

## Araştırma Makalesi

# Mobil Uygulama Pazarında Veri Zarflama Analizi

**Ergül KISA TOĞRUL**

*Hitit Üniversitesi, İİBF*

*ergultogrul@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7755-5173*

### Öz

Hızla büyüyen ve rekabetin oldukça yüksek olduğu mobil uygulama pazarında uygulamanın hangi fiyatla piyasaya sunulacağı oldukça kritik bir karardır. Bu çalışmanın amacı üç yönlüdür. Mobil uygulamaların göreceli etkinliklerinin ölçülmesi, en etkin birimlerin tespit edilmesi ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin etkin/rekabetçi fiyat belirleme amacıyla da kullanılabileceğinin gösterilmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda, dünya çapında en popüler mobil uygulama kategorilerinden 8 kategoride Google Play Store'daki ilk 20 ücretli mobil uygulamanın VZA ile göreceli etkinlikleri hesaplanmış, süper-etkinlik VZA ile her bir kategoride en etkin birimler belirlenmiş ve etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için ulaşmaları gereken hedef girdi değerleri saptanmıştır. VZA modeli sonucunda kategorilerin genelinde 57 uygulamanın etkin olduğu bulgusu elde edilmiştir. Süper-etkinlik VZA sonuçlarına göre ise tüm kategorilerde sıralamanın en başında yer alan 18 adet uygulama bulunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Veri zarflama analizi, VZA, etkinlik, fiyat, fiyat belirleme stratejisi, mobil uygulama, mobil uygulama pazarı

**Jel Sınıflandırma Kodları:** C02, C61, G14, P22

## Data Envelopment Analysis as a Price Determination Tool in the Mobile Application Market<sup>1</sup>

### Abstract

In the fast-growing and highly competitive mobile application market, the price at which an application is offered to the market is a critical decision. The purpose of this study is threefold. This study aims to measure the relative efficiencies of mobile applications, identify the most efficient units, and demonstrate that Data Envelopment Analysis (DEA) can also be used for efficient/competitive price determination. For these purposes, the relative efficiencies of the top 20 paid mobile apps in the Google Play Store in 8 of the most popular mobile app categories worldwide were calculated with DEA, the most efficient units in each category were identified with super-efficiency DEA, and the target input values that inefficient units should reach in order to become efficient were determined. As a result of the DEA model, it was found that 57 applications were efficient in all categories. According to the super-efficiency DEA results, there are 18 applications at the top of the ranking in all categories.

**Keywords:** Data envelopment analysis, DEA, efficiency, price, price determination strategy, mobile application, mobile application market

**JEL Classification Codes:** C02, C61, G14, P22

<sup>1</sup> Extended abstract is presented at the end of the article

Geliş Tarihi (Received): 15.09.2023 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 07.02.2024

### Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Kısa Toğrul, E. (2024). Mobil uygulama pazarında veri zarflama analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 107-134. doi: 10.18074/ckuiibfd.136095

## 1. Giriş

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, internete erişimde kolaylık, tüketicilerin yeni gelişmelerden çok hızlı bir sürede haberdar olması, cihazın kolaylıkla ve daima yanında taşınabilir olması, yer ve zamandan bağımsız yazılı, sesli ve görüntülü iletişim kurulabilmesine imkan tanınması vb. nedenlerden dolayı mobil cihazlar insanların günlük yaşamlarının birer parçası olmuş, yaşam, iletişim ve çalışma alışkanlıklarının büyük ölçüde değişmesine yol açmıştır. Kendi donanımsal ve yazılımsal özelliklerinin yanı sıra mobil cihazları daha da işlevsel kılan özelliği mobil uygulamalardır. IOS (iPhone Operating System) veya Android gibi işletim sistemleri kullanılarak cep telefonu, akıllı telefon, tablet vb. taşınabilir cihazlar için özel olarak kodlanmış ve tasarlanmış yazılımlara mobil uygulama denilmektedir (Uslu, Gür, Eren ve Özcan, 2020). Google Play Store ve Apple App Store gibi mobil uygulama mağazalarında sosyal medyadan oyuna, müzikten spora, alışverişten eğitime, sağlıktan harita ve navigasyona kadar daha birçok alanda milyonlarca ücretli ve ücretsiz olmak üzere mobil uygulama seçeneği bulunmaktadır.

Mobil cihazlar insanların yaşamında her geçen gün daha da büyük bir yer kaplamaktadır. Özellikle cep telefonları, zamanla insan bedeninin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Hulme ve Peters, 2001; akt. Uğur ve Turan, 2015). Amerika ve Avrupa da dahil olmak üzere gelişmiş ülkelerdeki insanların çoğu cep telefonu olmadan evden çıkmayı hayal bile edememektedir. Mobil cihazların kullanımındaki artışa paralel olarak hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde mobil uygulama kullanım oranı hızla büyümektedir (Islam, Islam ve Mazumder, 2010). İnsanlar artık hayatlarının hemen hemen her alanında mobil uygulamalar vasıtasıyla birçok işini kolaylıkla ve kısa sürede halledebilir durumdadır. Sosyal medya, alışveriş, bankacılık ve daha birçok alanda kullanım imkanı sunan mobil uygulamalar, bugünkü teknoloji ile eve varmadan klimayı uzaktan açabilme veya çamaşır makinesini çalıştırabilme dahi olanak tanımaktadır.

Mobil uygulamalar yalnızca bireysel kullanıcılara değil kurumsal kullanıcılara da hitap etmektedir. Bilgi teknolojilerini kullanan işletmeler daha yüksek satış hacmi, daha çok müşteriye ulaşma ve daha yüksek kar elde etme potansiyellerinden dolayı diğer işletmelere kıyasla rekabet avantajı elde etmede daha üstündürler (Akyol, 2014). Ayrıca, hızlı iletişim, zamandan tasarruf etme, verimliliği artırma, gelişmekte olan ülkelerde bilgi teknolojileri altyapılarını geliştirme, daha az bilgisayar kullanımı ile daha az enerji tüketimi, eğlence vb. insanlara sağladığı faydalar vasıtasıyla mobil uygulamalar toplum üzerinde de büyük bir etkiye sahiptir (Islam vd., 2010).

Her geçen gün yeni uygulamaların piyasaya sürülmesi veya var olanların güncellenmesi mobil uygulama sektörünü daha da rekabetçi kılmaktadır. Pazardaki bu büyük ve artan sayıda mobil uygulama, uygulama geliştiricilerini rekabet edebilmek için üstün kalitede uygulamalar geliştirmeye zorlamaktadır (Nayebi,

Desharnais ve Abran, 2012). Bu pazarda var olmanın ve yaşamını sürdürmenin yolu hedef kitlenin doğru tespit edilmesinden, tüketici beklentilerinin olabildiğince karşılanmasından ve doğru fiyatla piyasaya sunulmasından geçmektedir.

Her ne kadar literatürde fiyat belirlemeye yönelik kullanılabilecek bir dizi analitik araç bulunsa da bunların birçoğu büyük ölçüde subjektif, karmaşık ve uygulaması pahalı olabilecek müşteri veya uzman anket araştırmalarına dayalıdır (Wang, Anderson ve Zehr, 2016). Görelilik etkinliğ ölçmenin yanı sıra fiyat belirleme amacıyla da kullanılabilecek olan VZA tekniği (Boccali, Mariani, Visani ve Mora-Cruz, 2022; Visani ve Boccali 2020) subjektif anket tekniklerine veya yalnızca fiyat karşılaştırmalarına dayanmayan daha bilinçli karar vermemize yardımcı olabilecek güçlü analitik bir araçtır (Wang vd., 2016). VZA, veri dağılımına ilişkin herhangi bir varsayım olmaksızın birden fazla girdi ve çıktının aynı anda dikkate alınmasına izin vermektedir. Her durumda, etkinlik, girdi veya çıktılardaki orantılı bir değişim olarak ölçülmektedir (Ji ve Lee, 2010). VZA, değerlendirmeye tabi tutulan birimler arasında evrensel bir ilişki bulmaya odaklanmak yerine birimlerin kendi üretim fonksiyonuna sahip olmasına izin vermekte ve tek bir birimin etkinliğini veri setindeki diğer birimlerin etkinliği ile karşılaştırarak değerlendirmektedir. Böylece, VZA metodu çeşitli alanlarda bir karar analiz aracı olarak kullanılabilmektedir.

VZA'nın bir türevi olan süper-etkinlik VZA yöntemi, KVB'leri süper-etkinlik skorlarına göre sıralamaya yaramaktadır. Andersen ve Petersen (1993) tarafından önerilmiş olan bu yöntem, VZA tekniğinin değerlendirme altındaki KVB'nin referans kümeyle dahil edilmeme yoluyla uyarlanmış halidir (Seiford ve Zhu, 1999; Zhu, 2009, s. 205)

Bu çalışma, VZA ile ilgili birçok sektörde sayısız araştırmanın yapılmasına rağmen mobil uygulama sektöründe yeterince çalışmanın olmayışı, VZA'nın genellikle görelilik etkinliğ ölçülmesi amacıyla gerçekleştirilmesi, fiyat belirleme amacıyla yöntemin kullanıldığı çalışmaları neredeyse yok denecek kadar az sayıda olması motivasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, dünya çapında en popüler mobil uygulama kategorilerinden 8 kategoride Google Play Store'daki ilk 20 ücretli mobil uygulamanın VZA ile görelilik etkinliğleri hesaplanmış, süper-etkinlik VZA ile her bir kategoride en etkin birimler belirlenmiş ve etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri adına ulaşmaları gereken hedef girdi değerleri diğer bir deyişle etkin fiyat ve boyut değerlerinin ne olması gerektiği ortaya konmuştur.

Çalışma řu bölümlerden oluşmaktadır. Bölüm 2'de ilgili literatüre yönelik bilgi verilmektedir. Bölüm 3'te araştırmanın yöntemi olan VZA ve süper-etkinlik VZA'nın problem tanımları ve matematiksel modelleri sunulmaktadır. 4. bölümde uygulama çerçevesi detaylandırılmaktadır. Bölüm 5'te yapılan VZA ve süper-etkinlik VZA analizleri ve bunlara yönelik değerlendirmeler, son bölümde ise sonuçlar sunulmaktadır.

## 2. Literatür İncelemesi

VZA literatürde ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından kar amacı gütmeyen kamu kuruluşlarına uygulanmıştır (Zhu, 2000). Yöntem ile ilgili o günden günümüze birçok araştırmacı tarafından oldukça fazla sayıda çalışma yapılmıştır. Hemen hemen her sektörde yaygın uygulamaya sahip olan VZA ve türevlerine yönelik çalışmaları lojistik, telekomünikasyon, eğitim, enerji, bankacılık, sağlık, otomotiv ve daha birçok alanda görmek mümkündür<sup>2</sup>. Örneğin, Cooper, Park ve Yu (2001) Kore mobil telekomünikasyon şirketlerinin etkinliklerini değerlendirmek üzere kesin olmayan verilerle VZA çalışması yapmışlardır. Çalışmalarında girdi olarak işgücü sayısını, işletme maliyetini, yönetim seviyesini; çıktı olarak ise geliri, tesis başarı oranını, çağrı tamamlama oranını belirlemişlerdir. Xu, Li ve Wu (2009) Çin'deki mobilya imalat sanayinin tedarik zinciri performansını değerlendirmek amacıyla Kaba Kümeler Teorisi ile klasik VZA'yı birleştirerek "Kaba Veri Zarflama Analizi" yöntemini ortaya koymuşlardır. Çalışmaya 6 büyük mobilya işletmesi dahil edilmiştir. Asandului, Roman ve Fatulescu (2014) halk sağlığı sistemlerinin etkinliklerini ölçmek amacıyla 30 Avrupa ülkesini doktor sayısı, hastane yatak sayısı, GSYİH yüzdesi olarak kamu sağlık harcamaları girdileri ve doğumda beklenen yaşam süresi, sağlıkla ayarlanmış yaşam beklentisi ve bebek ölüm hızı çıktıları ile analiz etmişlerdir. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan birçok ülkenin etkinlik sınırında olduğu (etkin olduğu), örneklemdeki ülkelerin büyük çoğunluğunun ise etkin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Wu, Hu, Xiao ve Mao (2016) iki-aşamalı VZA ile 42 adet büyük ölçekli rüzgar çiftliğinin üretken etkinliklerini analiz etmişlerdir. Birinci aşamada VZA ile etkinlik skorları belirlenmiş; ikinci aşamada Tobit regresyon vasıtasıyla etkinlik skorları ile çevre değişkenleri arasındaki ilişki irdelenmiştir. Ghimire, Amin ve Wardley (2021) Kanada'daki üniversitelerin göreceli etkinliklerini ortaya koymak amacıyla stokastik VZA modeli ile çalışmışlardır. Modelde harcamalar ve akademik personel sayısı olmak üzere 2 adet girdi; hibeler, öğrencilerin memnuniyet düzeyi, kayıtlı öğrenci sayısı ve yayın sayısı olmak üzere 4 adet çıktı kullanılmışlardır. Lin, Chiu, Lin, Chang ve Lin (2023) 2030'da Avrupa Birliği için optimal karbon emisyon dağıtımını tahmin etmek amacıyla VZA uygulamışlardır. Danimarka, Yunanistan, İrlanda, Lüksemburg, Malta, İsveç ve Birleşik Krallık'ın enerji tüketim ve karbon emisyon etkinliği açısından en iyi ülkeler olduğu sonucuna varmışlardır.

Literatürde VZA'nın fiyatlandırma amacıyla kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Wang vd. (2016) rekabetçi pazarlarda ürünleri fiyatlandırmak için rakip ürün özellik ve fiyatlarını dikkate alan yeni bir teknik önermişlerdir. VZA yöntemine dayanan bu teknik VZA kullanan rekabetçi fiyatlandırma (CPDEA) olarak adlandırılmıştır. İlgili metotta fiyat bir performans özelliği olarak kabul edilmektedir. Bir diğer çalışma olan Visani ve Boccali (2020)'de "kaldıraç" kalemlerinin satın alma fiyatını değer özelliklerine göre değerlendirmek için üç

<sup>2</sup> Konu ile ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. Adler, Friedman ve Sinuany-Stern (2002).

adımlı bir VZA tabanlı yaklaşım geliştirilmiştir. Fiyat değerlendirmesi VZA (PPA-DEA) modeli olarak anılan bu çalışmada müşteri tarafından satın alınan fiyat ve miktar girdi olarak; ürünün çeşitli teknik özellikleri ise çıktı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın odağı, müşteriye sağlanan değere kıyasla fiyatın ne kadar iyi olduğunun değerlendirilmesidir. Boccali vd. (2022)'nin çalışmasında ise çevrimiçi incelemeler biçimindeki elektronik ağızdan ağıza (eWOM) ile ölçülen, müşteriler tarafından algılanan değere dayalı olarak satış fiyatlarını değerlendirmeyi amaçlayan yenilikçi bir yaklaşım sunulmaktadır. Fiyatın girdi, değer niteliklerinin çıktı olduğu ÖGSG VZA yaklaşımını, İtalya'nın önde gelen iki turizm destinasyonu olan Milano ve Roma'da bulunan 364 otelin hem fiyatlarını hem de hizmet özelliklerini (personel, konum, temizlik, konfor, tesisler ve ücretsiz wi-fi) dikkate alarak otel sektörüne uygulamışlardır.

Her ne kadar birçok sektöre yönelik oldukça fazla sayıda VZA ile görelilik ölçümü gerçekleştirilmiş olsa da mobil uygulamalar sektöründe Supçiller ve Bulak (2020)'nin çalışması dışında herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Söz konusu çalışmada 21 adet mobil uygulama çıktı odaklı Ölçeğe Göre Sabit Getirili (ÖGSG) VZA modeli ile görelilik ölçümüne tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanıcı arayüzü, haftalık geçirilen süre ve uygulamanın kapladığı hafıza girdi; indirme sayısı, ciro, görünürlük ise çıktı parametreleri olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada, ilgili çalışmadan farklı olarak, tüm KVB'lere yönelik genel bir etkinlik analizi yerine KVB'lerin etkinlikleri kategorilerine göre hesaplanmaktadır. Ayrıca, tüm mobil uygulamalar kategorilerine göre süper-etkinlik VZA yöntemi vasıtasıyla sıralanmaktadır. Girdi olarak fiyat ve boyut, çıktı olarak ise kullanıcı yorum sayısı ve kullanıcı puanı parametrelerinin dikkate alındığı analizlerde girdi odaklı ve ÖGDG modeller kullanılmaktadır.

### 3. Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde, mobil uygulamaların etkinliklerinin ölçülmesi, etkin olan ve olmayan uygulamaların saptanması, etkin olmayan uygulamaların etkin olabilmeleri için hedef girdi değerlerinin belirlenmesi (özellikle fiyat) ve ayrıca uygulamaların sıralamaya tabi tutulması amacıyla benimsenen VZA ve süper-etkinlik VZA yöntemlerinden bahsedilmekte ve ilgili yöntemlere yönelik matematiksel modeller açıklanmaktadır.

#### 3.1. Veri Zarflama Analizi Modeli

Pratik ve yaygın olarak uygulanan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden biri olan VZA, birden fazla girdi ve çıktı parametresi ile homojen Karar Verme Birimlerinin (KVB) göreliliklerinin hesaplanmasında kullanılan bir matematiksel modelleme yaklaşımıdır (Rashidi ve Cullinane, 2019). Değerlendirilen birimler arasındaki homojenlik, tüm birimlerin aynı endüstrinin üyelerini oluşturduğu gibi, tüm birimlerin benzer girdileri tüketmesi ve benzer çıktılar üretmesi anlamına gelmektedir. VZA, birtakım kısıtları sağlayacak şekilde

optimizasyon yapmaya yönelik doğrusal programlama modeline dayalı bir yöntemdir. Girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişki olmasa dahi göreceli etkinlik hesaplaması yapabilmesi tekniğin en büyük avantajlarından biridir (Banker ve Morey, 1986; Seiford ve Thrall, 1990). VZA, değerlendirmeye tabi tutulan birimler arasında evrensel bir ilişki bulmaya odaklanmak yerine her bir birimin kendi üretim fonksiyonuna sahip olmasına izin vermekte ve tek bir birimin etkinliğini veri setindeki diğer birimlerin etkinliği ile karşılaştırarak değerlendirmektedir. Böylece, VZA metodu çeşitli alanlarda bir karar analiz aracı olarak kullanılabilir.

En temel haliyle çıktının girdiye oranı olan etkinlik ölçütü, Farrell tarafından 1957 yılında uygulanmış ve etkinlik sınırı analizi geliştirilmiştir. Bundan yaklaşık 20 yıl sonra, Charnes vd. (1978) Farrell'in grafik biçimine dayalı "zarflama" analizi kavramını, girdi ve çıktı sayısını kısıtlamayan doğrusal bir programlama modeline dönüştürmüşlerdir (Aldamak ve Zolfaghari, 2017). ÖGSG varsayımını kabul eden bu model literatürde CCR etkinlik modeli olarak bilinmektedir. ÖGSG varsayımını ÖGDG varsayımına bırakan BCC etkinlik modeli ise Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından literatüre kazandırılmıştır (Coelli, Rao, O'Donnell ve Battese, 2005). CCR etkinlik modeli girdi ve çıktılar arasında tam oransallığın olduğunu bir başka deyişle girdi miktarındaki herhangi bir azalış veya artışın çıktı miktarında aynı oranda azalış veya artışa yol açtığını kabul etmekte iken; BCC etkinlik modeli bu varsayımı kabul etmemektedir.

VZA'da ölçeğin ve analizin türüne göre farklı modelleme yaklaşımları mevcuttur. Ölçeğin türüne göre yukarıda bahsedildiği üzere ÖGSG ve ÖGDG; yapılan analiz bağlamında ise girdi odaklı veya çıktı odaklı olmak üzere farklı biçimlerde modeller benimsenebilmektedir. Girdi odaklı modellerde KVB'lerin kullanmış oldukları girdi miktarlarına göre bir etkinlik sınırı çizilmekte ve etkin olan/olmayan KVB'ler de buna göre belirlenmektedir. Çıktı değerlerinde herhangi bir değişiklik yapılmaksızın tüm girdi değerlerinin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Çıktı odaklı modellerde ise KVB'lerin elde ettikleri çıktı miktarlarına göre göreceli etkinlik durumları belirlenmekte ve girdi miktarları sabit tutulurken çıktı değerlerinin maksimizasyonu amaçlanmaktadır (Cooper, Seiford ve Tone, 2006).

ÖGDG ve girdi odaklı VZA modeli aşağıda gösterilmektedir. Modele yönelik tüm sembol ve açıklamaları Tablo 1'de yer almaktadır.

**Tablo 1: VZA Modeline Ait Küme, Parametre ve Karar Değişkenleri**

Grup	Sembol	Tanım
Kümeler	$D = \{1, 2, \dots, n\}$	KVB kümesi
	$I = \{1, 2, \dots, m\}$	Girdi kümesi
	$O = \{1, 2, \dots, s\}$	Çıktı kümesi
Parametreler	$x_{ij}$	j. KVB'ye ait i. girdi miktarı ( $\forall i \in I, j \in D$ )
	$y_{rj}$	j. KVB'ye ait r. çıktı miktarı ( $\forall r \in O, j \in D$ )
	$x_{io}$	Değerlendirme altındaki KVB'ye ait girdi miktarı ( $\forall i \in I, o \in D$ )
	$y_{ro}$	Değerlendirme altındaki KVB'ye ait çıktı miktarı ( $\forall r \in O, o \in D$ )
Karar Değişkenleri	$\theta^*$	Değerlendirme altındaki KVB'ye ait optimal etkinlik skoru
	$\lambda_j$	Optimal ağırlıklar ( $\forall j \in D$ )

**Kaynak: Zhu, 2009, s. 5**

Aşağıdaki doğrusal modelin tüm KVB'ler için ayrı ayrı çözülmesiyle her bir KVB'ye yönelik etkinlik skoru elde edilmektedir. Modelin optimal amaç fonksiyonu olan  $\theta^*$  değeri, etkinliği ölçülen birime yönelik etkinlik skorunu ifade etmekte ve 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. Etkinlik skorunun 1 olması KVB'nin etkin olduğunu; 1'den küçük olması ise söz konusu KVB'nin etkin olmadığını göstermektedir (Cooper vd., 2006). KVB'nin etkin olması, mevcut çıktı değerlerine ulaşabilmek için mümkün olan en az girdi değer(ler)ine sahip olduğunu; etkin olmaması ise mevcut çıktı değerlerinin daha az girdi kullanarak elde edebileceğini göstermektedir. (2) ile (3) kısıtlarının sol tarafı, sırasıyla, girdi ve çıktılara yönelik hedef değerleri temsil etmekte iken sağ tarafı ise etkinliği ölçülen KVB'nin girdi ve çıktı değerlerini göstermektedir (Zhu, 2009). Girdi ile çıktılar arasında tam oransallık varsayımı olmayan ÖGDG modelindeki (4) konveksite kısıtıdır (Ali, Lerne ve Seiford, 1995; Zhu, 2000). (5) ile sunulan kısıtlar ise modeldeki karar değerşkenlerinin tanımına yöneliktir.

VZA yöntemi ile etkin olan ve olmayan birimlerin belirlenebilmesinin yanı sıra etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için hedef girdi ve çıktı (analizin türüne göre) değerlerinin belirlenmesi de mümkündür. Girdi odaklı modelde, hedef girdi değerleri  $\theta^*$  ve  $x_{io}$  çarpımıyla hesaplanabilmektedir (Zhu, 2009, s. 13).

$$\text{Min } \theta \tag{1}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j \in D} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \quad i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{j \in D} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r \in O \quad (3)$$

$$\sum_{j \in D} \lambda_j = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j \in D \quad (5)$$

### 3.2. Süper-Etkinlik Veri Zarflama Analizi Modeli

Uygulamalarda karar vericiler sadece değerlendirme altındaki birimleri etkin ve etkin olmayan olarak sınıflandırmakla ilgilenmemekte ayrıca değerlendirme altındaki tüm birimleri sıralamak istemektedirler. Öte yandan, kimi durumlarda (özellikle değerlendirme altındaki KVB sayısının girdi ve çıktı sayısına nazaran az olduğu durumlarda) birimlerin çoğu etkin bulunabilmekte ve anlamlı sonuçlar elde edilememektedir. Süper-etkinlik VZA yöntemi, etkin birimlerin hangisinin en iyi olduğu bilgisine ulaşmak ve KVB'leri sıralamak için kullanılabilen yöntemlerden biridir (Aldamak ve Zolfaghari, 2017).

VZA modelinin değerlendirme altındaki KVB'nin referans kümeye dahil edilmeme yoluyla uyarlanmış hali olan süper-etkinlik VZA modeli Andersen ve Petersen (1993) tarafından önerilmiştir. ÖGDG ve girdi odaklı süper-etkinlik VZA modeli (6) - (10) aşağıda verilmektedir (Chen, 2004).

$$\text{Min } \theta^{\text{super}} \quad (6)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j \in D, j \neq o} \lambda_j x_{ij} \leq \theta^{\text{super}} x_{io} \quad i \in I \quad (7)$$

$$\sum_{j \in D, j \neq o} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r \in O \quad (8)$$

$$\sum_{j \in D, j \neq o} \lambda_j = 1 \quad (9)$$

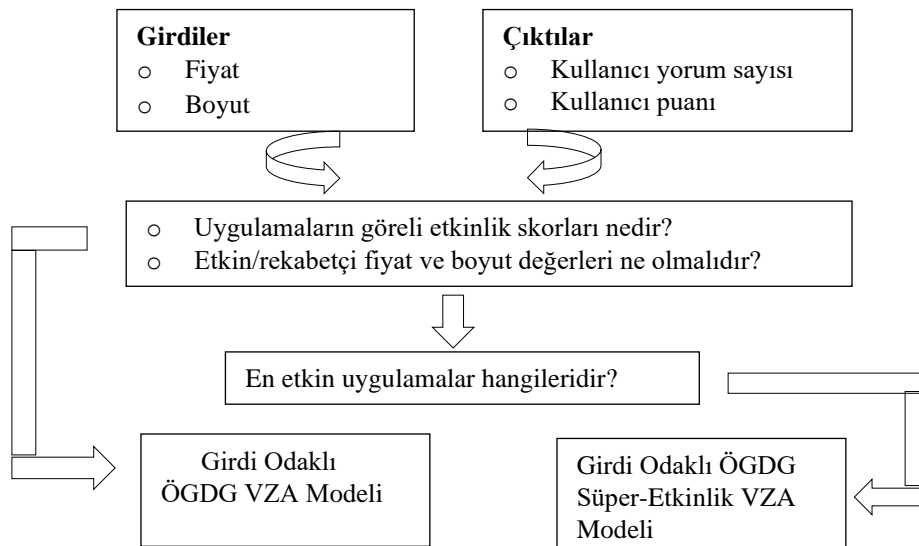
$$\lambda_j \geq 0 \quad j \in D, j \neq o \quad (10)$$



Girdi ve çıktı parametreleri sıfır olmadığı müddetçe ÖGSG süper-etkinlik VZA modellerinden her zaman uygun çözüm (feasible solution) elde edilebilmektedir (Zhu, 1996). ÖGDG süper-etkinlik VZA modellerinden ise kimi zaman optimal çözüm elde edilememekte ve çözümsüz (infeasible) sonucuna ulaşılabilir. Böylece, etkin KVB'leri tümüyle sıralama şansı da bulunmamaktadır (Seiford ve Zhu, 1999). Öte yandan, ÖGDG süper-etkinlik VZA modelinde uygun çözüm elde edilememe durumu ile karşılaşılrsa dahi tüm gözlem kümesinin tam sıralamasını elde etmek hala mümkündür. VZA literatüründe etkin birimler güçlü etkin, etkin ve zayıf etkin olmak üzere üç sınıfta gruplandırılmaktadır. Bu birimlerin en yüksekte en düşüğe etkinlik sıralaması güçlü etkin→etkin→zayıf etkin olacak şekilde yapılmaktadır. ÖGDG süper-etkinlik VZA modelinde etkinlik skoru 1'den büyük olan ve uygun çözüm elde edilemeyen (çözümsüz) KVB'ler güçlü etkin sınıfta yer almaktadır (Xue ve Harker, 2002). Güçlü etkin sınıfta yer alan uygun çözüm elde edilemeyen bu birimler en etkin olan birimlerdir ve süper-etkinlik skorları  $+\infty$  olarak temsil edilebilmektedir. Böylece, söz konusu birimler en yüksek süper-etkinlik skoruna sahip olan KVB'lerdir ve etkinlik sıralamasının en başında yer almaktadır (Chen, 2004; Xue ve Harker, 2002).

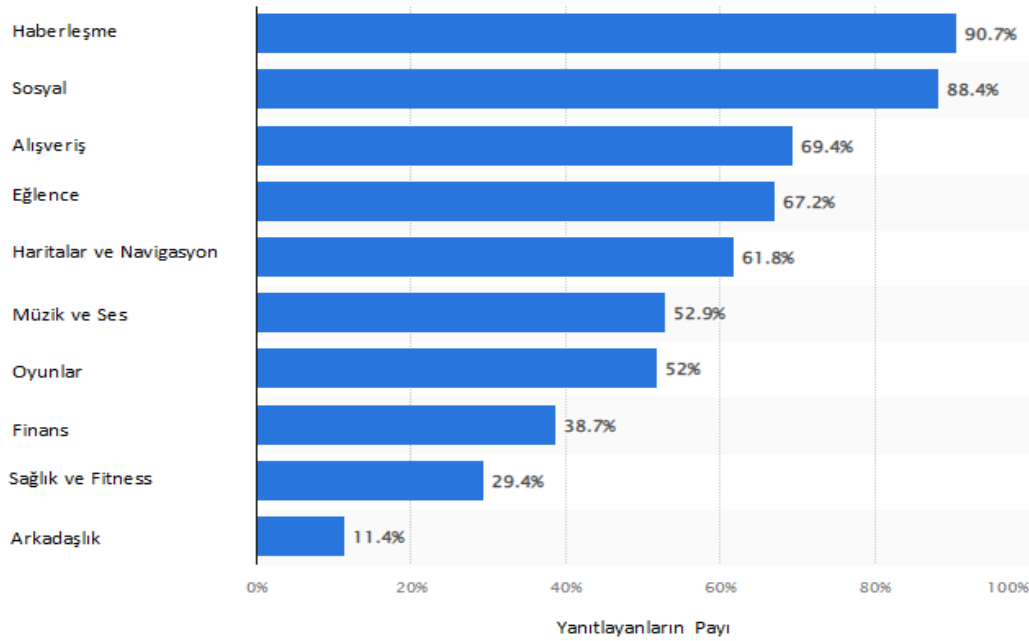
#### 4. Uygulama

Bu çalışmada, insanların günlük yaşamlarının bir parçası olan mobil cihazlar ve bu cihazlarla birlikte hemen hemen her alanda insanların kullanımına sunulan mobil uygulamaların VZA yöntemi ile görelî etkinlik skorları hesaplanmış ve söz konusu yöntemin etkin/rekabetçi fiyat belirleme stratejisi amacıyla nasıl kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu kapsamda, amaçlarına göre uygulanan VZA modelleri Görsel 1 ile sunulmaktadır.



Şekil 1: Uygulanan VZA Modelleri

VZA’da kıyaslanacak birimlerin (KVB’lerin) homojen (benzer) birimler olması analiz sonuçlarının anlamlı olması açısından önemlidir. Uygulamaların genel bir değerlendirmeye tabi tutulması yerine her birini kendi kategorisinde yer alan uygulamalarla kıyaslamamanın daha uygun olacağı aşikardır. Bu bağlamda, kıyaslamaya tabi tutulacak KVB’ler, Şekil 2 ile sunulan dünya çapında en popüler uygulama kategorilerindeki mobil uygulamalar olarak belirlenmiştir. Haberleşme, sosyal, alışveriş, eğlence, haritalar ve navigasyon, müzik ve ses, oyunlar, finans, sağlık ve fitness ve arkadaşlık olmak üzere toplamda on kategori bulunmaktadır. VZA yönteminde modelin anlamlı sonuçlar üretebilmesi için örneklemdaki KVB sayısının en az girdi ile çıktı sayılarının çarpımının 2 katı (2.m.s) kadar olması uygun görülmektedir (Dyson, Allen, Camanho, Podinovski, Sarrico ve Shale, 2001). Çalışmada, iki adet girdi ve iki adet çıktı kullanıldığından, her bir kategoride Google Play Store’da Türkiye’de üst sıralarda yer alan ilk 20 ücretli mobil uygulama çalışmaya dahil edilmiştir. Ancak, “alışveriş” ve “arkadaşlık” kategorilerinde yeterli sayıda (en az 8) uygulama bulunmadığından bu kategoriler çalışmadan çıkarılmıştır.



**Şekil 2: Dünya Çapındaki En Popüler Uygulama Kategorileri<sup>3</sup>**  
Kaynak: Statista<sup>4</sup>

VZA’nın veriye dayalı bir yöntem olması ölçüm kriterlerinin de titizlikle belirlenmesini gerektirmektedir. Uygulama mağazalarından biri olan Google Play

<sup>3</sup> 2020 yılının üçüncü çeyreğindeki verileri temsil etmektedir.

<sup>4</sup><https://www.statista.com/statistics/1252652/top-apps-categories-by-global-usage-reach/>, Erişim Tarihi: Nisan, 2022.

uygulamalara yönelik değerlendirmelerde kullanıcı davranışlarını ve geri bildirimlerini dikkate almaktadır. Uygulamalar sıralanırken kullanıcı puanı, kullanıcı yorumu, indirme sayıları vb. verilerin kombinasyonu dikkate alınmaktadır<sup>5</sup>. Uygulamanın kapladığı alan da kullanıcılar tarafından dikkate alınan önemli bir parametredir (Supçiller ve Bulak, 2020). Bu bağlamda, çalışmada “fiyat” ve “boyut (uygulamanın kapladığı alan)” girdi; “kullanıcı yorum sayısı” ve “kullanıcı puanı” çıktı parametresi olarak kullanılmıştır. Diğer bir deyişle, söz konusu girdiler ile sunulan uygulamaların kullanıcıda ne ölçüde karşılık bulduğu ölçülmeye çalışılmaktadır. Uygulamalara ait girdi ve çıktı parametrelerine yönelik veriler Google Play sitesinden elde edilmiştir<sup>6</sup>.

Çalışmanın amaçlarından biri etkin fiyat belirlemek olduğundan girdi odaklı, girdi ve çıktı parametreleri arasında tam oransallığın olmaması nedeniyle de tüm kategorilerde ÖGDG VZA modeli ile çalışılmıştır. Böylece, sekiz kategorinin her birinde yirmişer mobil uygulamanın VZA ile görelî etkinlikleri irdelenmiş, etkin olmayanlar için hedef girdi değerleri saptanmış ve ayrıca uygulamaların sıralanabilmesi amacıyla süper-etkinlik VZA yöntemi uygulanmıştır.

## 5. Analizler ve Değerlendirmeler

Problemlere yönelik optimum sonuçlar akademik lisanslı Gurobi 9.5.1 programında yapılan kodlamalar vasıtasıyla elde edilmiştir.

### 5.1. VZA Sonuçları ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Mobil uygulamaların kategorilerindeki diğer uygulamalara göre göreceli etkinlik skorları ve etkin olmayan uygulamaların etkin olabilmeleri adına ulaşmaları gereken girdi hedef değerleri önceki bölümde verilen Model (1)'in her bir kategori için ayrı ayrı çözülmesiyle elde edilmiştir. Söz konusu doğrusal programlama modellerinin optimum çözümleri Ek'te Tablo E1 ile ayrıntısıyla sunulmaktadır. Tablodaki (3.) – (6.) sütunlar uygulamalara ait girdi ve çıktı parametrelerini, diğer sütunlar ise sırasıyla etkinlik skorunu, fiyat ve boyut girdilerine yönelik hedef değerleri göstermektedir. Etkinlik skoru 1 olan uygulamalar etkin birimler, 1'den küçük etkinlik skoruna sahip uygulamalar ise etkin olmayan birimlerdir. Etkin birimler için 1 değeri, söz konusu KVB'nin mevcut çıktı değerlerine ulaşabilmek için mümkün olan minimum girdiyi kullandığını göstermektedir. Etkin olmayan birimlerin etkinlik skorları ise mevcut çıktı değerlerine ulaşabilmenin daha az girdi kullanılarak ta mümkün olduğu anlamı taşımaktadır.

Görelî olarak etkin olmayan birimlerin mevcut çıktı değerlerinde herhangi bir değişiklik yapmaksızın her bir girdi değerini  $(1 - \theta^*)$  oranında azaltması durumunda

<sup>5</sup> <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/4448378?hl=tr>, Erişim Tarihi: Nisan, 2022

<sup>6</sup> <https://play.google.com/>, Erişim Tarihi: Nisan, 2022.

etkin olmaları mümkündür. Etkinlik skoru ne kadar küçükse bu birimin etkinlik sınırından o derece uzakta olduğunu ve dolayısıyla daha fazla girdilerini azaltması gerektiği anlamına gelmektedir. Örneğin, haberleşme kategorisinde yer alan H3 birimine yönelik etkinlik skoru 0,70'dir. Böylece, bu birimin etkin olabilmesi için hem fiyat hem de boyut girdilerinde %30'luk bir düşüşle fiyatta 5,56 TL, boyutta ise 22,29 MB değerlerine ulaşması gerekmektedir.

Çözümlere yönelik istatistiki verilerin sunulduğu Tablo 2 incelendiğinde, haberleşme, sosyal, eğlence, haritalar ve navigasyon, müzik ve ses, oyunlar, finans, sağlık ve fitness kategorilerinde sırasıyla 8, 7, 6, 8, 7, 11, 3 ve 7 adet uygulamanın etkin olduğu görülmektedir. En az etkin birimin bulunduğu kategori finans; en fazla etkin birimin bulunduğu kategori ise oyunlardır. Müzik ve ses en düşük ortalama etkinlik skoruna sahip iken en yüksek ortalama etkinlik skorunun olduğu kategori sosyaldir. Ayrıca, tüm kategorilerde (finans kategorisi hariç) oldukça fazla sayıda uygulamanın etkin birim olarak saptandığı ve ortalama etkinlik skorlarının da (özellikle sosyal, haritalar ve navigasyon, oyunlar, sağlık ve fitness kategorilerinde) düşük olmadığı görülmektedir.

Kendi kategorilerinde en düşük etkinlik skoruna sahip olan uygulamalar haberleşmede %4 etkinlik skoru ile H12, sosyalde %19 etkinlik skoru ile S19, eğlencede %7 etkinlik skoru ile E5, haritalar ve navigasyonda %13 etkinlik skoru ile HN16, müzik ve septe %4 etkinlik skoru ile MS19, oyunlarda %4 etkinlik skoru ile O15, finasta %12 etkinlik skoru ile F3 ve sağlık ve fitnessda %13 etkinlik skoru ile SF8'dir (bkz. Ekler Tablo E1). Söz konusu uygulamalar, değerlendirildikleri kategorilerde etkin olabilmesi için girdi değerlerinde en çok iyileştirme yapması gereken uygulamalardır. Diğer bir deyişle, fiyat ve boyut değerlerini en çok azaltması gereken uygulamalardır. Aslında, model içerdiği girdi ve çıktı parametreleri bağlamında ilgili uygulamaların kullanıcıya sunmuş olduğu özellik ve fiyatlandırmanın kullanıcılarda ne kadar karşılık bulduğunu ölçmektedir. Bu bağlamda, etkin olmayan uygulamalar hedef değerlere ulaşmadıkları sürece kullanıcılarda bir karşılık bulamayacak, kategorilerindeki diğer uygulamalar ile rekabet edemeyecek ve mobil uygulama pazarında yok olmaya mahkum olacaklardır. Rekabetin her geçen gün büyük bir hızla arttığı günümüzde, rakiplerini göz ardı ederek piyasada var olmaya çalışmak ve/veya lider konumda olmaya çalışmak mümkün olmayacaktır. Bu bağlamda, çalışmanın bulguları rakiplerine göre konumunu bilmeye ve onlarla rekabet edebilmek için neler yapılması gerektiğine yönelik sunulan bilgiler açısından önem arz etmektedir.

Her ne kadar her bir kategoride literatürde tavsiye edilen KVB sayısından daha fazla birim örnekleme dahil edilmiş olsa da uygulamalardan hangisinin en etkin olduğu bilgisine ulaşılamamış ve uygulamaların kendi içlerinde sıralanmasının da mümkün olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer bir deyişle, hangi uygulama(lar) kategorisinde görece olarak en etkindir sorusunun cevabına ulaşılamamıştır. Bu nedenle, sonuçlarından bir sonraki bölümde bahsedilecek olan, KVB'leri görece

etkinliklerine göre sıralamaya imkan tanıyan (istisnai durumlar hariç) ve literatürde de bu gibi durumlarda tercih edilebilen yöntemlerden biri olan süper-etkinlik VZA metodu uygulanmıştır.

**Tablo 2: VZA Modeli Çözüm Sonuçlarına Ait İstatistik Veriler**

Kategori	Etkin Birim Sayısı	Etkin Birim Yüzdesi	Ortalama Etkinlik Skoru	Etkin Uygulamalar
Haberleşme	8	%40	%57	H1, H2, H6, H7, H14, H16, H17, H20
Sosyal	7	%35	%67	S3, S4, S6, S8, S14, S16, S17
Eğlence	6	%30	%51	E1, E2, E4, E7, E14, E17

Tablo 2'nin devamı

Kategori	Etkin Birim Sayısı	Etkin Birim Yüzdesi	Ortalama Etkinlik Skoru	Etkin Uygulamalar
Haritalar ve Navigasyon	8	%40	%64	HN2, HN6, HN7, HN11, HN12, HN13, HN14, HN20
Müzik ve Ses	7	%35	%46	MS1, MS3, MS4, MS8, MS11, MS18, MS20
Oyunlar	11	%55	%64	O1, O2, O3, O4, O6, O7, O10, O11, O13, O17, O20
Finans	3	%15	%54	F6, F18, F19
Sağlık ve Fitness	7	%35	%63	SF1, SF6, SF10, SF12, SF14, SF15, SF18

## 5.2. Süper-Etkinlik VZA Sonuçları ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Tüm kategorilerde Model (2) ile verilen girdi odaklı ÖGDG süper-etkinlik VZA modeli uygulanmıştır. Sonuçlar Ek'te verilen Tablo E2 ile paylaşılmaktadır. Tabloda her bir uygulamanın kendi kategorisindeki süper-etkinlik skoru ve bu skorlara göre yapılan sıralamaları yer almaktadır. Tablodan da görülebileceği üzere VZA etkinlik skoru 1'den küçük olan KVB'lerin (etkin olmayan KVB'lerin) süper-etkinlik VZA etkinlik skoru da aynı olmaktadır. Bazı uygulamaların süper-etkinlik skorlarına yönelik optimum çözümler elde edilememiştir. Ancak, söz konusu uygulamalar en yüksek süper-etkinliğe (+∞) sahip uygulamalardır ve sıralamanın en başında yer almaktadır (Chen, 2004). Hemen hemen her kategoride birden fazla uygulamaya ait çözüm elde edilemediğinden bu uygulamalar birinci sırayı paylaşmaktadırlar. Her ne kadar tümüyle bir sıralama yapılması mümkün olmasa dahi çözüm elde edilemeyen uygulamalar sıralamanın en başında yer alacak şekilde en iyiden en kötüye doğru bir sıralama yapılmıştır. Etkinliğinin ölçüldüğü

kategorilerde sıralamanın en başında yer alan 18 uygulama aşağıda Tablo 3 ile özet bir şekilde gösterilmektedir. Öte yandan, H12, S19, E5, HN16, MS19, O15, F3 ve SF8 uygulamaları (kategorilerinde VZA etkinlik skoru en düşük olan uygulamalar), sırasıyla, haberleşme, sosyal, eğlence, haritalar ve navigasyon, müzik ve ses, oyunlar, finans, sağlık ve fitness kategorilerinde sıralamanın en sonunda yer alan uygulamalardır.

**Tablo 3: Kategorilerine Göre Sıralamanın Başında Yer Alan Uygulamalar**

<b>Kategori</b>	<b>KVB</b>
<b>Haberleşme</b>	H1, H2, H14
<b>Sosyal</b>	S3, S4, S8
<b>Eğlence</b>	E2, E14
<b>Haritalar ve Navigasyon</b>	HN6, HN14
<b>Müzik ve Ses</b>	MS18, MS20
<b>Oyunlar</b>	O2, O6
<b>Finans</b>	F6, F18
<b>Sağlık ve Fitness</b>	SF10, SF14

## 6. Sonuç

Çeşitli işletim sistemlerine yönelik her geçen gün yeni uygulamaların piyasaya sürülmesi veya var olanların güncellenmesi, hem bireysel hem de kurumsal kullanıcıların kullanımının giderek arttığı mobil uygulamalar sektörünü daha da rekabetçi hale getirmektedir. Uygulama geliştiricilerinin veya mobil uygulama şirketlerinin pazarda var olabilmelerinin, rekabet edebilmelerinin veya yaşamlarını sürdürebilmelerinin yolu hedef kitlenin doğru tespit edilmesinden, tüketici beklentilerinin olabildiğince karşılanmasından ve doğru fiyatla piyasaya sunulmasından geçmektedir. Ürün ya da hizmetlerin fiyatları, işletmelerin pazardaki rekabetçi konumlarını etkilemekte ve fiyatların titizlikle belirlenmesi gerekmektedir.

Literatürde VZA ile görelî etkinlik ölçümünün yapıldığı birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Ancak, alışlageldiğinin aksine VZA'nın fiyat belirleme amacıyla benimsendiği çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, bir değil birden çok kriterle etkinliğin hesaplandığı VZA yöntemi aracılığıyla, özellikle uygulama geliştiriciler, uygulama mağazaları ve reklam şirketleri için, rakip uygulamalar içindeki konumunun belirlenmesi, etkin olabilmeleri için hangi kriterlerde ne oranda gelişim sağlamaları gerektiği yönünde sunduğu bilgiler açısından öngörüler sağlamakta ve araştırmanın onlara rehberlik etmede yararlı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, sayısal modellerden olan ÇKKV tekniklerinin pazarlama karması elemanlarının önemli bir unsuru olan fiyat belirlemeye yönelik bir karar aracı olarak kullanılabilirliği de gösterilmektedir.

Çalışmada, dünya çapında en popüler mobil uygulama kategorilerinden 8 kategoride Google Play Store'daki ilk 20 ücretli mobil uygulamanın VZA ile görelilik etkinlik skorları hesaplanmış, süper-etkinlik VZA ile kategorilerindeki sıralamaları elde edilmiştir. VZA tekniğinin görelilik etkinlikleri hesaplamaya olanak sağlamasının yanı sıra etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için girdi veya çıktı miktarlarında (analiz türüne göre) ne oranda gelişim sağlamaları gerektiği bilgisini de sunuyor olması avantajlarından bir tanesidir. Bu sayede, VZA ile etkin olmayan uygulamalara yönelik etkin olabilmeleri adına ulaşmaları gereken girdi değerleri hesaplanmış ve bu değerler ayrıntısıyla sunulmuştur. Diğer bir deyişle, söz konusu uygulamaların etkin / rekabetçi olabilmeleri için hangi fiyatla ve hangi boyutla piyasaya sunulması gerektiği ortaya konmuştur. Yapılan analizlerin tümünde girdi olarak "fiyat" ve "boyut"; çıktı olarak ise "kullanıcı yorum sayısı" ve "kullanıcı puanı" dikkate alınmıştır. Her bir kategoride 20 mobil uygulamanın değerlendirildiği ÖGDG VZA modeli ile kategorilerine göre haberleşmede 8, sosyalde 7, eğlencede 6, haritalar ve navigasyonda 8, müzik ve sekte 7, oyunlarda 11, finasta 3, sağlık ve fitnessda 7 adet uygulama etkin birim olarak tespit edilmiştir. Hemen hemen tüm kategorilerde ortalama etkinlik skoru yüksektir. En düşük etkinlik skoruna sahip olan diğer bir deyişle değerlendirildikleri kategorilerde etkin olabilmesi için girdi değerlerinde en çok iyileştirme yapması gereken uygulamaların H12 (haberleşme), S19 (sosyal), E5 (eğlence), HN16 (haritalar ve navigasyon), MS19 (müzik ve ses), O15 (oyunlar), F3 (finans) ve SF8 (sağlık ve fitness) olduğu sonucuna varılmıştır. Kategorilerinde hangi uygulamaların en iyi olduğu sorusuna yanıt bulmak amacıyla ÖGDG süper-etkinlik VZA modelleri uygulanmıştır. Her bir kategoride birinci sırayı paylaşan birden fazla uygulamanın olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde bu çalışmaya benzer Supçiller ve Bulak (2020)'nin 21 adet mobil uygulamanın değerlendirmeye tabi tutulduğu çalışmasında KVB'lerin %57'si etkin birimler olarak saptanmış ve ortalama etkinlik skoru %93 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise KVB'lerin yaklaşık olarak %36'sının etkin olduğu ve ortalama etkinlik skorunun %58 olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın kısıtı, veriye erişimin sağlanamaması, ölçülebilir olmayan parametreler vb. sebeplerden dolayı çalışmaya dahil edilememiş ancak mobil uygulama sektöründe kullanıcıların uygulama tercihlerini etkileyen birçok faktörün bulunmasıdır. Bu bağlamda, çalışmanın bulguları söz konusu analizler ve ilgili veri kaynaklarından elde edilmiş parametre değerleri kapsamındadır.

**Ekler**

**Tablo E1: VZA Modeline Yönelik Optimum Sonuçlar: Uygulamaların Etkinlik Skorları ve Hedef Girdi Değerleri**

Kategori	KVB	Fiyat (TL)	Boyut (MB)	Yorum Sayısı (Adet)	Puan (En yüksek 5, En düşük 1)	Etkinlik Skoru	Hedef Fiyat Değeri	Hedef Boyut Değeri
Haberleşme	H1	36,99	23	69.457	4,3	1	-	-
	H2	10,75	16	70.244	3,4	1	-	-
	H3	7,99	32	42.618	2,9	0,70	5,56	22,29
	H4	50,99	56	64.809	4	0,47	23,97	26,33
	H5	51,99	26	23.580	3,7	0,08	4,22	2,11
	H6	53,99	0,06	14.166	3,6	1	-	-
	H7	4,99	1,90	39.557	4,1	1	-	-
	H8	44,99	18	1.467	4,3	0,22	10,06	4,03
	H9	98,99	2,80	5.026	3,6	0,29	28,86	0,82
	H10	59,99	2,30	513	2,5	0,33	19,68	0,75
	H11	47,99	19	23.184	4,5	0,50	24,18	9,57
	H12	87,99	54	425	3,3	0,04	3,46	2,12
	H13	15,14	16	490	3	0,19	2,88	3,05
	H14	35,99	11	2.093	4,8	1	-	-
	H15	19,99	1,70	34	2,1	0,55	10,96	0,93
	H16	2,69	1,10	232	2,9	1	-	-
	H17	29,99	2	1.230	4,3	1	-	-
	H18	22,99	11	20	3	0,13	2,88	1,38
	H19	61,99	54	1.070	3,5	0,06	3,84	3,35
	H20	17,99	8,50	1.895	4,7	1	-	-
Sosyal	S1	18,99	22	159	3	0,36	6,93	8,03
	S2	27,99	8,20	5.593	3,7	0,34	9,50	2,78
	S3	26,99	6,90	45.999	4,7	1	-	-
	S4	47,99	9,20	36.253	4,9	1	-	-
	S5	20,99	10	23.702	4,3	0,82	17,15	8,17
	S6	17,99	10	14.336	4,5	1	-	-
	S7	25,99	3,50	172	3,5	0,35	9,17	1,23
	S8	47,99	8,30	3.673	5	1	-	-
	S9	22,99	28	452	4,1	0,30	6,96	8,48
	S10	40,99	10	24.350	4,1	0,43	17,79	4,34
	S11	26,99	8,70	25	2,9	0,27	7,42	2,39
	S12	13,14	7,40	4.924	4,1	0,68	8,96	5,05
	S13	7,29	15	155	3,5	0,95	6,90	14,20
	S14	6,95	2,70	225	4,2	1	-	-
	S15	6,99	6,20	287	3,5	0,99	6,94	6,15



**Tablo E1'in devamı**

Kategori	KVB	Fiyat (TL)	Boyut (MB)	Yorum Sayısı (Adet)	Puan (En yüksek 5, En düşük 1)	Etkinlik Skoru	Hedef Fiyat Değeri	Hedef Boyut Değeri
Sosyal	S16	10,99	0,03	5.921	3,3	1	-	-
	S17	6,79	41	2.026	3,1	1	-	-
	S18	15,99	14	179	4	0,43	6,94	6,07
	S19	41,99	11	357	3,9	0,19	7,90	2,07
	S20	53,99	20	21.242	4,4	0,30	16,13	5,97
Eğlence	E1	1	12	184	4	1	-	-
	E2	1	9,90	21	5	1	-	-
	E3	13,99	81	19	3,1	0,09	1,33	7,68
	E4	23,99	6,10	4.052	4,6	1	-	-
	E5	31,99	36	58	3,8	0,07	2,11	2,37
	E6	5,19	11	97	1	0,36	1,87	3,97
	E7	33,99	8,90	7.700	4,8	1	-	-
	E8	11,99	52	4.590	4,7	0,29	3,48	15,07
	E9	12,99	11	306	1,4	0,17	2,18	1,85
	E10	2,50	8,40	73	1,4	0,66	1,64	5,52
	E11	54,99	79	7.687	4,6	0,14	7,46	10,71
	E12	32,99	7,60	6.087	4,2	0,48	15,96	3,68
	E13	3,99	26	345	4	0,31	1,25	8,17
	E14	27,99	34	41.149	4,3	1	-	-
	E15	12,99	40	2.141	4,7	0,19	2,52	7,75
	E16	27,99	14	1.018	4,9	0,64	17,89	8,95
	E17	2,22	1,60	5.154	4	1	-	-
E18	16,99	16	357	4,5	0,35	6,01	5,66	
E19	7,69	7,70	1.921	4,2	0,42	3,23	3,23	
E20	28,99	9,80	398	3	0,16	4,73	1,60	
Haritalar ve Navigasyon	HN1	29,99	6,50	9.602	3,9	0,93	27,95	6,06
	HN2	55	5,40	7.200	4,6	1	-	-
	HN3	54,99	48	5.662	3,9	0,18	9,98	8,71
	HN4	47,99	12	15.731	4,2	0,75	35,79	8,95
	HN5	43,99	7,50	1.350	4,4	0,49	21,70	3,70
	HN6	48,99	21	42.658	4,5	1	-	-
	HN7	8,69	4,70	4.440	4,1	1	-	-
	HN8	33,99	3,10	2.732	3,8	0,97	32,83	2,99
	HN9	219,99	19	5.302	4,2	0,23	50,11	4,33
	HN10	129,99	30	6.813	4,3	0,17	22,28	5,14
	HN11	4,36	12	288	3,7	1	-	-
	HN12	8,09	3,70	3.255	4,4	1	-	-
	HN13	149,9	4,50	1.433	4,7	1	-	-
	HN14	114,99	9,20	2.177	4,8	1	-	-

**Tablo E1'in devamı**

Kategori	KVB	Fiyat (TL)	Boyut (MB)	Yorum Sayısı (Adet)	Puan (En yüksek 5, En düşük 1)	Etkinlik Skoru	Hedef Fiyat Değeri	Hedef Boyut Değeri
Haritalar ve Navigasyon	HN15	23,99	33	240	3,1	0,21	4,97	6,84
	HN16	164,99	28	32	4,4	0,13	21,80	3,70
	HN17	129,99	15	3.480	4,5	0,29	38,05	4,39
	HN18	149,99	14	165	3,6	0,17	25,14	2,35
	HN19	14,99	12	8	3,9	0,44	6,53	5,23
	HN20	5,60	1,50	395	3,1	1	-	-
Müzik ve Ses	MS1	29	0,24	281.255	4,6	1	-	-
	MS2	48,99	227	31.672	4,2	0,05	2,61	12,10
	MS3	2,19	2,10	4.414	4,2	1	-	-
	MS4	2,19	3,10	10.691	4	1	-	-
	MS5	59,99	14	10.038	4,3	0,12	7,19	1,68
	MS6	144,99	77	8.700	4,8	0,16	23,08	12,26
	MS7	235	50	2.558	4,8	0,10	23,04	4,90
	MS8	19	0,30	9.991	4,3	1	-	-
	MS9	28,99	83	2.007	4,2	0,08	2,19	6,27
	MS10	30,99	11	879	4,5	0,41	12,62	4,48
	MS11	2,19	2,30	51.026	3,7	1	-	-
	MS12	74,99	7,70	12.570	4,1	0,15	11,23	1,15
	MS13	16,99	13	11.510	4,1	0,16	2,71	2,07
	MS14	38,99	41	648	4	0,06	2,19	2,30
	MS15	39,99	13	21.604	4,1	0,14	5,54	1,80
	MS16	10,99	4,20	7.394	4,4	0,83	9,17	3,50
	MS17	309,99	758	972	4,7	0,06	19,57	47,84
	MS18	11,99	8,90	629.344	4,3	1	-	-
	MS19	89,99	53	7.942	3,9	0,04	3,37	1,99
	MS20	29,99	0,04	4.491	5	1	-	-
Oyunlar	O1	0,59	52	93.983	4,6	1	-	-
	O2	68,99	133	4.533.590	4,6	1	-	-
	O3	22,99	1,50	180.741	4,1	1	-	-
	O4	2,99	637	888.739	4,4	1	-	-
	O5	2,79	108	112.731	4	0,47	1,32	50,9954
	O6	0,99	152	59.499	4,8	1	-	-
	O7	2,29	48	90.105	4,5	1	-	-
	O8	40,99	585	10.681	4,6	0,09	3,64	52
	O9	2,99	312	131.927	3,9	0,24	0,73	76,12
	O10	0,59	613	43.427	2,9	1	-	-
	O11	29,99	2,60	717.586	3	1	-	-
	O12	24,99	875	51.310	4,6	0,06	1,49	52
	O13	1,19	170	170.240	4,7	1	-	-

**Tablo E1'in devamı**

<b>Kategori</b>	<b>KVB</b>	<b>Fiyat (TL)</b>	<b>Boyut (MB)</b>	<b>Yorum Sayısı (Adet)</b>	<b>Puan (En yüksek 5, En düşük 1)</b>	<b>Etkinlik Skoru</b>	<b>Hedef Fiyat Değeri</b>	<b>Hedef Boyut Değeri</b>
<b>Oyunlar</b>	O14	2,39	278	61.588	3,8	0,25	0,59	68,63
	O15	119,99	1.024	19.738	4,1	0,04	4,93	42,07
	O16	2,59	109	40.537	4	0,46	1,20	50,56
	O17	6,19	87	839.400	4,5	1	-	-
	O18	2,99	253	13.506	4,2	0,21	0,61	51,94
	O19	7,70	588	12.766	4,1	0,09	0,68	51,79
	O20	0,59	317	11.446	4,3	1	-	-
<b>Finans</b>	F1	35,99	5,40	24.033	4,8	0,37	13,34	2,00
	F2	19,99	9,20	16.481	4,6	0,63	12,60	5,80
	F3	99,99	15	13.967	4,5	0,12	12,35	1,85
	F4	39,99	6,50	761	4,2	0,28	11,0479	1,80
	F5	38,99	8,90	142	4,6	0,28	10,99	2,51
	F6	39,99	12	183	5	1	-	-
	F7	39,87	4,50	1.032	2,2	0,29	11,61	1,31
	F8	13,99	2,10	473	4,8	0,79	11,0195	1,65
	F9	17,99	5,80	3.091	4,6	0,63	11,28	3,64
	F10	14,99	4	424	4,4	0,73	11,0147	2,94
	F11	62,99	2,30	226	3,9	0,57	35,62	1,30
	F12	24,99	17	14.814	4,7	0,50	12,43	8,46
	F13	36,99	10	88	4,5	0,30	10,99	2,97
	F14	29,99	29	212	3,8	0,37	10,9938	10,63
	F15	31,99	4,20	1.854	4,4	0,35	11,16	1,46
	F16	12,99	3,50	2.108	3,9	0,86	11,18	3,01
	F17	86,99	16	3.923	4,8	0,13	11,36	2,09
	F18	21,99	2,70	111.633	4,9	1	-	-
	F19	10,99	1,30	174	4,9	1	-	-
	F20	13,99	7,10	45	4,5	0,79	10,99	5,58
<b>Sağlık ve Fitness</b>	SF1	64,99	71	35.259	4,3	1	-	-
	SF2	43,99	18	444	3	0,25	11,19	4,58
	SF3	9,29	17	4.691	4,2	0,90	8,39	15,35
	SF4	49,99	87	15.316	4,5	0,23	11,65	20,27
	SF5	7,77	55	8.078	4,6	0,88	6,86	48,57
	SF6	6,29	61	17.139	4,7	1	-	-
	SF7	34,99	13	4.306	4,1	0,32	11,34	4,21
	SF8	99,99	8,80	923	3,7	0,13	12,60	1,11
	SF9	77,99	10	6.298	4,2	0,16	12,41	1,59
	SF10	11,99	37	24.212	4,9	1	-	-
	SF11	60,99	34	462	3,9	0,17	10,64	5,93
	SF12	34,99	13	19.470	3,5	1	34,99	13

**Tablo E1'in devamı**

Kategori	KVB	Fiyat (TL)	Boyut (MB)	Yorum Sayısı (Adet)	Puan (En yüksek 5, En düşük 1)	Etkinlik Skoru	Hedef Fiyat Değeri	Hedef Boyut Değeri
Sağlık ve Fitness	SF13	24,99	10	4.471	3,5	0,45	11,23	4,49
	SF14	55,99	1,20	1.039	5	1	-	-
	SF15	12,99	0,15	8.485	4,9	1	-	-
	SF16	11,99	136	2.845	3,8	0,52	6,29	71,35
	SF17	24,99	6,40	539	4,3	0,47	11,82	3,03
	SF18	8,59	11	4.049	4,6	1	-	-
	SF19	51,99	6,80	337	3,9	0,24	12,39	1,62
	SF20	12,99	2,90	119	3,8	0,92	11,9669	2,67

**Tablo E2. Süper-Etkinlik VZA Modeline Yönelik Optimum Sonuçlar:  
Uygulamaların Süper-Etkinlik Skorları ve Sıralamaları**

Kategori	KVB	Süper-Etkinlik Skoru	Sıra No	Kategori	KVB	Süper-Etkinlik Skoru	Sıra No	Kategori	KVB	Süper-Etkinlik Skoru	Sıra No	Kategori	KVB	Süper-Etkinlik Skoru	Sıra No
Haberleşme	H1	$+\infty^7$	1.	Sosyal	S1	0,36	12.	Eğlence	E1	1,04	5.	Haritalar ve Navigasyon	HN1	0,93	9.
	H2	$+\infty$	1.		S2	0,34	14.		E2	$+\infty$	1.		HN2	1,40	6.
	H3	0,70	7.		S3	$+\infty$	1.		E3	0,09	18.		HN3	0,18	16.
	H4	0,47	10.		S4	$+\infty$	1.		E4	1,11	4.		HN4	0,75	10.
	H5	0,08	16.		S5	0,82	8.		E5	0,07	19.		HN5	0,49	11.
	H6	27,54	2.		S6	1	5.		E6	0,36	10.		HN6	$+\infty$	1.
	H7	6,40	3.		S7	0,35	13.		E7	1,47	3.		HN7	1,07	7.
	H8	0,22	13.		S8	$+\infty$	1.		E8	0,29	13.		HN8	0,97	8.
	H9	0,29	12.		S9	0,30	15.		E9	0,17	15.		HN9	0,23	14.
	H10	0,33	11.		S10	0,43	10.		E10	0,66	6.		HN10	0,17	17.
	H11	0,50	9.		S11	0,27	17.		E11	0,14	17.		HN11	1,55	5.
	H12	0,04	18.		S12	0,68	9.		E12	0,48	8.		HN12	4,51	2.
	H13	0,19	14.		S13	0,95	7.		E13	0,31	12.		HN13	1,62	4.
	H14	$+\infty$	1.		S14	2	3.		E14	$+\infty$	1.		HN14	$+\infty$	1.
	H15	0,55	8.		S15	0,99	6.		E15	0,19	14.		HN15	0,21	15.
	H16	1,86	5.		S16	114	2.		E16	0,64	7.		HN16	0,13	19.
	H17	2,05	4.		S17	1	4.		E17	5,74	2.		HN17	0,29	13.
	H18	0,13	15.		S18	0,43	11.		E18	0,35	11.		HN18	0,17	18.
	H19	0,06	17.		S19	0,19	18.		E19	0,42	9.		HN19	0,44	12.
	H20	1,75	6.		S20	0,30	16.		E20	0,16	16.		HN20	2,39	3.

ÖGDG süper-etkinlik VZA modeli ile uygun çözüm elde edilemeyen KVB'lerin süper-etkinlik skorları  $+\infty$ 'dur ve iyiden kötüye doğru sıralamada sıralamanın en başında yer almaktadırlar (Chen, 2004; Xue ve Harker, 2002).

**Tablo E2'nin devamı**

Kategori	KVB	Süper- Etkinlik Skoru	Sıra No	Kategori	KVB	Süper- Etkinlik Skoru	Sıra No	Kategori	KVB	Süper- Etkinlik Skoru	Sıra No	Kategori	KVB	Süper- Etkinlik Skoru	Sıra No
Müzik ve Ses	MS1	16,84	2.	Oyunlar	O1	2,41	4.	Finans	F1	0,37	11.	Sağlık ve Fitness	SF1	+∞	1.
	MS2	0,05	18.		O2	+∞	1.		F2	0,63	7.		SF2	0,25	13.
	MS3	3,01	3.		O3	23,93	2.		F3	0,12	19.		SF3	0,90	7.
	MS4	1	6.		O4	2,35	5.		F4	0,28	17.		SF4	0,23	15.
	MS5	0,12	13.		O5	0,47	10.		F5	0,28	16.		SF5	0,88	8.
	MS6	0,16	10.		O6	+∞	1.		F6	+∞	1.		SF6	1,61	4.
	MS7	0,10	14.		O7	1,00	8.		F7	0,29	15.		SF7	0,32	12.
	MS8	1,32	4.		O8	0,09	15.		F8	0,79	4.		SF8	0,13	18.
	MS9	0,08	15.		O9	0,24	13.		F9	0,63	8.		SF9	0,16	17.
	MS10	0,41	8.		O10	1	9.		F10	0,73	6.		SF10	+∞	1.
	MS11	1,31	5.		O11	6,81	3.		F11	0,57	9.		SF11	0,17	16.
	MS12	0,15	11.		O12	0,06	17.		F12	0,50	10.		SF12	1,99	3.
	MS13	0,16	9.		O13	1,02	7.		F13	0,30	14.		SF13	0,45	11.
	MS14	0,06	17.		O14	0,25	12.		F14	0,37	12.		SF14	+∞	1.
	MS15	0,14	12.		O15	0,04	18.		F15	0,35	13.		SF15	80,21	2.
	MS16	0,83	7.		O16	0,46	11.		F16	0,86	3.		SF16	0,52	9.
	MS17	0,06	16.		O17	1,72	6.		F17	0,13	18.		SF17	0,47	10.
	MS18	+∞	1.		O18	0,21	14.		F18	+∞	1.		SF18	1,25	5.
	MS19	0,04	19.		O19	0,09	16.		F19	2,08	2.		SF19	0,24	14.
	MS20	+∞	1.		O20	1	9.		F20	0,79	5.		SF20	0,92	6.

## Kaynakça

- Adler, N., Friedman, L. ve Sinuany-Stern, Z. (2002). Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. *European Journal Of Operational Research*, 140(2), 249-265. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00068-1)
- Akyol, G. (2014). *Mobil uygulama arayüzlerinin incelenmesi üzerine bir çalışma*. ISITES2014, Karabuk.
- Aldamak, A. ve Zolfaghari, S. (2017). Review of efficiency ranking methods in data envelopment analysis. *Measurement*, 106, 161-172. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.04.028>
- Ali, A. I., Lerme, C. S. ve Seiford, L. M. (1995). Components of efficiency evaluation in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 462-473. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)00131-U](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)00131-U)
- Andersen, P. ve Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39(10), 1261-1264. <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Asandului, L., Roman, M. ve Fatulescu, P. (2014). The efficiency of healthcare systems in Europe: A data envelopment analysis approach. *Procedia Economics and Finance*, 10, 261-268. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00301-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00301-3)
- Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banker, R. D. ve Morey, R. C. (1986). Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Operations Research*, 34(4), 513-521. <https://doi.org/10.1287/opre.34.4.513>
- Boccali, F., Mariani, M. M., Visani, F. ve Mora-Cruz, A. (2022). Innovative value-based price assessment in data-rich environments: Leveraging online review analytics through Data Envelopment Analysis to empower managers and entrepreneurs. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121807. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121807>
- 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. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- Chen, Y. (2004). Ranking efficient units in DEA. *Omega*, 32(3), 213-219. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2003.11.001>
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. ve Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis* (2nd edition). Newyork, Springer Science ve Business Media.
- Cooper, W. W., Park, K. S. ve Yu, G. (2001). An illustrative application of IDEA (imprecise data envelopment analysis) to a Korean mobile telecommunication company. *Operations Research*, 49(6), 807-820. <https://doi.org/10.1287/opre.49.6.807.10022>
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. ve Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Newyork, Springer Science ve Business Media.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S. ve Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245-259. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00149-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00149-1)
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ghimire, S., Amin, S. H. ve Wardley, L. J. (2021). Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities. *Journal of Informetrics*, 15(3), 101172. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101172>
- Hulme, M. ve Peters, S. (2001). Me, my phone and I: The role of the mobile phone. Erişim tarihi: 19 Mart 2015, [www.michaelhulme.co.uk](http://www.michaelhulme.co.uk) .
- Islam, R., Islam, R. ve Mazumder, T. A. (2010). Mobile application and its global impact. *International Journal of Engineering ve Technology*, 10(6), 72-78.
- Ji, Y. B. ve Lee, C. (2010). Data envelopment analysis. *The Stata Journal*, 10(2), 267-280.
- Lin, T. Y., Chiu, Y. H., Lin, Y. N., Chang, T. H. ve Lin, P. Y. (2023). Greenhouse gas emission indicators, energy consumption efficiency, and optimal carbon emission allowance allocation of the EU countries in 2030. *Gas Science and Engineering*, 110, 204902. <https://doi.org/10.1016/j.jgsce.2023.204902>
- Nayebi, F., Desharnais, J. M. ve Abran, A. (2012, Nisan). *The state of the art of mobile application usability evaluation*. 25th IEEE Canadian Conference on



- Electrical and Computer Engineering (CCECE), 1-4.  
<https://doi.org/10.1109/CCECE.2012.6334930>
- Rashidi, K. ve Cullinane, K. (2019). Evaluating the sustainability of national logistics performance using Data Envelopment Analysis. *Transport Policy*, 74, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.014>
- Seiford, L. M. ve Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*, 46(1-2), 7-38. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90045-U](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90045-U)
- Seiford, L. M. ve Zhu, J. (1999). Infeasibility of super-efficiency data envelopment analysis models. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 37(2), 174-187. <https://doi.org/10.1080/03155986.1999.11732379>
- Supçiller, A. A. ve Bulak, M. E. (2020). Mobil uygulamaların performanslarının veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(3), 711-723. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.621653>
- Uğur, N. G. ve Turan, A. H. (2015). Üniversite öğrencilerinin mobil uygulamaları kabulü ve kullanımı: Sakarya üniversitesi örneği. *Journal of Internet Applications and Management*, 6(2), 63-79. <https://doi.org/10.5505/iuyd.2015.50469>
- Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T. ve Özcan, E. (2020). Mobil uygulama seçiminde etkili olan kriterlerin belirlenmesi ve örnek uygulama. *İstanbul İktisat Dergisi*, 70(1), 113-139. <https://doi.org/10.26650/ISTJECON2019-0022>
- Visani, F. ve Boccali, F. (2020). Purchasing price assessment of leverage items: A data envelopment analysis approach. *International Journal of Production Economics*, 223, 107521. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107521>
- Wang, B., Anderson, T. R. ve Zehr, W. (2016). Competitive pricing using data envelopment analysis—pricing for oscilloscopes. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 13(01), 1650006. <https://doi.org/10.1142/S0219877016500061>
- Wu, Y., Hu, Y., Xiao, X. ve Mao, C. (2016). Efficiency assessment of wind farms in China using two-stage data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management*, 123, 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.06.014>

- Xu, J., Li, B. ve Wu, D. (2009). Rough data envelopment analysis and its application to supply chain performance evaluation. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 628-638.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.06.026>
- Xue, M. ve Harker, P. T. (2002). Note: Ranking DMUs with infeasible super-efficiency DEA models. *Management Science*, 48(5), 705-710.  
<https://doi.org/10.1287/mnsc.48.5.705.7805>
- Zhu, J. (1996). Robustness of the efficient DMUs in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 90(3), 451-460.  
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00054-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00054-2)
- Zhu, J. (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123(1), 105-124. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00096-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00096-X)
- Zhu, J. (2009). *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data envelopment analysis with spreadsheets* (2nd edition). New York, Springer.

**Etik Beyanı:** Yazar, bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu beyan etmektedir. Bilimsel etik konuları ile ilgili aksi bir durumun tespiti halinde tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına ait olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır.

---

## Data Envelopment Analysis in the Mobile Application Market

---

---

### Extended Abstract

---

#### 1. Introduction

The introduction of new apps or updates to existing ones every day makes the mobile app industry even more competitive. This large and increasing number of mobile applications in the market forces application developers to develop high-quality applications in order to compete (Nayebi et al., 2012). The way to exist and survive in this market is to identify the target audience correctly, to meet consumer expectations as much as possible and to offer the right price to the market.

The purpose of this study is threefold. To measure the relative efficiencies of mobile applications, to identify the most efficient units, and to demonstrate that Data Envelopment Analysis (DEA) can be used for efficient/competitive price determination. For these purposes, the relative efficiencies of the top 20 paid mobile apps in the Google Play Store in 8 of the most popular mobile app categories worldwide were calculated with DEA, the most efficient units in each category were identified with super-efficiency DEA, and the target input values that inefficient units should reach in order to become efficient were determined.

#### 2. Method

DEA, one of the practical and widely applied Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques, is a mathematical modeling approach used to calculate the relative efficiencies of homogeneous Decision Making Units (DMUs) with multiple input and output parameters (Rashidi & Cullinane, 2019). One of the biggest advantages of the technique is that it can calculate relative efficiency even if there is no functional relationship between inputs and outputs (Banker and Morey, 1986; Seiford and Thrall, 1990). DEA method can be used as a decision analysis tool in various fields.

In practice, decision makers are not only interested in classifying the units under evaluation as efficient or inefficient, but also want to rank all units under evaluation. On the other hand, in some cases, the discriminative power of DEA models may be low and meaningful results cannot be obtained. The super-efficiency DEA method is one of the methods that can be used to overcome this discrimination problem and rank the DMUs (Aldamak and Zolfaghari, 2017).

#### 3. Results and Discussion

As a result of DEA, it was determined that 8, 7, 6, 8, 7, 11, 3 and 7 applications were efficient in communication, social, entertainment, maps and navigation, music and sound, games, finance, health and fitness categories, respectively. The category with the fewest efficient units is finance, while the category with the most efficient units is games. Music and sound had the lowest average efficiency score, while social had the highest average efficiency score. In all categories (except finance), a large number of applications were found to be efficient units.

The apps with the lowest efficiency scores in their categories are H12 with 4% efficiency score in communication, S19 with 19% efficiency score in social, E5 with 7% efficiency score in entertainment, HN16 with 13% efficiency score in maps and navigation, MS19 with 4% efficiency score in music and sound, O15 with 4% efficiency score in games, F3 with 12% efficiency score in

finance and SF8 with 13% efficiency score in health and fitness. These applications are the ones that need the most improvement in input values to be effective in the categories they are evaluated in.

According to the super-efficiency DEA results, there are 18 applications at the top of the ranking in all categories. On the other hand, H12, S19, E5, HN16, MS19, MS19, O15, F3 and SF8 are at the bottom of the ranking in the categories of communication, social, entertainment, maps and navigation, music and sound, games, finance, health and fitness, respectively.

#### **4. Conclusion**

In the literature, it is possible to find many studies in which relative efficiency is measured by DEA. However, contrary to what is customary, studies in which DEA is adopted for price setting purposes are quite limited. This study provides insights for app developers, app stores and advertising companies in terms of determining their position among competing apps, and the information they need to improve in which criteria and at what rate in order to be effective through the DEA method, which calculates efficiency with not one but multiple criteria, and it is thought that the research may be useful in guiding them. In addition, it is also shown that MCDM techniques, which are quantitative models, can be used as a decision tool for price determination, which is an important element of marketing mix elements.