



İnovasyon Odaklı Faaliyetlerin Firma Performansına Etkisinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi; İMKB Üzerine Bir Araştırma

Determination of Innovation Based Activities on Firm Performance Via Data Envelopment Analysis; A research on ISE

Hüseyin ÇİÇEK¹, Osman Kürşat ONAT²

Öz

Bu çalışmada işletmelerde ürün, hizmet veya süreç odaklı olarak gerçekleştirilen inovasyon ve inovasyon odaklı faaliyetlerin işletme performansı üzerindeki etkileri veri zarflama analizi yöntemiyle belirlenmeye çalışılmıştır. İnovasyon odaklı faaliyetlerin temel amacı ürün, hizmet veya süreçlerde yenilikler meydana getirmek ve teknik bilgiler elde ederek bunun işletmenin faaliyetlerine olumlu katkı sağlamasıdır. İMKB’de işlem gören bilişim ve teknoloji sektörü firmalarından 9’u analize tabi tutularak 5’inin etkin seviyede olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Performans, Veri Zarflama Analizi.

Abstract

In this study effects of innovation and innovation based activities performed focused on product, service and process was tried to found via data envelopment analysis. Basic aim of innovation based activities is making innovation on products, services and processes and making positive attributions on company activities with know-hows. 9 of Istanbul Stock Exchange Technology and Information Index firms were analyzed and 5 of them were determined as efficient. Results were reviewed detailly.

Keywords : Innovation, Performance, Data Envelopment Analysis.

Giriş

Küresel ortamdaki rekabetin her ülkedeki işletmeler açısından içselleştiği günümüzde farklılaşma, yenilik ve yenileşme vazgeçilmez işletme stratejileri arasında yerlerini almaktadır. Klasik ürün, hizmet ve iş modelleri yerlerini yeni yöntemlere ve sistemlere bırakmaktadır. Yeniliğe direnç gösteren işletmeler ise faaliyetlerini devam ettirememek gibi sorunlarla karşılaşmaktadırlar.

¹ Yrd. Doç. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, huseyincicek@mehmetakif.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, osmankursatonat@mehmetakif.edu.tr

Bu gerçeklerin yanı sıra işletmeler açısından diğer bir önemli gelişme ise artık bilançoların aktiflerinde maddi varlıklar yerlerini maddi olmayan varlıklara, bilgiye ve araştırmaya dayalı varlıklara bırakmaktadır. Aynı şekilde özkaynak ve firma değerindeki artışı da artık firmanın maddi varlıkları değil marka, patent, lisans ve fikri hakları gibi varlıkları sağlamaktadır. Bu bağlamda yeniliği getiren veya yeniliğin bir sonucu olan faaliyetlerin firmaların elde ettikleri dönem sonuçları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

Bu çalışmada inovasyon ve yenilik kavramı incelenerek inovasyona dayalı faaliyetlerle firma performans ilişkisi veri zarflama analizi yöntemi yardımıyla incelenmiştir. Çalışmada özellikle inovasyon ve araştırma temelli varlıkları faaliyetlerinde sık olarak kullanan veya faaliyetlerinin bir sonucu olarak daha ağırlıklı şekilde elde eden İMKB'de işlem gören teknoloji şirketlerinde analiz yapılmıştır.

İnovasyon Kavramı ve İnovasyon Odaklı Faaliyetler

İnovasyon, Latince bir sözcük olan "innovatus"tan türemiş; "Toplumsal, kültürel ve idari ortamda yeni yöntemlerin kullanılmaya başlanması" anlamına gelir. Webster, inovasyonu "yeni ve farklı bir sonuç" olarak tanımlar. Türkçe'de "yenilik", "yenileme" ve "yenilikçilik" gibi sözcüklerle karşılanmaya çalışılsa da, bu sözcüklerin yaptığı çağrışımlar, gerçek anlamını verememektedir. Diğer taraftan inovasyon, yeniliğin kendisinden çok sonucunu; farklılaştırma ve değiştirmeye bağlı ekonomik ve toplumsal bir sistemi ifade eder (Elçi, 2006, s.1).

İnovasyon, bir firmanın ürünlerinde, hizmetlerinde, üretim, dağıtım yöntemlerinde, iş yapış yöntemlerinde, tasarım ve pazarlama yöntemlerinde yapılabilir. Bunlar da sırasıyla, "ürün inovasyonu", "hizmet inovasyonu", "süreç inovasyonu", "organizasyonel inovasyon" ve "pazarlama inovasyonu" olarak adlandırılır (Elçi, 2006, s.3). Başka bir sınıflandırmaya göre ise "düzen bozucu stratejik inovasyon", "uygulama inovasyonları", "yeni ürün inovasyonları", "süreç inovasyonu", "deneyim inovasyonu", "pazarlama inovasyonu", "iş modeli inovasyonu" ve "yapısal inovasyon" olarak sınıflandırılabilir (Kırım, 2007, s.14).

İnovasyon'un 3 temel amacı vardır (Örücü vd.,2011, s.62);

- İşletmenin varlığını sürdürebilmesi: İşletmeler genelde birden fazla ürün veya hizmet üretirler. Ürün ve hizmetlerin çeşitliliği birden fazla pazarda rekabet etme zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Özellikle yüksek teknolojiye sahip işletmelerin bulunduğu piyasalarda mamul-hayat eğrisinin kısalığı yüzünden yenilik ve değişim kaçınılmaz hale gelmektedir. Bir işletme rekabetçi ortamda ayakta kalabilmek için sürekli olarak kendini yenilemek zorundadır.
- İşletmenin pazarda lider konuma gelmesi: Tüketicinin ne istediğini, neye ihtiyaç duyduğunu tam olarak bilen ve piyasaya bu gereksinimi karşılayacak yenilikler sunan firma liderlik koltuğuna oturur. Lider olabilmek için teknolojideki/pazardaki büyük yenilikleri bizzat

gerçekleştirmek gerekmektedir. İşletme bu sayede piyasayı kendi çıkarları doğrultusunda yönlendirip rekabet koşullarını tek başına belirleme imkanı bulabilmektedir.

- Kârın artırılması : Kârlılık işletmenin başarısını gösteren önemli unsurlardan biridir. Yenilik projelerinin belirli bir mali külfeti vardır. Bu projeler başta kârlılığı azaltır gibi gözükmesine rağmen, zamanla kârlılığı artırıcı bir etkisi olmaktadır. Yenilikler, başarıya ulaşırsa maliyetleri düşürür, üretim sürecini kısaltır, performans ve verimliliği yükseltir. Bu konularda önemli olan sabırlı davranmaktır çünkü yenilik çalışmalarında hemen sonuç almak neredeyse imkansızdır. Uzun vadede işletmeye büyük faydalar sağlayacak olan yenilikler, hem dolaylı hem de doğrudan olarak kârın artmasına ciddi katkılarda bulunacaktır.

Günümüzde rekabet avantajının belirleyicisi artık yalnızca maliyetler değil. Pazarın ihtiyaçlarına yanıt verme hızı, ürün ömürlerindeki kısaltmalar, ürün ve hizmet kalitesi, tasarım, yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi, müşteri isteklerine göre ürün ve hizmet üretimi, yeni yönetim ve organizasyon modelleri gibi pek çok faktör de işin içinde ve maliyetlerde çok daha önemli. Yeni pazarlara girmenin, var olan pazar payını yükseltmenin ve rekabet gücünü artırmanın yolu da burada geçer (Elçi, 2006, s.27).

Buna göre inovasyon genel olarak bir sonuç değil bir süreçtir. Yenilik yapma ve geliştirme yönünde, yeni ürün ve hizmetlerin elde edilmesi yönünde yapılan çalışmalar genel anlamda inovasyon odaklı faaliyetler olarak görülebilir. Araştırma ve geliştirme faaliyetleri yeni bir bilgi, yöntem, üretim şeklini ortaya çıkartmak veya varolan ürün ve hizmetlere yeni özellikler eklemek ve değerini arttırmak yönündeki çabalar olarak ifade edilebilir. Araştırma ve geliştirme faaliyetleri ise bu faaliyetler sonunda ortaya çıkan maddi olmayan duran varlıkların nispeten soyut bir kavram olan inovasyonun somut sonuçları olduğu söylenebilir. İnovasyonun sonuçlarının ve etkilerinin ölçülmesi de inovasyonun gerçekleşmesine aracılık eden faaliyetler ve bunların sonucunda ortaya çıkan sonuçlarla olabileceği açıktır. Bu bağlamda araştırma geliştirme faaliyetleri ve marka, patent, lisans, fikri hakları içine alan maddi olmayan duran varlıklar çalışmada inovasyon odaklı faaliyetler olarak değerlendirilecektir.

İnovasyon ve İşletme Performansı İlişkisine Yönelik Literatür İncelemesi

Performans kavramı belirli bir amacın, görevin veya fonksiyonun yürütülmesiyle ya da gerçekleştirilmesiyle ilişkilidir. Performans genel anlamda amaçlanmış ve planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni nicel ya da nitel olarak belirleyen bir kavramdır. İşletmelerde performans ölçümü, yönetimin kontrol işlevinin en önemli parçasıdır. Kontrol işlevi, performans hedeflerini belirlemeyi, ölçmeyi, ölçülen hedefler ile ulaşılan performansı karşılaştırmayı, tespit edilen farklılıkların sebeplerini irdeleyerek ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. İşletme performansının ölçümü işletmelere rekabet avantajı yaratmada hayati öneme sahiptir. Çünkü ölçülemeyen kontrol edilemez ve kontrol edilemeyen de yönetilemez. İşletme performansı objektif ve sübjektif olarak ölçülebilir. Objektif değerler, mutlak performans değerleri yani nicel veriler yoluyla, sübjektif değerler ise rakiplere veya şirket beklentilerine göre performans hakkındaki algısal düşünceler sorularak ölçülmektedir. Aynı performans kriterleri hem objektif hem de sübjektif ölçülebilmektedir. Önemli olan kriterleri

belirlemektir. Kriterleriniz nitel veya nicel olabilir. Bu nitel veya nicel kriterler objektif veya subjektif ölçüm ile ölçülmektedir. Objektif performans ölçümünde hem ROA gibi finansal (muhasabeye dayalı) kriterler hem de PD/DD gibi market kriterleri kullanılabilir (Yıldız, 2011, s.12).

İnovasyona dayalı faaliyetler ve işletme performansı ilişkisinin belirlenmesine yönelik literatür incelemesinde konunun farklı açılardan ele alındığı söylenebilir. Koellinger (2008) , Avrupa'daki e-ticaret firmalarında yaptığı araştırmada internete dayalı inovasyonlar yapan firmaların yapmayanlara göre performanslarının daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Calantone v.d.(2002) ABD'deki büyük firmalarda yapmış oldukları araştırmada firmanın yenilikçiliği ile performansı arasında olumlu bir ilişki bulunduğunu belirlemiştir. Vaccaro v.d. (2010) bilgi yönetim araçlarının etkin şekilde kullanılmasının yeni ürün ve hizmet geliştirilmesini ve bunun da işletme performansını olumlu olarak etkilediğini belirlemiştir. Jimenez ve Valle (2011) İspanya'da 451 firmada yaptıkları araştırmada inovasyon ile işletme performansı arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu belirlemiştir. Kostopoulos v.d. (2011) 461 Yunan işletmesinde yaptıkları araştırmada dıştan bilgi akışları ile beslenen inovasyon faaliyetlerinin başta yatırım ve varlık getirisi olmak üzere finansal performansı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Yöntem

Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından benzer mal veya hizmet üreten ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş doğrusal programlama esaslı bir yöntemdir. VZA modelleri ile aynı girdi ve çıktıya sahip karar birimlerinin karşılaştırmalı ölçümü yapılabilir. Her bir karar birimi için model çözülür. Doğrusal programlama sonucunda, amaç fonksiyonu 1'e eşit olan karar birimleri "etkin" olarak belirlenirken amaç fonksiyonu 1'e eşit olmayan karar birimleri, etkin karar birimlerinden kendisine uygun olan bir tanesine benzetilmeye çalışılır. Böylece etkin olmayan her bir birim, etkin hale getirilmiş olur (Banker, 1992, s. 74-84).

VZA modelleri; "girdiye yönelik" ve "çıkıya yönelik" olmak üzere iki grupta incelenebilir. Girdiye ve çıkıya yönelik VZA modelleri temelde birbirlerine çok benzemekle birlikte, girdiye yönelik VZA modelleri; belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırırken, çıkıya yönelik VZA modelleri belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır (Charnes,1978, s.2).

Çalışmada temel analiz oranları ile birlikte inovasyon odaklı faaliyetlerin belirlenmesinde kullanılacak olan yüzde değişimler girdi ve çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda verilerin analiz edilmesinde girdi odaklı VZA modeli kullanılmaktadır.

$$\text{Max}\theta_j (\mathbf{U}, \mathbf{V}) = \frac{\sum_{r=1}^s U_r}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \quad [1]$$

$$\text{Max}\theta_j (\mathbf{U}, \mathbf{V}) = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \quad [1], \quad j=1,2,\dots,n \quad [2]$$

$$U_r \geq 0, \quad r=1,2,\dots,s \quad [3]$$

$$V_i \geq 0, \quad i=1,2,\dots,m \quad [4]$$

X_{ij} = j'inci karar verme birimi tarafından kullanılan i'inci girdi ($X_{ij} > 0$, $i = 1,2,\dots,m$, $j = 1,2,\dots,n$) ve

Y_{rj} = j'inci karar verme birimi tarafından kullanılan r'inci çıktı ($Y_{rj} > 0$, $r = 1,2,\dots,s$, $j = 1,2,\dots,n$)

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri temel olarak inovasyon odaklı faaliyetlerin göstergesi konumunda bulunan bilançodaki maddi olmayan duran varlıklara ilişkin değişkenler olacaktır. Maddi olmayan duran varlıklar inovasyon faaliyetlerinin sonuçlarıdır.

Buna göre İMKB'de teknoloji ve bilişim sektörleri sınıflandırması altında işlem gören şirketlerden araştırma ve geliştirme faaliyetinde bulunduğu tespit edilen 9 adet firma analize tabi tutulmuştur. Analiz dışında bırakılan firmalar genel olarak faaliyet konusu teknolojik ürün ticareti olan ve Ar-Ge faaliyetinde bulunmayan firmalardır. 2011 yılına ait dönem sonu bilançolarından faydalanılarak maddi olmayan duran varlık hesap kaleminin yıllık yüzde değişimi (2010-2011 karşılaştırması), maddi olmayan duran varlıkların aktif toplam içerisindeki payları, araştırma ve geliştirme giderlerinin tutarları gibi değişkenler girdi değişkeni olarak belirlenmiştir. Aktif kârlılığındaki yüzde değişim ve özkaynak kârlılığındaki yüzde değişim çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Girdi ve çıktı değişkenleri aşağıdaki tabloda görülebilir. Değişkenlerin açıklamaları aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri			Çıktı Değişkenleri		
G1	Maddi Olmayan Duran Varlık Hesap Kalemi	Yüzde Değişimi	Ç1	Aktif Kârlılığındaki Yüzde Değişim	
G2	Maddi Olmayan Duran Varlıkların Aktif Toplam İçindeki Payı				
G3	Araştırma-Geliştirme Giderleri		Ç2	Satışlardaki Yüzde Değişim	

Girdi değişkenleri genel maddi olmayan duran varlıklardaki değişimleri ve ar-ge faaliyetlerini kapsamaktadır. Maddi olmayan duran varlıklar genel olarak değerlendirildiğinde marka, patent, lisans ve fikri haklar gibi birçok varlığı barındıran bir hesap grubudur. Özellikle teknoloji ve bilişim firmalarının varlık toplamları içerisinde maddi olmayan duran varlıkların önemli bir yeri bulunmakta ve firma ürün ve hizmetleri ağırlıklı olarak maddi olmayan duran varlıklara dayanmaktadır. Maddi olmayan duran

varlıkların aktif toplam içerisindeki paylarının seçilmesi ve Araştırma-Geliştirme giderlerinin seçilmesi de inovasyon odaklı faaliyetlerle ilişkili değişkenler olmalarıdır. Çıktı değişkeni olarak da iki adet değişken seçilmiştir. Bunlar Aktif Kârlılık Oranı ve Satışlardaki yüzde değişimdir.

Bulgular ve Yorum

Analiz

Analize tabi olan firmalar bilişim ve teknoloji sektörleri içerisinde yer alan ve özellikle araştırma geliştirme faaliyetlerine kaynak ayırarak inovasyon faaliyetinde bulunan işletmelerdir. Analize dahil edilen firmalar Alcatel, Anel Telekom, Ericom Bilgisayar, Karel Elektronik, Kron Telekomünikasyon, Link Bilgisayar, Logo Bilgisayar, Netaş ve Aselsandır.

Analizde; belirtilen girdi ve çıktı değişkenlerindeki faydalanılarak girdi odaklı Veri Zarflama Analizi yapılmıştır. Analiz, EMS (Efficiency Measurement System) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonucunda ortaya çıkan etkinlik skorları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 2. Etkinlik Skorları

Sıra No	Firma Adı	Etkinlik Skoru
1	ALCATEL	100
2	ANEL	0,00
3	ERICOM	100
4	KAREL	19,89
5	KRON	32,31
6	LINK	100
7	LOGO	59,14
8	NETAŞ	100
9	ASELSAN	100

Tablo 3. Potansiyel İyileştirme Oranları

Sıra No	Firma Adı	Girdi 1	Girdi 2	Girdi 3
1	ALCATEL	0,98	0	0,02
2	ANEL	-0,53	1,53	0
3	ERICOM	99,18	0,18	0
4	KAREL	0,12	0,88	0
5	KRON	0	1	0
6	LINK	0,87	0	0,13
7	LOGO	0,12	0,88	0
8	NETAŞ	0	0	1
9	ASELSAN	0,42	0,58	0

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde etkin olan veya olmayan tüm firmalar için bazı girdilerde iyileştirme amacıyla bazı değişikliklerin yapılması gerektiği ortaya konulmaktadır. Birinci girdi olan maddi olmayan duran varlıkların yüzde değişimlerinin genel olarak artırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle Ericom firmasında % 100'e yakın bir artış gereksinimi vardır. Diğer firmalarda ise maddi olmayan duran varlıklarının % 0,15-1 arasında arttırmaları gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Kron ve Netaş firmalarında ise bu konuda herhangi bir iyileştirme gerekmemektedir. İkinci girdi olan maddi olmayan duran varlıkların aktif toplam içerisindeki payı değerlendirildiğinde firmaların birçoğunun etkin düzeye ulaşmaları için % 0,50-1,50 oranları arasında arttırmaları gerektiği söylenebilir. Bu durumda genel anlamda maddi olmayan duran varlıkların aktif toplam içerisindeki payını etkinlik sağlayacak veya etkinliğe yakın düzeyde olduğu söylenebilir. Üçüncü girdi olan Araştırma ve Geliştirme giderlerinde ise sadece iki firmada iyileştirme yapılması gerektiği söylenebilir. Dolayısıyla diğer firmaların Ar-Ge harcamalarının yeterli düzeyde olduğu ve firma ölçeğiyle uyumlu bulunduğu söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Bilişim ve teknoloji firmalarındaki inovasyon odaklı faaliyetlerin işletme performansına etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada özellikle Ar-Ge faaliyetinde bulunarak inovasyon çalışmalarını gerçekleştiren firmalara yönelik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Faaliyet itibarıyla sadece teknolojik ürün ticareti yapan firmalar analiz dışında bırakılmıştır. Analiz tabii tutulan 9 şirketten 5'i belirlenen kriterler açısından etkin olarak belirlenmiştir. Buna göre Alcatel, Ericom, Link, Netaş ve Aselsan firmaları etkin firmalardır.

Etkin olarak belirlenen firmalar değerlendirilirken firmaların birbirlerinden farklı ölçeklerde olabilecekleri ve yöntem olarak girdi ve çıktı değişkenlerini ölçeğine göre yeterli düzeyde kullanan firmaların etkinliklerinin artacağı unutulmamalıdır. Buna göre etkin olan firmaların temel özelliklerinin kendi ölçekleri ile kıyaslandığında girdileriyle nispeten etkin çıktılar elde ettikleri söylenebilir. Potansiyel iyileştirme oranlarıyla birlikte değerlendirildiğinde firmaların çoğunluğunun yeterli düzeyde ar-ge harcaması yaptığını göstermektedir.

Etkin firmaların temel özellikleri olarak satışlarını genel anlamda arttırabilmeleri ve maddi olmayan duran varlıklarının aktif içindeki paylarının firma ölçeğiyle uyumlu olmaları sayılabilir.

Sonuç olarak maddi olmayan duran varlıklarına yatırım yaparak araştırma ve geliştirme faaliyetleriyle birlikte satışlarını arttıran firmaların etkinlik düzeylerinin arttığı söylenebilir. Bununla birlikte firma ölçeğiyle orantılı olarak maddi olmayan duran varlık yatırımları ve ar-ge harcamalarının firma performansını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Kaynaklar

- Elçi, Ş. (2006). *İnovasyon: Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı* (2. Basım). Ankara: Nova Yayınları.
- Kırım, A. (2006). *Kârlı Büyümenin Reçetesi: İnovasyon* (1. Baskı). İstanbul:Sistem Yayıncılık.
- Örücü, E., Kılıç, R. ve Savaş, A. (2001). Kobi'lerde İnovasyon Stratejileri ve İnovasyon Yapmayı Etkileyen Faktörler: Bir Uygulama. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(1), 58-73.
- Yıldız, S. (2011). Entelektüel Sermayenin İşletme Performansına Etkisi, Bankacılık Sektöründe Bir Araştırma. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3), 11-28.
- Koellinger, P. (2008). The Relationship between technology, innovation and firm performance- Empirical evidence from e-business in Europe. *Research Policy*, 37, 1317-1328.
- Caalntone, R.J., Çavuşgil, T. ve Zhao, Y., (2002). Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance. *Industrial Marketing Management*, 31, 515-524.
- Vaccaro, A., Parente, R. ve Veloso, F.M. (2010). Knowledge Management Tools, Inter-Organizational Relationships, Innovation and Firm Performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 77, 1076-1089.
- Jimenez,D.J., Valle, R.S. (2011). Innovation, organizational learning and performance. *Journal of Business Research*, 64, 408-417.
- Kostopoulos, K., Papalexandris, A., Papachroni,M. ve Ioannou, G. (2011). Absorptive capacity, innovation and financial performance. *Journal of Business Research*, 1335-1343.
- Banker, R.D. (1992). Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 62, 74-84.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes,E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.