

GÖRELİ ETKİNLİĞİNİN SAĞLANMASINDA REFERANS KÜME OLUŞTURULMASI VE REFERANS SEÇİMİ

Yrd. Doç. Dr. Adem BABACAN

Bartın Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
İşletme Bölümü

ÖZ

Performans ve etkinliğin öneminin arttığı günümüzde organizasyonların nasıl etkinliklerini artıracacağı sorusu önem kazanmaktadır. Bu sorunun cevaplarından biri en iyi performansı yakalayan organizasyonlardan birini rol modeli olarak ele alarak ona benzemeye çalışmaktır.

Bu çalışmada iyi performans gösteremeyen birimlerin etkin olabilmeleri için örnek almaları gereken rol modeli birimlerin belirlenmesine çalışıldı. Bu süreçte veri zarflama modeli kullanıldı. Çalışmada Alanya Bölgesi Otelleri değerlendirildi. 3 etkin Otel referans kümesi olarak tespit edildi. Etkin olamayan Oteller için rol modelleri tespit edildi ve kendi aralarında gruplandırıldı. Bu otellerin etkin olabilmeleri için önerilerde bulunuldu.

Anahtar Kelimeler: Referans kümesi, etkinlik, performans, oteller

FORMING REFERENCE SETS AND SELECTION OF REFERENCE IN ASSURING RELATIVE EFFICIENCY

ABSTRACT

At present, the importance of performance and efficiency is rising and the question of how the organisations will increase their efficiency is gaining importance. One of the answers of this question is to take one of the organizations that has performed best as a role model and try to simulate it.

This study was an attempt to determine the role model units which should be taken as an example by the units with a poor performance so as to be efficient. Data envelopment analysis was used in this process. In the study, hotels in Alanya region were evaluated. Three efficient hotels were determined as reference set. Role models were determined for inefficient hotels and grouped among each other. Some recommendations were made for these hotels to be efficient.

Keywords: Reference set, efficiency and performance, hotels

GİRİŞ

Veri Zarflama Analizinde (VZA) CCR ve BCC olarak bilinen modeller Standart VZA modeller olarak adlandırılırlar. Bu standart modellerden CCR modelini Charnes ve arkadaşları (Charnes, 1978:429) ölçeğe göre sabit getiri altında geliştirdi. BCC modelini ise Banker ve arkadaşları (Banker, 1984:1078)

ölçeğe göre değişken getiri altında açıkladılar. Bu modellerin her ikisi de etkin Karar Verme Birimi (KVB)'ni görelî olarak diğerk KVB'lere göre performansı iyileştirilemiyor ise incelenen KVB'ni etkin olarak tanımlarlar. İncelenen KVB'nin görelî olarak performansı iyileştirilebiliyor ise bu KVB etkin değıldir şeklinde tanımlanır. Etkin olan bütün KVB'lerin skorları 1(%100) olarak sıralanırken etkin olmayan KVB'lerin etkinlik skorları 1(%100)'den daha küçük olarak sıralanır. Bu sıralama bütün KVB'ler için tanımlanan bir Üretim İmkânlar Kümesi (ÜİK) ve bu kümenin kullanılması ile elde edilen üretim sınırı yardımı ile olmaktadır. Etkin KVB'ler bu sınır üzerinde yer alırken etkin olmayan KVB'ler bu sınırdan etkin olmadıkları ölçüde uzaklaşmaktadır.

VZA modelleri üzerine yapılan çalışmalar standart modele yapılan eklenti ve uzantılarla oldukça genişledi. Çalışmaların hemen çoğunda girdi ve çıktıları belirlenen KVB'ler için girdi yönelimli yada çıktı yönelimli olarak problemin çözümü yapıldıktan sonra etkin olan ve olmayan KVB'ler belirlenir. Takibinde süperetkin VZA Modeli ile etkin olan KVB'ler yeniden kendi içerisinde sıralanır (Andersen, 1993:1261).Etkin olmayan KVB'ler için ise potansiyel iyileştirme oranları verilir ve etkin olabilmelerin için kendilerini benzetecekleri referans kümesi içinde bulunan etkin KVB'ler içinde bulunan rol modeli KVB'ler önerilir.

Turizmde konaklama sektörü kaynakların iyileştirilmesi, pazara nüfuz etme, kar maksimizasyonu üzerine odaklanmışlardır. Bu kavramlarda verimlilik ve performans gibi kavramların öne çıkmasını sağlamaktadır. Bu sebeple birçok ülke otel ve konaklama tesislerindeki performansı ölçmek için çalışmalar yapılmıştır. Hindistan'da otel ve restoranlarda (Sanjeev, 2007:378), Portekiz'de otel sektöründe (Barros,2005:456), bir özel otelde (Cornel Hotel ve Restaurant) (Reynols, 2003:130), Tayvan'da bulunan 45 uluslararası otel işletmesinde (Hwang, 2003:357) VZA kullanarak performansın önemli bir bileşeni olan etkinlik analizleri yapmıştır. Türkiye'de de Alanya bölgesi otellerinde (Babacan, 2010:176), Doğı Anadolu Bölgesindeki dört ve beş yıldızlı konaklama işletmelerinin etkinlik ölçümleri (Erciş, 2008:50) yapılmıştır.

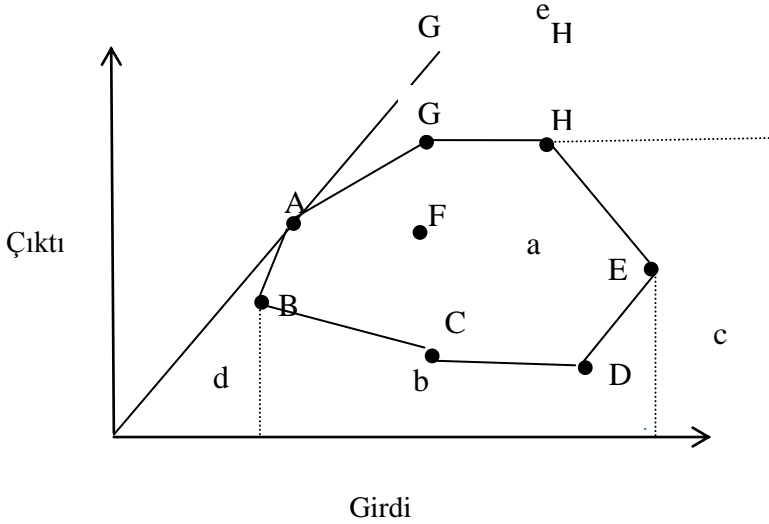
Küreselleşen dünyanın turizm pazarında Türkiye'nin payı her geçen gün artmaktadır. Bu ise rekabeti artırmaktadır. Turizmin gelişmesi ile özellikle Akdeniz kıyılarının otel ve konaklama tesisleri ile aşırı dolması, Türkiye'ye gelen turist sayısındaki artışın bölgedeki tesis sayısındaki artışa paralel gitmemesi rekabeti ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada Türkiye ekonomisinde giderek önemi artan otellerin etkinlikleri bakılarak referans kümeleri belirlenip gruplandırıldı.

Bu çalışmada girdi-çıktı bilgilerine ulaşabildiğimiz Alanya Bölgesindeki 22 konaklama tesisi çalışıldı.

I. ÜRETİM İMKÂNLAR KÜMESİ VE ÜRETİM SINIRI

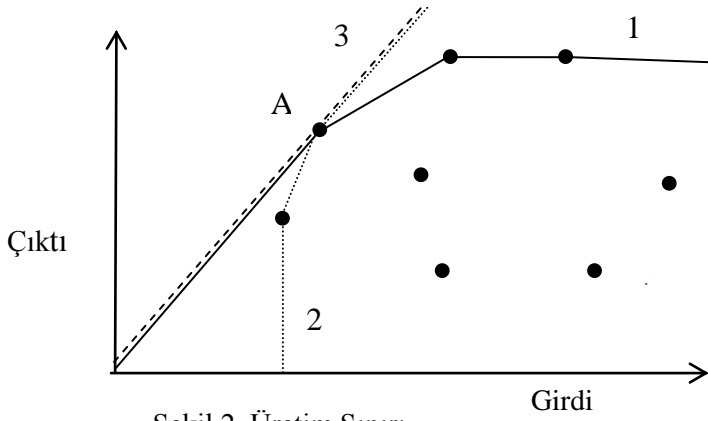
Üretim imkânlar kümesi (ÜİK) belirli bir üretim teknolojisi tarafından mümkün kılınan etkin yada etkin olmayan tüm girdi çıktı dönüşümlerini içerir (Yolalan, 1993:12).

Bir organizasyonun genel anlamdaki etkinliği, üretimde kullanılan girdi başına en büyük çıktı üretme başarısı olarak anlaşılır. Bu ise üretim sınırının bilinmesini zorunlu kılar. Üretim sınırı belirlenmesinde teorik yada ampirik üretim fonksiyonu belirleme yaklaşımlarından birinden faydalanılabilir. VZA gözlemlere dayalı ampirik üretim fonksiyonlarını dikkate alır. Konu ile ilgili aksiyomatik yapı Yolalan (Yolalan, 1993:7) tarafından 9 Postulat olarak verilmiştir. Bu postulatlar üzerinden Şekil.1'de Üretim İmkânlar Kümesi ve üretim sınırı Şekil.2'de gösterildi.Şekil. 1'de a,b,c... bölgeleri ve A,B,C... ise KVB'leri göstermektedir.



Şekil.1 Üretim İmkânlar Kümesi

Şekil.1'de 9 postulatın bazılarının kabulü ile etkinlik değerlendirmelerinde kullanılan ampirik ve dışbükey (konveks) olan ÜİK'ni göstermektedir. Burada a bölgesi üretimin gerçekleştiği alandır. Bu alan ÜİK için gerçekçi olamaz. Çünkü bu alandaki KVB'ler için aynı miktar girdi ile daha düşük çıktı elde edilebilme olasılığı vardır. Bu alan b ile gösterilmiştir. Alan c ise daha fazla girdi ile aynı miktar üretme olasılığı olan bölgedir. Alan d ise KVB'lerin ölçeklerini küçülterek gelebilecekleri alanı göstermektedir. Aynı şekilde e bölgesi ölçeğin artırılması ile daha fazla üretim yapılma olasılığı olan bölgedir. Bu bölgeler ve 9 postulat ışığında ölçeğe göre azalan getiri, ölçeğe göre artan getiri ve ölçeğe göre sabit getiri altında üretim sınırı Şekil.2'de gösterildi.



Şekil.2. Üretim Sınırı

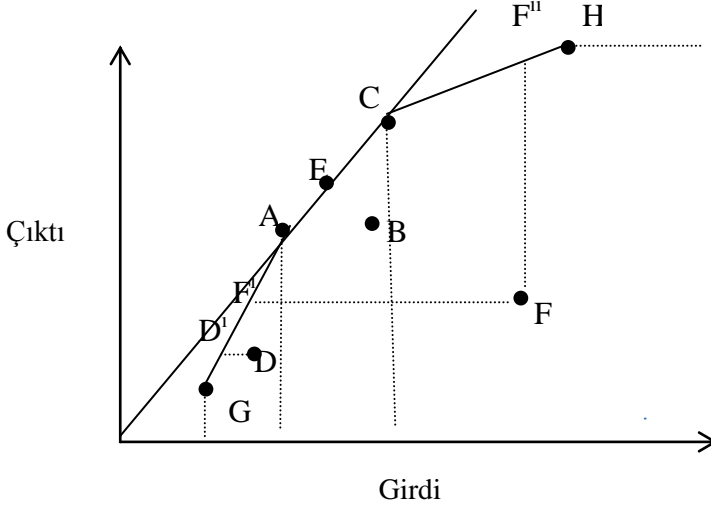
Şekil. 2’de a,b,c,d bölgelerini kapsayan ÜİK’ne karşılık gelen 1 numaralı üretim sınırı Ölçeğe Göre Azalan Getiri sağlamaktadır. a,b,c,e bölgelerini kapsayan ÜİK’ne karşılık gelen 2 numaralı üretim sınırı Ölçeğe Göre Artan Getiri sağlamaktadır. a,b,c,d,e bölgelerini kapsayan ÜİK’ne karşılık gelen 3 numaralı üretim sınırı Ölçeğe Göre Sabit Getiri sağlamaktadır.

Üretim fonksiyonunun üretim sınırı olarak ampirik incelenmesini Farrel (Farrel, 1957:253) yapmıştır. Bir organizasyonun etkinliği ölçüsü olarak bu üretim sınırları altında kalma derecesi alınır.

Etkinlik ölçümlerini ekonometrik ve matematiksel programlama modelleri olarak iki ana guruba ayırabiliriz. VZA bir matematiksel programlama modelidir. Oluşturulan üretim sınırına yakınlık ile ilişkili göreceli etkinlik ölçüm tekniğidir.

II. TOPLAM ETKİNLİK

Bir KVB’nin, doğrusal programlama modeli çözümü sonucu etkinlik skoru 1’den küçük ($\theta^* < 1$ veya $z^* < 1$) ise bu KVB etkin değildir denir. Eğer optimal değerler 1’e eşit ise etkindir denir. Bu durumda etkin olan KVB’ler etkinlik sınırı üzerinde yer alır. Ancak Şekil 2’de 2 sınırının A noktasının altındaki sınır çizgisi üzerinde yer alan ve 1 sınırının A noktasının üstündeki sınır çizgisi üzerinde yer alan KVB’ler $\theta^* = 1$ olmalarına rağmen tam etkin olamazlar. Tam etkin olmaları için 3 sınırı üzerinde yer almalıydılar. 3 sınırı CCR sınırı yada tam etkinlik sınırıdır. Şekil.3’te tek girdi ve tek çıktı örneği görülmektedir. Bu sınırdaki GA, AC ve CH BCC sınırıdır ve Ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri durumunu açıklar.



Şekil.3. Ölçek Etkinliği ve Referans Kümesi Yeri

Banker ve arkadaşlarının önerdiği BCC modelinde göre ölçeğe göre getiri (ÖĞG) tanımlanmıştır. Üç değişik (ÖĞG) durumu ortaya çıkar.

- Tüm optimal çözümler için çözüm değişkeni $u_0^* < 0$ ise girdi ve çıktı vektörleri için Ölçeğe Göre Artan Getiri durumu vardır. Şekil.3'te GA çizgisi ile gösterilen bölgedir.
- Tüm optimal çözümler için çözüm değişkeni $u_0^* > 0$ ise girdi ve çıktı vektörleri için Ölçeğe Göre Azalan Getiri durumu vardır. Şekil.3'te CH çizgisi ile gösterilen bölgedir.
- En az bir optimal çözüm için çözüm değişkeni $u_0^* = 0$ ise girdi ve çıktı vektörleri için Ölçeğe Göre Sabit Getiri durumu vardır. Şekil.3'te AC çizgisi ile gösterilen bölgedir.

Etkinlik sınırı üzerinde olmayan F KVB'sini ele alırsak bu KVB etkin olabilmek için kendisini ya F' ya da F'' sınır üzerindeki noktaya taşınmalıdır. F' noktasına taşınır ise bu durum girdi yönelimli BCC modelinde ölçeğe göre azalan getiri ve F'' noktasına taşınır ise bu durum çıktı yönelimli BCC modelinde ölçeğe göre artan getiri durumunu ortaya çıkarır. F KVB'si için ölçek etkinliğini sağlayamamış denir. B KVB'si ise ölçek etkinliğini sağlamış olmasına rağmen sınır üzerinde olmadığı için etkin olamamıştır. D ise sınır üzerinde yer alarak BCC etkin olmuş ancak ölçek etkinliğini sağlayamamıştır. Ölçeğe göre artan getiri bölgesinde yer almıştır. D kendisini D' noktasına taşıyarak etkinliğini sağlayabilir. H ise sınır üzerinde yer alarak BCC etkin olmuş ancak ölçek etkinliğini sağlayamamıştır. Ölçeğe göre azalan getiri bölgesinde yer almıştır. A,E,C ise hem sınır üzerinde yer almış hem de ölçek etkinliğini sağlayarak tam etkin olmuştur. Tam etkinliği sağlayan bu KVB'lerin oluşturduğu küme Referans Kümesi olarak tanımlanır.

III. REFERANS KÜMESİ

Etkin olmayan karar verme birimi etkin olabilmek için etkinlik sınırı üzerine gelmeye çalışacaktır. Bir diğer deyişle kendisine bir etkin karar verme modelini model seçip ona benzemeye çalışacaktır. Benzemeye çalışacağı karar verme birimlerinin oluşturduğu kümeye referans kümesi adı verilir.

Etkin olmayan bir karar verme birimi için referans kümesi E_o olsun. Bu küme

$$E_o = \{j \mid \lambda_j^* > 0\} \quad (j \in \{1, \dots, n\})$$

olarak ifade edilir. Bu durumda bir optimal çözüm aşağıdaki gibi ifade edilebilir,

$$\theta^* x_o = \sum_{j \in E_o} x_j \lambda_j^* + s^{-*}$$

$$y_o = \sum_{j \in E_o} y_j \lambda_j^* - s^{+*}$$

Bu denklemler bize aşağıdaki bilgileri aktarır,

$$x_o \geq \theta^* x_o - s^{-*} = \sum_{j \in E_o} x_j \lambda_j^*$$

$$y_o \leq y_o + s^{+*} = \sum_{j \in E_o} y_j \lambda_j^*$$

$x_o \geq$ teknik- karışım etkinliksizliği

$y_o \leq$ gözlenmiş çıktılar + çıktı eksikliği

Burada x_o gözlenmiş girdi değerlerinin pozitif kombinasyonudur. Burada y_o ise gözlenmiş çıktı değerlerinin pozitif kombinasyonudur.

Bu denklemlerin anlamı $\theta^*=1$ olunca karar verme birimi etkin olduğuna göres* girdi fazlalığının azaltılması ile ilgilidir. Karar verme birimi girdi vektörünü θ^* oranında radyal olarak azaltarak girdi fazlalıkları olan s^{-*} miktarı kadar daha düşürebilirse etkin hale gelir. Benzer şekilde çıktı eksikliğini s^{+*} miktarı kadar artırabilirse karar verme birimi etkin hale gelir. Böylece etkin olmayan karar verme biriminin iyileşmesi için CCR'nin dual problemin çözümünden toplam girdi iyileşmesi Δx_o ve toplam çıktı iyileşmesi Δy_o ile gösterilirse

$$\Delta x_o = x_o - (\theta^* x_o - s^{-*}) = (1 - \theta^*) x_o + s^{-*}$$

$$\Delta y_o = s^{+*}$$

olur. Bu sebeple iyileşmenin formülasyonunu

$$\hat{x}_o = x_o - \Delta x_o = \theta^* x_o - s^{-*} \leq x_o$$
$$\hat{y}_o = y_o + \Delta y_o = \theta^* y_o + s^{+*} \geq y_o$$

Burada \hat{x}_o ve \hat{y}_o iyileştirme gösteren girdi ve çıktı vektörleridir ve CCR izdüşümleri olarak adlandırılırlar. Karar verme birimini başvuru kümesi olan E_o içindeki herhangi bir karar verme birimine projekte ederler (izdüşürür). E_o referans kümesi içerisindeki karar verme birimlerinin negatif olmayan tüm kombinasyonları etkindir (Cooper 1999:47).

IV. AMAÇ

Bu araştırmadaki amaç VZA kullanılarak yapılan analizlerde etkinlik skorlarının belirlenmesini takiben tespit edilen Referans Kümesi yardımı ile etkin olmayan KVB'lere etkin olmaya çalışırken kendilerine rol modeli olarak KVB seçmelerini önermektir. Ayrıca aynı çalışma alanlarında farklı karışımlarda ancak benzer girdi kullanarak benzer çıktılar üreten KVB grubu etkinliği yakalamaya çalışırken hangi KVB'ye ya da KVB'lere benzemeye çalışması gerektiği sorularına cevap aramaktır. Ayrıca etkin olmayan KVB'lerin bir gruplanmasını gerçekleştirmektir.

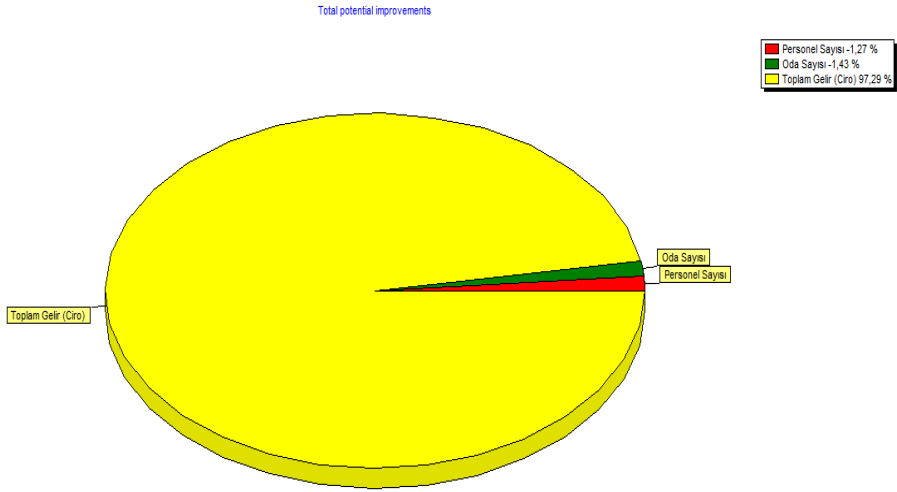
V. YÖNTEM

Çalışmada Alanya Bölgesindeki 22 Otel KVB olarak seçildi. Bu çalışmada 2008 yılına ait veriler kullanıldı. Bu veriler yüz yüze görüşme sonucunda edilmiştir.

Girdi olarak personel sayısı, oda sayıları kullanıldı. Çıktı olarak toplam otel geliri kullanıldı. Toplanan veriler VZA için oluşturulmuş bilgisayar paket programları yardımı ile çıktı yönelimli olarak CCR yöntemlerine göre çözümlenerek Şekil.4'de toplam potansiyel iyileştirmeler, Tablo.1'de etkinlik skorları ve referans kümesi belirlendi. Şekil.5'de etkinlik sınırı çizildi.

VI. BULGULAR

Toplam etkinlik yönü ile bakıldığında personel sayısı ve oda sayısı fazla olmasına rağmen etkin olamamanın ana kaynağı otellerin toplam gelirleri olarak görülmektedir. Buna göre Alanya bölgesindeki otellerin gelirlerini %97,29 oranında artırması, personel sayısını %1,27 ve oda sayısını %1,43 azaltması gerekmektedir.



Şekil.4. Toplan Potansiyel İyileştirmeler.

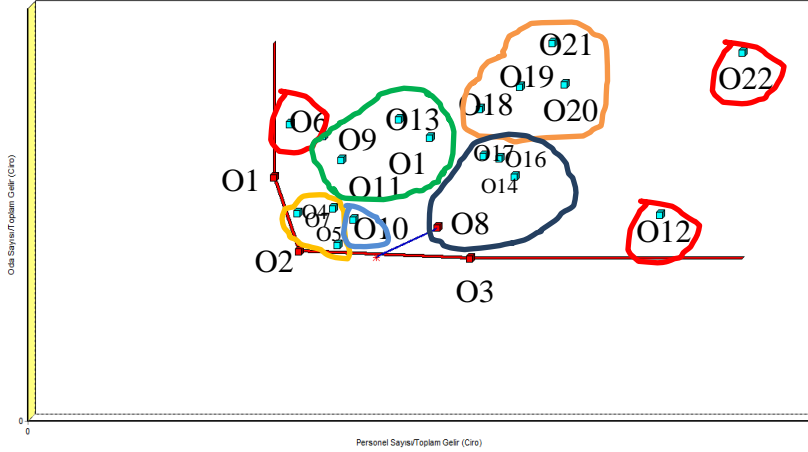
Tablo.1. KVB'lerin Etkinlik Analizi

OTELLER	Yıldız Sayısı	CCR Skoru	Referans Gösterilme Sayısı	Rol Modeli Otel No	Otel Grubu
O1	4	100	11	ETKİN	
O2	4	100	8	ETKİN	
O3	5	100	17	ETKİN	
O4	4	96,55		O1,O3	1
O5	4	95,64		O1,O3	1
O6	3	93,98		O1	3
O7	3	86,88		O1,O3	1
O8	4	85,7		O2,O3	4
O9	3	83,69		O1,O3	5
O10	4	83,65		O2,O3	2
O11	3	81,54		O1,O3	5
O12	5	78,72		O2	7
O13	3	69,12		O1,O3	5
O14	4	67,9		O2,O3	4
O15	4	65,65		O1,O3	5
O16	4	63,62		O2,O3	4
O17	4	63,27		O2,O3	4

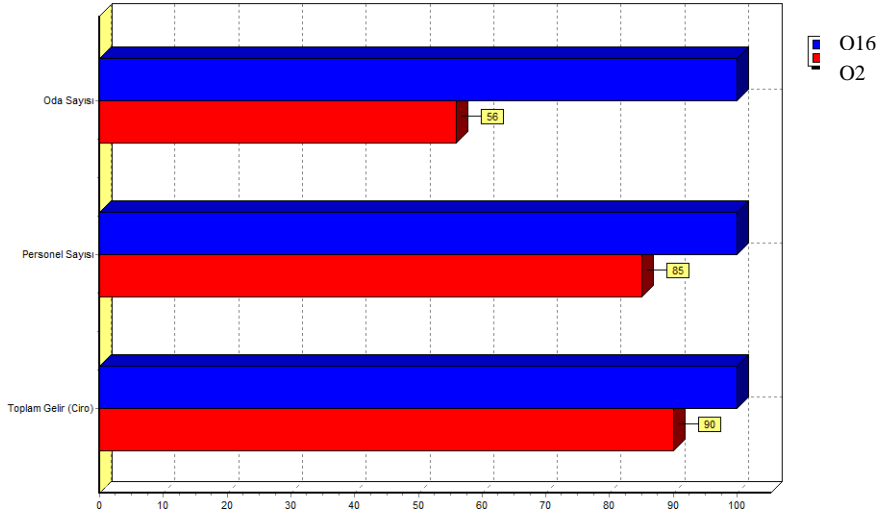
OTELLER	Yıldız Sayısı	CCR Skoru	Referans Gösterilme Sayısı	Rol Modeli Otel No	Otel Grubu
O18	4	58,59		O1,O3	6
O19	4	53,94		O1,O3	6
O20	4	50,09		O1,O3	6
O21	3	49,98		O1,O3	6
O22	4	45,01		O2,O3	8

Etkinlik analizi sonucunda yalnız O1, O2 ve O3 KVB'leri etkin sınır üzerinde yer alarak hem etkin olmuş hem de referans kümesinde yer almıştır. O1 KVB'yi 11 etkin olmayan KVB'ye rol modeli olurken O2 KVB'yi 8 ve O3 KVB'yi 17 etkin olmayan KVB'ye rol modeli olmuştur. Bu kümede O1 tek başına O6'ya, O2 ise tek başına O12 KVB'sine rol modeli olurken O3 tek başına hiçbir KVB'ye rol modeli olamamıştır. Diğer KVB'lere ise O1, O2 ve O3 etkin KVB'ler daima ikiyeşerli olarak referans edilmişlerdir.

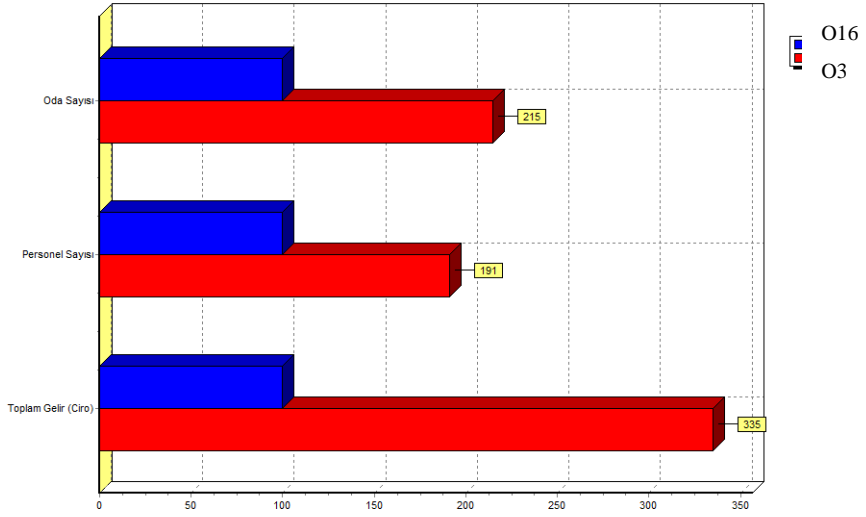
Etkinlik sınırına göre KVB'leri kendi aralarında 8 gruba ayırabiliriz. Bu gruplardan O16 ve O17 karşılaştırılırsa her ikisine de aynı O2 ve O3 rol modelleri program tarafından tanımlansa da her ikisinin de O2 rol modelinden ziyade O3 rol modeline daha kolay benzeyebileceği açıktır.



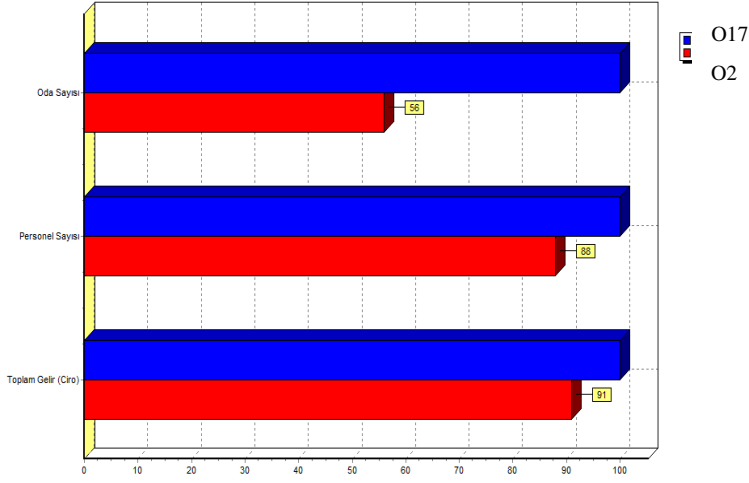
Şekil.5. KVB'ler İçin Etkinlik Sınırı ve Gruplar.



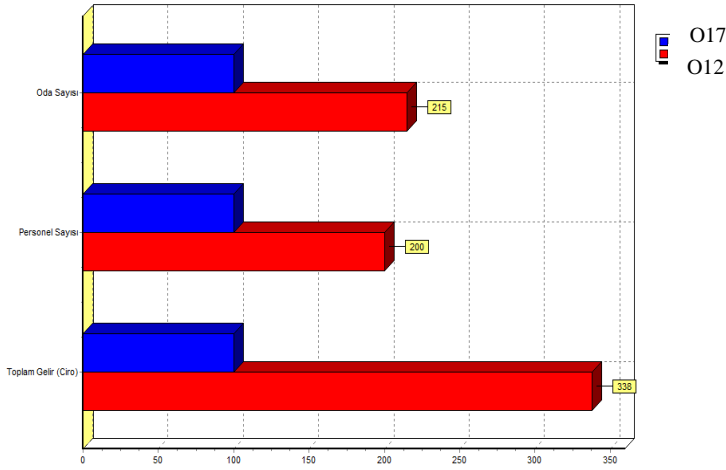
Şekil 6. O16 ve Rol Modeli O2'nin karşılaştırılması



Şekil 7. O16 ve Rol Modeli O3'nin karşılaştırılması



Şekil 8. O17 ve Rol Modeli O2'nin karşılaştırılması



Şekil 9. O17 ve Rol Modeli O3'nin karşılaştırılması

VII. SONUÇ

Referans Kümesi karşılaştırmaları incelendiğinde etkin olmayan KVB'lerin etkin olanlara nazaran daha çok girdi karışımı kullandığı ve ürettiği çıktılarının karışımlarının ise etkin olanlara göre daha az kaldığı söylenir. Toplam girdi ve toplam çıktı görsel olarak daha kolay izlenmektedir. Böylece bir KVB bu karşılaştırmalara bakarak kendi bulunduğu Üretim İmkanlar Kümesi içindeki yerini görebilir ve kendi bulunduğu yere en yakın etkin KVB'yi seçer. Seçilen bu KVB etkin sınır üzerindedir. Burada etkin olmayan KVB etkin olmak için etkin sınır üzerine kendisini projekte ettiğinde bu noktaya oransal olarak yakın olan etkin KVB'leri kendisine rol modeli olarak seçmelidir. Etkin olmak için kendi girdi karışımı ya da çıktı karışımına yakın

girdi-çıkıtı kullanan ve referans kümesi içinde bulunan bir KVB rol modeli olarak seçilmelidir.

Referans kümesi ve Üretim İmkanlar Kümesi otellerin pazarda buldukları yeri göstermesi bakımından önemlidir. Bu bilgi KVB'lerin gruplandırılmasına olanak sağlar. Bu ise tüm KVB'lerin etkin duruma gelmeye çalışırken etkin sınır üzerindeki rol modeline bakarken kendi durumuna uygun KVB'lerinde incelemesi gerektiğini söyler. Aynı zamanda grup içi KVB'ler problemleri birlikte incelemeleri gerekir. Referans Kümesi ayrıca etkin hale gelmeleri için KVB'lerin azaltmaları ya da artırmaları gereken girdi-çıkıtı miktarlarını da vermektedir. Oteller potansiyel iyileştirme miktarlarındaki değişimleri yapmalıdırlar.

Toplamda ise oteller az miktarda oda sayısı ve personel azaltmasına giderken rekabeti yıkıcı halden çıkarıp toplam gelirlerini artırma yoluna gitmelidirler.

KAYNAKLAR

CHARNES, A; W.W. COOPER; E. RHODES (1978), “Measuring The Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol 2; 429-444

BANKER, R.D; A, CHARNES; W.W, COOPER(1984),“Some Models for Estimating Technical and Inefficiencies in DEA”, *Management Science*, Vol 30(9);1078-1092.

ANDERSEN, Per; Niels ChristianPETERSEN(1993), “A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis” *Management Science*, Vol 39:1261-1264.

SANJEEV Gunjan M.(2007), “Measuring efficiency of the hotel and restaurant sector: the case of India”, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol 19:378-387.

BARROSCarlos Pestana (2005),” Measuring efficiency in the hotel sector”, *Annals of Tourism Research*,Vol32: 456–477

REYNOLDS Dennis (2003), “Hospitality-Productivity Assessment: Using Data-envelopment Analysis”, *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly* Vol 44: 130-137.

HWANG Shiuh-Nan, Te-Yi Chang(2003) “Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan”, *Tourism Management*, Vol 24: 357–369

BABACAN Adem, ÖZCAN, Selami (2010),Alanya Bölgesi Otellerinin Görel Etkinliğinin Belirlenmesi: Bir Veri Zarflama Analiz Tekniği Uygulaması,*Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Vol 6(12):176-189

ERCİŞ M. Serdar, Aslan GÜLCÜ (2008), “Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Konaklama İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü Ve Bir

Uygulama”, TÜİK, 17. *İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı*: 50-61

YOLALAN Reha (1993),” *İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü*”, MPM Yayınları :12.

FARRELL, M. J. (1957), “The Measurement of Productive Efficiency Source”, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, Vol 120, No. 3: 253-290.

COOPER W.W, L.M SEIFORD, K. TONE, (1999), *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers