu görülürken, yatak işgal oranının ise performansı en az etkileyen değişken olduğu görülmektedir.

III. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bir kamu hastanesindeki 10 cerrahi servisin performanslarının belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada, etkin olmayan servislerin performanslarını iyileştirmelerine yönelik

öneriler sunarak, etkinliğe erişmede önemli faktörlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öncelikle, cerrahi servislerin performans düzeyleri VZA ile ölçülerek etkinlik skorları elde edilmiştir. Faaliyetleri kapsamında etkin olmadığı, dolayısıyla faaliyetlerini doğru bir şekilde gerçekleştiremediği belirlenen servislerin, yapısal olarak daha yakın olduğu ve referans olarak aldığı servisler gibi hizmetlerini doğru şekilde gerçekleştirebilmesi için hangi göstergelerinde değişikliğe gitmesi gerektiği de VZA bulgularından hareketle gösterilmiştir.

VZA sonucunda elde edilen bulgulara göre, cerrahi servisler içinde sadece 2 tanesinin etkinliğe ulaşamadıkları görülmüştür. Etkin olmayan bu cerrahi servisler açısından etkinliğe erişmede etkili olan girdi değişkenlerinin; sağlık personeli sayısı ve yatak işgal oranında görülmektedir ki etkin olmayan cerrahi servisleri bu girdilerinde azalışa gitmek durumundadırlar. Buna karşılık iki çıktı değişkeninde de artışa gitmeleri gerekmektedir. Etkin olmayan bu servislerden kalp damar servisinin söz konusu girdi değişkenlerindeki azalış, çıktı değişkenlerindeki artış oranları oldukça düşüktür.

VZA sonucunda etkin olduğu belirlenen 8 cerrahi servisin kendi içlerinde performanslarını sıralamak ve analize alınan değişkenlerin performanstaki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan GİA sonucunda; Göz servisi, performansı en iyi servis olarak belirlenmiştir ki Göz servisi VZA sonucunda da faaliyet yapısı en güçlü servis olarak en fazla referans alınan servis olmuştur. Analize alınan değişkenlerin performanstaki etkilerinin sıralamasına göre hasta sayısı en önemli değişken olarak ortaya çıkmıştır. Hasta sayısından sonra performans üzerinde etkili olan diğer iki değişken, personel sayısı ve hekim sayısıdır.

Bu çalışmanın kıt kaynakların etkin tahsisinin büyük önem taşıdığı günümüz dünyasında, özellikle sağlık kuruluşlarına ve hastane içindeki servislere ayrılacak ödeneklerin belirlenmesinde hastane yöneticilerine ve politika yapıcılara önemli bilgiler sunması beklenmektedir. Araştırmadan elde edilen bulguların etkin olmayan servislerin etkin bir yapıya kavuşabilmelerinde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Konunun hastaneler ve devlet açısından önemi dikkate alındığında, benzer çalışmaların sürekli olarak güncellenmesi ve değişen şartlara göre revize edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla literatürdeki eksiklikler dikkate alındığında, bu çalışmanın öncü bir çalışma olması ve buna bağlı olarak bu konuda bundan sonra yapılacak çalışmalara başlangıç oluşturmasıyla literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

References

Atmaca, E., Turan, F., Kartal, G., Çiğdem, E., S. (2012). Ankara ili Özel Hastanelerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2, 16, 135-153.

Bayraktutan, Y., Pehlivanoglu F. (2012). Sağlık İşletmelerinde Etkinlik Analizi: Kocaeli Örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23, 127-162.

Behdioğlu S., Özcan G. (2009). Veri Zarflama Analizi ile Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(3), 301-326.

Ben-Arieh, D., Gullipalli, D., K. (2012). Data envelopment analysis of clinics with sparse data: Fuzzy Clustering Approach. *Computers & Industrial Engineering*, 1, 63, 13-21.

Boetti, L., Piacenza, M., Turati, G. (2009). Fiscal decentralization and spending efficiency of local governments. An empirical investigation on a sample of Italian municipalities. *Working paper SIEP, Università degli Studi di Pavia*.

Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429, 429 - 444.

Chu Ng, Y. (2011). The productive efficiency of Chinese hospitals. *China Economic Review*, 3, 22, 428-439.

Çakmak, M., Öktem, M., K., Ömürganülşen, U. (2009). Türk kamu hastanelerinde teknik verimlilik sorunu: Veri zarflama analizi tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na bağlı kadın doğum hastanelerinin teknik verimliliklerinin ölçülmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 1, 12, 1-36.

Demiray, A. (2007). Makine Seçim Probleminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Çözümü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Fung, C.P. (2003). Manufacturing process optimization for wear property of fiber-reinforced polybutylene terephthalate composites with grey relational analysis. *Wear*, 254 (3-4), 298-306.

Geum, Y., Cho, Y., Park, Y. (2011). A Systematic Approach For Diagnosing Service Failure: Service-Specific FMEA and Grey Relational Analysis Approach. *Mathematical and Computer Modelling*, 54, 11-12, 3126-3142.

Gök, M., S., Sezen, B. (2013). Analyzing the ambiguous relationship between efficiency, quality and patient satisfaction in healthcare services: The case of public hospitals in Turkey. *Health Policy*, 3, 111, 290-300.

Güleş, H., K., Ögüt, A., Özata, M. (2007). Sağlık işletmelerinde örgütsel etkinliğin artırılmasına yönelik veri zarflama analizine dayalı bir uygulama. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1, 11, 69-82.

Hsia, K.H., Wu, J.H. (1997). A Study on the Data Preprocessing in Grey Relational Analysis. *Journal of Chinese Grey System*, 1 (1), 47-53.

Karacaer S. (1998). Antalya Yöresindeki 4 ve 5 yıldızlı otellerde toplam etkinlik ölçümü: Bir veri zarflama analizi uygulaması. *Hacettepe University, Institute of Social Sciences, Master's Thesis*.

Kuo, Y., Yang, T., Huang G. (2008). The Use of Grey Relational Analysis in Solving Multiple Attribute Decision-Making Problems. *Computers & Industrial Engineering*, 55, 1, 80-93.

Kuosmanen T. (2003). *Modeling Blank Data Entries in Data Envelopment Analysis*. Wageningen University Department of Social Science, Wageningen, Netherlands.

Lee, K., Chun, K., Lee, J. (2008). Reforming the hospital service structure to improve efficiency: Urban hospital specialization. *Health Policy*, 1, 87, 41-49.

Lǐ-zhong, D., Gu-na, D., Guang-Qian, Z., Ying Z., Chun-Yu X., Hao, G. (2012). The Grey Relational Analysis of Influential Factors For Chinese Medicine in General Hospital. *Grey Systems: Theory and Application*, 2, 2, 311-323.

Yong-Huang, L., Pin-Chan, L., Chang T. (2009). Practical Expert Diagnosis Model Based On The Grey Relational Analysis Technique. *Expert Systems with Applications*, 36, 2, 1523-1528.

Magnussen, J. Nyland, K. (2008). Measuring efficiency in clinical departments. *Health Policy*, 1, 87, 1-7.

Medin, E., Anthun, K.,S., Häkkinen, U., Kittelsen, S., A., C., Linna, M. Magnussen, J., Olsen, K.,Rehnberg, C. (2011). Cost efficiency of university hospitals in the nordic countries: a cross-country analysis. *The European Journal of Health Economics*, 6, 12, 509-519.

Nedelea, I.,C., Fannin J., M. (2013). Impact of conversion to critical acces hospital status on hospital efficiency. *Socio-Economic Planning Sciences*, 3, 47, 258-269.

Osman, I., H., Berbary, L., N., Sidani, Y., Al-Ayoubi, B., Emrouznejad, A. (2011). Data envelopment analysis model for the appraisal and relative performance evaluation of nurses at an intensive care unit. *Journal of Medical Systems*, 6, 35, 1039-1062.

Özgen, H., Şahin, İ. (2010). Measurement of efficiency of the dialysis sector in Turkey using data envelopment analysis. *Health Policy*, 2-3, 95, 185-193.

Temür, Y., Bakırcı F. (2008). Türkiye’de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:X, Sayı:3, 261-282.

Ulucan A.(2000). Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel Ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18, 405-418.

Uçkun, N., Girginer, N. (2011). Türkiye’deki Kamu ve Özel Bankaların Performanslarının GİA İle İncelenmesi, Akdeniz İİBF Dergisi, 21, 46-66.

Üstünişik, N.Z. (2007). Türkiye'deki İller ve Bölgeler Bazında Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması: Gri ilişkisel Analiz Yöntemi ve Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Wang S., Ma Q., Guan Z. (2007). Measuring Hospital Efficiency in China Using Grey Relational Analysis and Data Envelopment Analysis. *Proceedings of 2077 IEEE International Conference on Grey Ssystems and Intelligent Services*, November 18-20, 2007, Nanjing, China.

Yeşilyurt, M., E. (2007). Türkiye’de eğitim hastanelerinin etkinlik analizi. Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 1, 21, 61-74.