

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ETKİNLİK MODELLEMESİNDE STOKASTİK SINIR ANALİZİ VE  
KATEGORİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ : HAVAYOLU ŞİRKETLERİ  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Umut AYDIN**

**İşletme Anabilim Dalı**

**İşletme Yüksek Lisans Programı**

**HAZİRAN 2018**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ETKİNLİK MODELLEMESİNDE STOKASTİK SINIR ANALİZİ VE  
KATEGORİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ : HAVAYOLU ŞİRKETLERİ  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Umut AYDIN  
(403161033)**

**İşletme Anabilim Dalı**

**İşletme Yüksek Lisans Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kemal Burç ÜLENGİN  
Eş Danışman: Prof. Dr. Füsün ÜLENGİN**

**HAZİRAN 2018**



İTÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 403161033 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Umut AYDIN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ ETKİNLİK MODELLEMESİNDE STOKASTİK SINIR ANALİZİ VE KATEGORİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ: HAVAYOLU ŞİRKETLERİ UYGULAMASI ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. Kemal Burç ÜLENGİN**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Eş Danışman :** **Prof.Dr. Füsun ÜLENGİN**  
Sabancı Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Raziye SELİM**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Hür Bersam BOLAT**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Melis Almula  
KARADAYI**  
Medipol Üniversitesi

**Teslim Tarihi : 4 Mayıs 2018**  
**Savunma Tarihi : 4 Haziran 2018**





*Aileme ve değerli insanlara,*



## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında beni yönlendiren ve benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışmanlarım Prof. Dr. Kemal Burç ÜLENGİN ve Prof. Dr. Füsun ÜLENGİN hocalarıma sonsuz teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Ayrıca tez çalışmamın özellikle Veri Zarflama Analizi kısmında sahip olduğu değerli bilgileri ihtiyacım olduğu her an benimle paylaşmaktan çekinmeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Melis Almula KARADAYI hocama da tüm içtenliğimle teşekkürü bir borç bilirim. Bugünlere gelebilmem için maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ailemin tüm bireylerine, tez çalışmamın her aşamasında başım ne zaman sıkışsa imdat çağrısına anında cevap veren değerli meslektaşım Arş. Gör. Gizem KAYA, veri toplama sürecinde çok değerli yardımlarını esirgemeyen dostum Arş. Gör. Hidayet BEYHAN ve tanıştığımız günden beri aklıma her gelen her fikri ablalık vazifesi bilip sabırla dinleyen Arş. Gör. Aycan KAYA olmak üzere çok değerli dostlarıma ve desteklerini gördüğüm nice kıymetli arkadaşlarıma sonsuz şükranlarımı ve sevgilerimi sunarım. Var olsunlar..

Mayıs 2018

Umut Aydın  
(Araştırma Görevlisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                                                                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖNSÖZ .....                                                                                                             | vii   |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                       | ix    |
| KISALTMALAR .....                                                                                                       | xi    |
| SEMBOLLER .....                                                                                                         | xiii  |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                                                                                   | xv    |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                                                                     | xvii  |
| ÖZET .....                                                                                                              | xix   |
| SUMMARY .....                                                                                                           | xxiii |
| 1. GİRİŞ ....                                                                                                           | 1     |
| 2. LİTERATÜR TARAMASI .....                                                                                             | 5     |
| 2.1 Etkinlik Kavramı, Ölçümü ve Havayolu Etkinliği .....                                                                | 5     |
| 2.2 Veri Zarflama Analizi .....                                                                                         | 9     |
| 2.2.1 Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri .....                                                                      | 12    |
| 2.2.2 Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri .....                                                                      | 12    |
| 2.2.3 Veri Zarflama Modelleri .....                                                                                     | 13    |
| 2.2.3.1 Girdi odaklı CCR modeli .....                                                                                   | 13    |
| 2.2.3.2 Kategorik veri zarflama analizi .....                                                                           | 16    |
| 2.2.4 Havayolları Etkinlik Ölçümünde Veri Zarflama Modelleri ve Kategorik Veri Zarflama Yöntemi .....                   | 18    |
| 2.3 Stokastik Sınır Analizi .....                                                                                       | 21    |
| 2.3.1 Stokastik Sınır Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri .....                                                           | 23    |
| 2.3.2 Havayolları Etkinlik Ölçümünde Stokastik Sınır Analizi .....                                                      | 25    |
| 3. VERİ VE UYGULAMA SONUÇLARI .....                                                                                     | 27    |
| 3.1 Verilerin Tanıtılması ve Değişkenler .....                                                                          | 27    |
| 3.1.1 Finansal Performans Ölçütleri ve Değişkenleri .....                                                               | 28    |
| 3.1.2 Pazarlama Performans Ölçütleri ve Değişkenleri .....                                                              | 31    |
| 3.1.3 Havayolu Spesifik (Operasyonel) Performans Ölçütleri ve Değişkenleri .....                                        | 32    |
| 3.2 Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Elde Edilen Havayolları Etkinlik Bulguları .....                                   | 33    |
| 3.2.1 Kategorik veri zarflama analizi yöntemiyle elde edilen bulgular .....                                             | 34    |
| 3.2.2 Süper etkinlik modeli veri zarflama analizi (Super slack based measure DEA) yöntemiyle elde edilen bulgular ..... | 45    |
| 3.3 Stokastik Sınır Analizi Yöntemiyle Elde Edilen Havayolları Etkinlik Bulguları .....                                 | 51    |
| 3.4 Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması .....                               | 67    |
| 4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                                              | 75    |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                         | 79    |
| EKLER .....                                                                                                             | 83    |



## KISALTMALAR

|                |                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BCC</b>     | : Banker, Charnes, Cooper Veri Zarflama Analizi Modeli                             |
| <b>BCC-I</b>   | : Girdi Odaklı BCC Veri Zarflama Analizi Modeli                                    |
| <b>BCC-O</b>   | : Çıktı Odaklı BCC Veri Zarflama Analizi Modeli                                    |
| <b>CAT-I-C</b> | : Kategorik Girdi Odaklı CCR Veri Zarflama Analizi Modeli                          |
| <b>CAT-I-V</b> | : Kategorik Girdi Odaklı BCC Veri Zarflama Analizi Modeli                          |
| <b>CAT-O-C</b> | : Kategorik Çıktı Odaklı CCR Veri Zarflama Analizi Modeli                          |
| <b>CAT-O-V</b> | : Kategorik Çıktı Odaklı BCC Veri Zarflama Analizi Modeli                          |
| <b>CCR</b>     | : Charnes, Cooper, Rhodes Veri Zarflama Analizi Modeli                             |
| <b>CCR-I</b>   | : Girdi Odaklı CCR Veri Zarflama Analizi Modeli                                    |
| <b>CCR-O</b>   | : Çıktı Odaklı CCR Veri Zarflama Analizi Modeli                                    |
| <b>Enb</b>     | : En Büyükleme                                                                     |
| <b>Enk</b>     | : En Küçükleme                                                                     |
| <b>KVB</b>     | : Karar Verme Birimi                                                               |
| <b>LF</b>      | : Yük Faktörü (Load Factor)                                                        |
| <b>RPK</b>     | : Ücretli Yolcu Mesafesi (Revenue Passenger Kilometer)                             |
| <b>RRPK</b>    | : Ücretli Yolcu İçin Mesafe Başına Gelir (Revenue per Revenue Passenger Kilometer) |
| <b>SSA</b>     | : Stokastik Sınır Analizi                                                          |
| <b>THY</b>     | : Türk Hava Yolları                                                                |
| <b>VZA</b>     | : Veri Zarflama Analizi                                                            |



## SEMBOLLER

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $k$      | : Karar verme birimi                                                        |
| $j$      | : Karar verme birimi                                                        |
| $o$      | : Karar verme birimi                                                        |
| $i$      | : Girdi miktarı                                                             |
| $r$      | : Çıktı miktarı                                                             |
| $m$      | : Girdi sayısı                                                              |
| $n$      | : Karar verme birimi sayısı                                                 |
| $x_{io}$ | : Etkinliği ölçülen $o$ . karar verme birimine ait olan $i$ . girdi miktarı |
| $y_{ro}$ | : Etkinliği ölçülen $o$ . karar verme birimine ait olan $r$ . çıktı miktarı |
| $x_{ij}$ | : $j$ . karar verme birimine ait $i$ . girdi miktarı                        |
| $y_{rj}$ | : $j$ . karar verme birimine ait $r$ . çıktı miktarı                        |
| $u_r$    | : $k$ . karar verme birimi tarafından $r$ . çıktıya verilen ağırlık         |
| $v_i$    | : $k$ . karar verme birimi tarafından $i$ . çıktıya verilen ağırlık         |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|              |                                                                                                          |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1  | : Kategorik VZA yöntemiyle edile edilen modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.....             | 35 |
| Çizelge 3.2  | : Kategorik VZA yöntemiyle elde edilen VZA model 1'e ait etkinlik skorları, sıralama ve kategoriler..... | 38 |
| Çizelge 3.3  | : Kategorik VZA yöntemiyle oluşturulmuş modellere ait spearman sıra korelasyon katsayısı tablosu .....   | 40 |
| Çizelge 3.4  | : Süper-SBM-I-C VZA yöntemiyle oluşturulan modeller.....                                                 | 47 |
| Çizelge 3.5  | : SSA yöntemiyle oluşturulan modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.....                        | 52 |
| Çizelge 3.6  | : SSA model 4'e ait çıktılar.....                                                                        | 56 |
| Çizelge 3.7  | : SSA model 4 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                              | 57 |
| Çizelge 3.8  | : SSA ile oluşturulan modellere ait spearman sıra korelasyon katsayısı tablosu.....                      | 59 |
| Çizelge A.1  | : Kategorik VZA yönteminde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ...                                    | 84 |
| Çizelge A.2  | : Kategorik VZA model 2 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 85 |
| Çizelge A.3  | : Kategorik VZA model 3 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 86 |
| Çizelge A.4  | : Kategorik VZA model 4 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 87 |
| Çizelge A.5  | : Kategorik VZA model 5 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 88 |
| Çizelge A.6  | : Kategorik VZA model 6 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 89 |
| Çizelge A.7  | : Kategorik VZA model 7 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 90 |
| Çizelge A.8  | : Kategorik VZA model 8 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 91 |
| Çizelge A.9  | : Kategorik VZA model 9 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                    | 92 |
| Çizelge A.10 | : Kategorik VZA model 10 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.....                                   | 93 |
| Çizelge A.11 | : SSA model 1'e ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 94 |
| Çizelge A.12 | : SSA model 2'e ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 94 |
| Çizelge A.13 | : SSA model 3'e ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 95 |
| Çizelge A.14 | : SSA model 5'e ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 95 |
| Çizelge A.15 | : SSA model 6'a ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 96 |
| Çizelge A.16 | : SSA model 7'e ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 96 |
| Çizelge A.17 | : SSA model 8'e ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 97 |
| Çizelge A.18 | : SSA model 9'a ait SSA çıktı tablosu.....                                                               | 97 |
| Çizelge A.19 | : SSA model 10'a ait SSA çıktı tablosu.....                                                              | 98 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 : Verimlilik ve etkinlik arasındaki fark .....                                            | 6  |
| Şekil 2.2 : Stokastik sınır analizi hata terimleri .....                                            | 23 |
| Şekil 3.1 : VZA model 1 ve VZA model 2 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....                     | 41 |
| Şekil 3.2 : VZA model 1 ve VZA model 6 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....                     | 43 |
| Şekil 3.3 : VZA model 2 ve VZA model 6 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı .....                     | 44 |
| Şekil 3.4 : Süper SBM-I-C model 1 ve kategorik VZA model 1 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. .... | 50 |
| Şekil 3.5 : SSA model 4 ve SSA model 7 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....                     | 60 |
| Şekil 3.6 : SSA model 4 ve SSA model 5 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....                     | 63 |
| Şekil 3.7 : SSA model 3 ve SSA model 6 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....                     | 65 |
| Şekil 3.8 : Süper-SBM-I-C VZA model 1 ve SSA model 7 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....       | 68 |
| Şekil 3.9 : Süper-SBM-I-C VZA model 2 ve SSA model 4 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....       | 69 |
| Şekil 3.10 : Süper-SBM-I-C VZA model 2 ve SSA model 5 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı. ....      | 71 |



## **ETKİNLİK MODELLEMESİNDE STOKASTİK SINIR ANALİZİ VE KATEGORİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ: HAVAYOLU ŞİRKETLERİ UYGULAMASI**

### **ÖZET**

Şirketler değer yaratmak için bir araya gelmiş kişilerden oluşan örgütlerdir. Yaratılan değerler gerek somut ürün gerek ise soyut ürün yani hizmetler şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu ürünlerin üretilmesi ve değer yaratılması süreçleri şirketlerin sürdürülebilirlikleri için en önemli faktördür şeklinde bir yorum yapabiliriz. Bu sürdürülebilirlik kavramının sağlanabilmesi için ise şirketlerin sahip oldukları kıt kaynakları en verimli, en etkin şekilde kullanmaları gerekmektedir. Eğer şirketler sahip oldukları kaynakları etkin şekilde kullanamazlarsa ömürleri kısa olur ve günümüz şirketlerinin çoğunun yaşadığı hazin son ile karşılaşmış olur.

Etkinlik ve Verimlilik kavramları çoğu şirket için önemli göstergelerdir. Bu kavramlar ile sahip olduğunuz kaynakları kullanabilme gücünüz hakkında çıkarımlarda bulunulabilir. Ayrıca bu kavramlar şirketlerin performansları hakkında çıkarımlar yaptıkları diğer çoğu gösterge ile bağlantılı şekilde hareket etmektedir. Bir şirket olarak elinizdeki kıt kaynaklarla, rakiplerinizi aynı kalitede daha fazla üretim sağlıyorsanız bu direkt olarak finansal göstergelerinize yansır ve size daha fazla kâr olarak geri döner.

Etkinlik, verimlilik, kârlılık gibi göstergelerin elde edilmesinin altında yatan mantık aslında aynıdır. Kullanılan kaynaklar ve elde edilen çıktılar arasındaki ilişki çerçevesinden baktığımız zaman ne kadar kaynak kullanarak ne kadar çıktı elde ettiğimiz sorusunun cevabıdır. Tam bu noktada etkinlik ve verimlilik kavramları karşımıza çıkmaktadır. Verimlilik kavramı tam olarak elde edilen çıktıları girdilere bölerek elde ettiğimiz bir göstergedir. Etkinlik kavramı da temel mantık olarak girdi çıktı arasındaki ilişkiyi ölçer. Fakat etkinlik kavramı en iyi noktanın referans alınması ile ilişkili bir kavramdır. Elde edilen gerçek çıktı ile elde edilebilecek en iyi çıktı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir kavramdır.

Etkinlik ölçümü 1950'li yılların sonundaki çalışmalarda karşımıza çıkmıştır. Bu da demek oluyor ki şirketler yaptıkları üretim de kaynaklarını kullanma konusundaki performanslarını o zamanlarda inceleme merakı içine düşmüşlerdir. Farrell tarafından 1957 yılında yapılan çalışmayla literatüre etkinlik kavramı kazandırılmış ve sonraki çalışmalarda bu kavramın ölçümünün nasıl yapılacağı sorusunun cevabı aranmıştır. Gerek parametrik gerek ise parametrik olmayan yöntemler o yıllardan itibaren farklı endüstrilerde uygulanmaya çalışılarak etkinlik ölçümü konusu yoğun olarak çalışılmıştır.

İlk olarak elde edilen çıktıların girdilere bölünmesi mantığıyla başlayan etkinlik ölçümleri, zamanla diğer araştırmacıların da literatüre katkı sağlamasıyla alt başlıklara doğru saçaklanmıştır. Bazı araştırmacılar sabit bir getiri miktarını referans olarak

girdileri ne derece azaltabileceklerine odaklanıp ölçeğe göre sabit getiri kavramıyla karşımıza çıkmıştı. Bazı araştırmacılar da belirli girdileri kullanarak elde edilen çıktıların arttırılması mantığıyla hareket etmişlerdir. Ayrıca aynı anda hem girdilere hem de çıktılarına odaklanan etkinlik hesaplama yaklaşımları da zamanla araştırmacılar tarafından literatüre kazandırılmıştır. Zamanla aynı faydayı sağlamak amacıyla aynı endüstride yer alan şirket büyüklüklerinin farklılaşması sonucunda da bu şirketler kategorilere ayrılıp etkinlik ölçülmesi yoluna gidilmiştir.

Bu noktaya kadar bahsettiklerimiz genel olarak somut mal üretimi yapan şirketler için geçerli bir durum. Elde ettiğiniz çıktıyı miktar cinsinden ölçebildiğiniz için etkinlik ile ilgili çıkarımlarda bulunabilmek görece kolaydır. Hizmet sektörüne geldiğimiz zaman ise elde ettiğimiz çıktılarına ait göstergeler değişim göstermektedir. Aynı anda üretim ve tüketimin olduğu hizmet sektöründe kullandığınız girdiler ve elde ettiğiniz çıktılar arasındaki ilişkiyi yakalamak görece zordur.

Bu çalışma kapsamında hizmet yoğun olan havayolu endüstrisine ait bir etkinlik analizi yapılmıştır. Çalışmanın örneklemini oluşturan havayolları Skytrax şirketinin her yıl internet ortamında yaptığı müşteri memnuniyeti anketi sonuçlarında belirlediği en iyi 100 havayolu listesinden seçilmiştir. Şirketlerin belirlendiği en iyi 100 havayolu listesi 2016 yılın ait olup çalışmanın değişkenlerine ait tüm değerler de 2016 yılına aittir. Öncelikli olarak 100 havayolu ile veri seti oluşturulmuş ve elde edilebilen veriler ile bu sayı 62 havayoluna kadar düşmüştür. Veri setindeki değişkenler üç ana başlık altında toplanmıştır, bunlar: finansal göstergelet, pazarlama göstergeleri ve havayolu sektör göstergeleridir. Öncelikli olarak verileri elde etmek adına Bloomberg veri tabanına erişim salanmıştır. Buradan elde edilen verilerle doldurulamayan hücreler şirketlerin yıllık raporlarından doldurulmuştur. Sonraki aşamada pazarlama göstergeleri için Skytrax şirketinin internet ortamında düzenlediği anket verilerinin sonuçları alınmıştır. Bu noktada en iyi 100 havayolu listesi, 5 yıldızlı havayolu listesi ve şirket hakkında yolcuların derecelendirdiği diğer değişkenler kullanılmıştır. Ayrıca havayolu sektörü için OAG tarafından her yıl oluşturulan Zamanında Kalkış Performansı raporu ve Alman menşeli bir sivil toplum örgütü tarafından oluşturulan Atmosfair Emisyon İndeksi raporu da veri setine eklenmiştir.

Öncelikli olarak şirketlere ait etkinlik skorları 3 boyut altında 2 farklı yöntemle hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında parametrik bir test olan Stokastik Sınır Analizi ve parametrik olmayan Kategorik Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Veri Zarflama Analizinde Karar Verme Birimleri arasında homojenlik sağlamak adına filo büyüklüklerine göre 3 kategori elde edilmiştir. Her iki yöntemle de pazarlama, finans ve operasyonel açıdan şirketlerin etkinliklerinin ölçülmesi için 10 Stokastik Sınır Analizi ve 10 Kategorik Veri Zarflama Analizi olmak üzere toplam 20 model elde edilmiştir.

Elde edilen modeller sonucunda havayolları teknik etkinlik skorlarına göre sıralanmıştır. Öncelikli olarak Stokastik Sınır Analiziyle elde edilen modellerdeki sıralamalar Spearman Sıra Korelasyonu ile incelenmiştir. Oluşturulan Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı tablosu incelendiği zaman en yüksek korelasyon katsayısının 0.56 olduğu gözlenmektedir. Bu da şirketlerin pazarlama, finans ve operasyonel açıdan etkinliklerinin ölçümü için oluşturulan modellerin farklı açılardan şirketlerin etkinliklerini ölçtüğü anlamına gelmektedir. Aynı şekilde Kategorik Veri Zarflama Analizi Sonucu elde edilen sıralamalara ait Spearman Sıra Korelasyon tablosu incelendiği zaman %80 veya %90 değerlerine ulaşan korelasyon katsayıları gözlemlenmemiştir. Aynı şekilde Kategorik Veri Zarflama Analizi sonucunda elde

edilen sıralamalar da aynı boyutlar altında kullanılan farklı değişkenlerle bile değişmektedir.

Sonraki aşamada elde edilen modeller yöntemler bazında değerlendirilmiştir. Değerlendirme yaparken şirketlerin farklı boyutlardaki etkinliklerinin ne derece değiştiği gözlemlenmek istemiştir. Finans, operasyonel ve pazarlama boyutunda oluşturulan modeller ikili kombinasyonlar şeklinde saçılma diyagramında incelenmiş ve bir boyutta etkinliğe sahip olan şirketlerin diğer boyutlardaki etkinlik değerlerinin nasıl olduğu hakkında çıkarımlar yapılmıştır. Başka bir deyişle pazarlama açısından etkin olup müşteri memnuniyeti yakalamış bir şirketin aynı oranda operasyonel ve finansal etkinliği yakalamış mıdır sorusu cevaplanmak istenmiştir. Aynı yaklaşım çerçevesinde şirketlerin Kategorik Veri Zarflama Analizi sonucu elde edilen modelleri de saçılma diyagramlarıyla iki boyut şeklinde incelenmiştir.

Elde edilen bulgular incelendikten sonra Finansal açıdan baktığımız zaman Bangkok Airways, Hawaiian Airlines, Alaska Airlines, Air China, Copa Airlines ve Air Canada şirketleri hem Kategorik Veri Zarflama Analizi hem de Stokastik Sınır Analizi yöntemlerinde etkin havayolları olarak bulunmuştur. Müşteri memnuniyeti açısından baktığımız zaman ise her iki yöntemde de etkin olarak bulunanlar: Bangkok Airways, Aeromexico, Korean Air, Hainan Airlines, Asiana Airlines, Singapore Airlines, Finnair, China Airlines, EVA Air, Garuda Indonesia ve South African Airways şirketleridir. Operasyonel açıdan şirketleri kıyasladığımız zaman belirlenen girdilerle hem VZA hem de SSA yöntemiyle etkin olarak bulunan şirketler Bangkok Airways, China Eastern, Aeromexico, Korean Air, SAS Scandinacan, Asiana Airlines ve TAP Air Portugal şirketleridir. Bangkok Airways şirketi hangi açıdan incelenirse incelenir ( operasyonel, pazarlama ve finans) hem Kategorik Veri Zarflama Analizi yönteminde hem de Stokastik Sınır Analizi yönteminde etkin havayolu olarak çıkmaktadır.



**STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS AND CATEGORICAL DATA  
ENVELOPMENT ANALYSIS  
AT EFFICIENCY MODELLING: A STUDY ON AIRLINES**

**SUMMARY**

Companies are organizations which established by people who come together to create value. The values created are both tangible product and intangible product such as services. We can make a comment that the production of these products and the creation of value are the most important factors for the sustainability of the companies. In order to achieve this sustainability concept, companies need to use the scarce resources they have in the most productive and efficient way. If the companies do not use their resources effectively, their lives will be short as most of today's companies have experienced.

Efficiency and Productivity concepts are most important indicators for most companies. With these concepts, we can find inferences about your power to use the resources we have. And also, these concepts act in tandem with most other indicators on which companies make inferences about their performances. If you have more efficient production with scarce resource that you have in comparison with your competitors, you become more efficient company about profitability.

The rationale behind the achievement of indicators such as efficiency, productivity and profitability is in fact the same. When we look at the relationship between resources used and the output obtained, the answer is the question of how much output we have achieved using the resources. At this point, the concepts of efficiency and productivity are appeared. The concept of productivity is an indicator that can be obtained by dividing the outputs to inputs. The concept of efficiency is interested in the relationship between inputs and outputs as well but there is a difference between these two concepts. Efficiency use the best production point to compare all productivity values so we can say that while productivity just calculate how much output is obtained with inputs used, efficiency is a kind of comparison with the best production point.

The concept of measurement of efficiency was appeared at the late of 1950's. This means that companies became curious about their performance of using their resources effectively for producing. The concept of efficiency was given to the literature by Farrell's work at 1957 and after that some studies tried to find how to measure the efficiency. Since then, both parametric and non-parametric methods have been intensively used for measurement of efficiency in different industries.

Efficiency measurement, which started with the idea of dividing the outputs obtained by the inputs, have been faded towards the subheadings by time, with others researchers contributing to the literature. Some researchers were confronted by the notion of constant return to scale, focusing on how much they could reduce inputs by

referring to a fixed amount of return. Some researchers also acted with the intention of increasing output by using certain inputs. In addition to these ideas, the efficiency calculation approaches focusing on both input and output have also been studied by the researchers in the literature. As a result of differentiation of the sizes of the companies in the same industry in order to provide the same benefit over time, these companies have been divided into categories and measured efficiency according to these categories.

What we have mentioned so far is generally valid for the companies which produce tangible goods. Since you can measure the amount of output that you obtain, it is easy to make inferences about the productivity. And also, since you can have an idea about the maximum product, it is easy to make comparison productivity and gain information about the efficiency as well. When it comes to service industry, the indicators of outputs are changing. It is difficult to catch the relationship between the inputs you use and the outputs you use in the service industry where production and consumption are executed at the same time.

In this study, an efficiency analysis of service intensive airline industry was analysed. Skytrax have been conducting customer satisfaction surveys on the internet since 1989 and there are some categories about the best airlines according to the surveys results. Skytrax Top 100 Airlines list which is belong to year of 2016 was used to create this study's sample and also other variables that used in this study are belong to 2016 as well. The data set was created with 100 airlines primarily, and with the available data, this number has dropped to 62 airlines. Variables in the data set are grouped under three main headings: financial indicators, marketing indicators and airline sector indicators. First of all, we used Bloomberg database in order to obtain data. The unfilled cells after this process was filled in from the all companies' annual reports. At the next stage, the results of the questionnaire survey conducted by Skytrax company on the internet were taken for the marketing indicators. At this point Top 100 Airlines List, 5 Stars Airlines List ( and also other airlines such as 3 stars, 2 stars) and the variables that ranked by passenger about the airlines were included to the data set. Also, the On-time Departure Performance report which is published every year by the OAG for the airline sector, the Atmosfair Airline Emission Index published every year by the German non-governmental organizations, have also been added to the data set.

First of all, efficiency scores belonging to companies were calculated with two different methods under three dimensions. In this study, Stochastic Frontier Analysis which is a parametric test and Categorical Data Envelopment Analysis which is a non-parametric test were used to predict technical efficiency scores. In order to ensure homogeneity among the Decision Making Units to implement Data Envelopment Analysis, the airlines categorised in three categories. Using with both Stochastic Frontier Analysis and Categorical Data Envelopment Analysis, a total of 20 models including 10 Stochastic Frontier Analysis and 10 Categorical Data Envelopment Analysis were obtained for measurement the efficiency scores of the companies in terms of marketing indicators, financial indicators and operational indicators.

After obtaining technical efficiency scores from models, the airlines which in the samples were sorted according to technical efficiency scores. The first step for this part, a Spearman Rank Correlation Coefficient table was created according to the ranking obtained from Stochastic Frontier Analysis. When Spearman Rank Coefficient table was examined, it was observed that the highest correlation coefficient was 0.56. This means that the models created to measure companies' marketing, financial and operational efficiencies, measure the efficiency of the companies from different perspectives. When Spearman Rank Correlation table was created using with technical efficiency scores obtained from Categorical Data Envelopment Analysis, there was no coefficients which can reach to 80% or 90% correlation coefficients. The ranking obtained from Categorical Data Envelopment Analysis models differentiate from each other like Stochastic Frontier Analysis' models.

In the next stage, the models which were obtained have been evaluated on the basis of methods. When it comes to evaluation of findings, it was desirable to observe how companies' efficiencies have varied under three dimensions. Under the three dimensions (Financial, Operational and Marketing) the models were examined in scatter diagrams in the form of binary combinations such as while x axis is financial model, y axis is operational model. With doing this it was aimed to gain some inferences whether the company is efficient both of two dimensions or not. In other words, it was tried to answer the question about when a company is efficient in financial dimension does this mean that the company is also efficient in marketing dimension. Within the framework of the same approach, the models obtained from the results of the Categorical Data Envelopment Analysis of the companies were also examined in two dimensions with scatter diagrams.

From the financial point of view, when we looked at the findings, companies such as Bangkok Airways, Hawaiian Airlines, Alaska Airlines, Air China, Copa Airlines and Air Canada were found to be effective airlines in both Categorical Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis methods. In terms of customer satisfaction, Bangkok Airways, Aeromexico, Korean Air, Hainan Airlines, Asiana Airlines, Singapore Airlines, Finnair, China Airlines, EVA Air, Garuda Indonesia and South African Airways was found efficient when we used both of the methods. When we compare companies from the operational point of view, Bangkok Airways, China Eastern, Aeromexico, Korean Air, SAS Scandinavian, Asiana Airlines and Tap Air Portugal were identified as efficient companies in both Stochastic Frontier Analysis and Categorical Data Envelopment Analysis. At this point Bangkok Airways has appeared as a special airline. When we compared three dimensions in both methods we saw that Bangkok Airways was efficient from every perspective.

The results showed that if a company is efficient in financial dimension such as profitability or using debt, this does not mean that this company is efficient in customer satisfaction or operational dimension. In other words, when a company on-time departure performance is about 90% this does not mean that this company has a 90% customer satisfaction. Also there are other findings in this study such as relationship between load factor and customer satisfaction. As companies load factor increase, their customer satisfaction is affected by this negatively but contrary to this companies profitabilities increase with load factor.



## 1. GİRİŞ

1950’li yıllardan başlayıp günümüze kadar uzanan süreçte etkinlik konusu araştırmacılar tarafından ilgi gören bir konu olmuştur. Gerek imalat endüstrisinde gerekse hizmet endüstrisinde etkinlik ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunun bulunduğu ortak nokta ise şirketlerin mevcut kaynaklarını kullanmada etkin hale gelmeleridir. Eğer şirketler mevcut kaynaklarıyla daha fazla çıktı elde eder veya belirli bir çıktı değerini daha az kaynak kullanarak elde ederlerse bu durum şirketlerin geleceğine büyük bir katkı sağlayacaktır.

1980’li yıllara kadar yapılan etkinlik çalışmaları somut ürün elde eden şirketler için yapılmıştır fakat bu yıldan sonra hizmet sektörü için de etkinlik çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Hizmet sektöründeki etkinlik hesaplamaları somut ürün üretimi yapan sektörlere kıyasla görece daha zor bir durumdur. Ölçmek istediğiniz çıktı sağlanan hizmettir yani soyut bir üründür.

Hava taşımacılığı sektörüne geldiğimiz zaman aslında sektör tarafından sağlanan ürün koltuktur. Şirketten hizmet alan yolcuları varmak istedikleri noktaya kara kullanabilecekleri koltuklar için ödeme yapmaktadırlar. Bu noktada sağlanan faydanın müşterilerin bir noktadan bir noktaya ulaştırılması konusu olması elde edilen çıktının ölçülmesi bakımından zorluk çıkarmaktadır. Kargo ve yolcu için ayrılan kapasitelerin ne kadar kullanıldığı ölçülebilen birer çıktı olarak değerlendirilseler de şirketinizi kullanan yolculara sağladığınız bir yere ulaşma faydası tam olarak ölçülebilen bir çıktı değildir. Yolcuların ulaşmak istedikleri noktaya kadar temin ettikleri fayda sadece koltuklarında o mesafeyi geçmek değildir. Bu süreçte havayolu şirketine ait birçok farklı personel tarafından hizmet görmektedirler.

Havayolu sektöründe genel olarak tüm endüstriler için ortak olarak kullanılan göstergeler dışında ücretli yolcu mesafesi, doluluk oranı gibi çeşitli farklı göstergeler de kullanılmaktadır. Hava taşımacılığı alanında yapılan çalışmalar incelendiği zaman farklı açılardan etkinlik hesaplamaya çalışan araştırmaların literatürde yer almasına

karşın genel olarak performans taşınan yolcu sayısı kargo miktarı ve elde edilen gelir üzerinden etkinlik hesaplayan çalışmalar etrafında toplanılmıştır. Bu noktada gözden kaçırılan detay hava taşımacılığı hizmeti veren şirketler yolcularına sadece gidecekleri destinasyona ulaşmaları için koltuk tahsis etmemekte buna ek olarak yolcu hizmetleri, kabin memurları tarafından sağlanan hizmetler gibi aynı anda üretimi ve tüketimi gerçekleşen ürünler de sunmaktadırlar.

Bu çalışma ile havayolu etkinlikleri belirlenirken pazarlama boyutu ile ilgili göstergeler olan müşteri memnuniyet düzeyi değişkenleri kullanılmıştır. Amaç etkinlik hesaplanırken sadece finansal ve operasyonel açıdan bakmayıp işin bir de hizmet boyutu ile ilgili etkinlik durumunun da incelenmesidir.

Bu boyutlar için etkinlik skorları hesaplanmakla kalmayıp 3 boyutta havayolları birbirleriyle kıyaslanmıştır. Öncelikli olarak etkinlik analizinde kullanılan Stokastik Sınır Analizi ve Kategorik Veri Zarflama Analizi yöntemleri ile her iki yöntemle 10'ar model olmak üzere toplam 20 model oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller sonucunda elde edilen şirket sıralamaları Spearman Sıra Korelasyonu yöntemiyle incelenip şirketlerin her model için sıralarının aynı olup olmadığına bakılmıştır. Kategorik VZA modelleri elde edildikten sonra etkin şirketlerin kendi aralarında sıralanamadığı saptanmıştır. Bu sorunun çözümü için yapılan literatür taraması sonrasında süper etkinlik hesaplaması modellerinin bu sorunu çözebildiği belirlenmiştir. Kategorik VZA yönteminde kullanılan girdi ve çıktılarla, süper etkinlik modelleri kullanılarak yeniden etkinlik hesaplaması yapılmıştır. Sonraki aşamada şirketlerin elde edilen etkinlik skorları öncelikli olarak yöntemler bazında ikili kombinasyonlar, sonraki aşamada ise boyutlar bazında ikili kombinasyonlar şeklinde saçılma diyagramları yardımıyla incelenmiştir. Bu şekilde bir inceleme yapılmasının amacı ise şirketlerin yöntemler ve boyutlar bazında ne şekilde bir sıralanma gösterdiklerinin belirlenmesidir. Veri setinde yer alan şirketlerin bir boyutta etkin olması diğer boyutlarda da etkin olması anlamına gelip gelmediği belirlenmek amaçlanmıştır. Oluşturulan modellerde şirketlerin sıralamalarının değiştiği gözlemlenmişti ve bu da elde edilen modellerin şirketleri farklı açılardan değerlendirebildiği anlamına gelmektedir.

Son aşamada her iki yöntemde ve üç boyut altında hangi şirketlerin etkin çıktığı hangi şirketlerin ortalamaların üstüne çıkamadığı raporlanmıştır. Bu modellerle de Spearman Sıra Korelasyonu katsayısı hesaplaması yapılmıştır. Elde edilen korelasyon katsayıları

incelendiği zaman yine yüksek korelasyonların olmadığı görülmüştür ve bu yöntemlerin şirketlerin etkinlik skorlarında farklı yaklaşımlar kullandđđını belirlemektedir. Genel bir sonuç olarak hem yöntemler bazında hem de boyutlar bazında hangi şirketlerin etkin olduğuna dair çıkarımlar yapılmaya çalışılmıştır.





## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 1.1 Etkinlik Kavramı, Ölçümü ve Havayolu Etkinliği

Etkinlilik, etkililik ve verimlilik kavramlarına ait tanımlar birçok araştırmacı tarafından yapılmış olmasına karşın; literatür incelendiği zaman bu tanımlara air ortak bir çatı altında buluşulamadığı görülmektedir. Birbirinin ikamesi olarak kullanılan bu kelimeler anlam olarak birirleriyle kesişime sahip olsalar bile aslından ikame olarak kullanılamayacak kelimelerdir.

Verimlilik kavramının genel olarak tanımı üretilen hizmetler ve ürünler gibi çıktıların değerlerinin, ücretler, maliyetler gibi girdilere bölünmesidir. Japonya Verimlilik Merkezi verimliliği şu şekilde tanımlamaktadır; *Ortaya konan üretim, mal, hizmet v.b. şeylerde ve özellikle insanda sürekli gelişimi hedefleyen, en doğru ve ekonomik biçimde doğru olarak kabul edilen işleri gerçekleştirmeyi amaç edinen yaşam tarzı.* Drucker ise 1997 yılındaki çalışmada *Yeni teknik ve yöntemlerin uygulanma çabası, ekonomik ve sosyal yaşantının sürekli bir değişim içinde olan yaşam şartlarına uyumlu hale getirilmesi ve en nihayetinde insan gelişiminin savunulması* şeklinde bir verimlilik tanımlaması yapmıştır (Evgallıoğlu, 2017).

Prokopenko (2003) ise yukarıda belirtilen genel tanımların haricinde *bir imalat veya hizmet sisteminin elde ettiği çıktı veya çıktılar ile bu çıktı veya çıktıları elde etmek için kullandığı girdi veya girdiler arasındaki ilişki şeklinde* bir tanım yapmıştır. Bu tanımdan da anlaşılabilceği üzere imalat esnasında eldeki kaynakların etkin kullanılması olarak tanımlanan verimlilik zaman zaman araştırmacılar tarafından etkinlik ile karıştırılmaktadır.

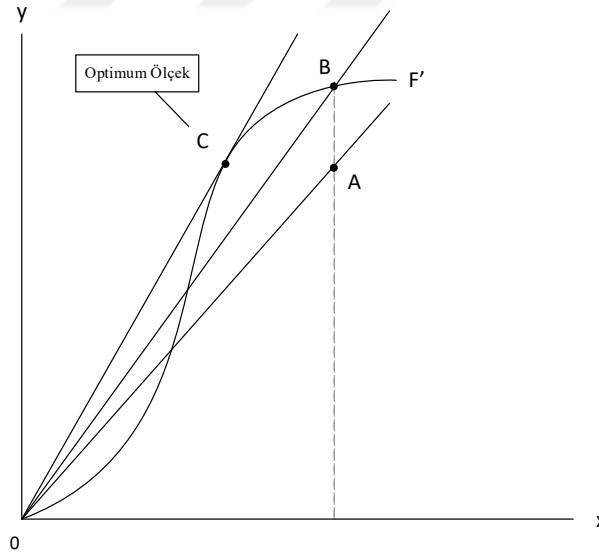
Verimlilik ya da üretkenlik elde edilen çıktıların kullanılan girdilere oranıdır ve verimlilik kazanmak ise kullanılan girdilerle elde edilen çıktıların arttırılmasıdır. Eğer bir firma tek bir girdi ile tek bir çıktı elde ediyorsa o firmanın verimliliğini ölçmek ve kıyaslayabilmek görece kolay olabilir fakat girdi ve çıktı miktarları arttığı zaman, bir de bu girdi ve çıktılar farklı birimlerde olduğu zaman bu noktada durum görece olarak

daha zor hale gelebilir (Yu ,2016). Bu zorluğun üstesinden gelmek için literatürde hem parametrik hem de parametrik olmayan yöntemlerle etkinlik analizi yapılmış çalışmalar mevcuttur.

Genel olarak verimlilik ölçümü dediğimiz konu bir firmanın, organizasyonun veya endüstrinin etkinliği hakkında çıkarımlar yapmaktır. Herhangi bir referans noktası olmadan bir firma hakkında etkin olduğu veya olmadığı şeklinde yorum yapmamız mümkün olmaz. Tam da bu noktada “etkinlik” kavramı önümüze çıkmaktadır. Etkinlik bir firmanın ne derece performans gösterdiğinin en fazla elde edilebilecek çıktı veya en iyi uygulama noktası ile belirlenen girdi seviyesinde ölçülmesidir (Yu ,2016).

Gülcü ve diğerleri (2004) ise bir üniversitenin dış hekimliği fakültesinin etkinlik ölçümü yaptıkları çalışmalarında etkinliğin gerçekleşen etki ile istenilen etki ve amaçlara ne derecede ulaşılabilirdiğinin arasındaki ilişkiyi ifade ettiğini savunmuştur.

Verimlilik ve etkinlik kavramlarının tanımlarından dolayı araştırmacılar üretim sürecinde verimlilik artışı yaşandığında bu doğrultuda bir etkinlik artışı da sağlanacaktır şeklinde bir yanılgıya düşebilir. Bu durumu şekil 2.1 ile anlatacak olursak:



**Şekil 2.1 :** Verimlilik ve etkinlik arasındaki fark (Evgallıoğlu, 2017 s. 33)

Şekil 2.1 baktığımız zaman girdi ve çıktıların tümünün kombinasyonlarından oluşan OF' üretim sınırını göstermektedir. Üretim sınırını göz önünde bulundurarak incelediğimiz zaman bu sınırın üstünde konumlanmış C ve B şirketleri etkin iken A firması etkin değildir. Şirketlerin verimliliği ile ilgili bir hesaplama yapacak olursak,

şirketlerin elde ettikleri çıktıları girdilere ( $y/x$ ) oranlamamız gerekir. Bu oran şirketlerin bulunduğu noktalar ile orijini birleştiren doğrunun eğimine eşittir. A noktasından B ye hareket ettiğimiz zaman etkinlik ile birlikte eğim artmaktadır ve dolayısıyla verimlilik de artmaktadır. B noktasından C noktasına hareket ettiğimiz zaman ise üretim sınırı üzerinde bir yol takip edileceği için etkinlik değişmeyecek fakat eğimin değişmiş olmasıyla verimlilik artmış olacak. Bu noktada verimlilik ve etkinlik kavramları arasındaki farkı görebilmekteyiz. ( Evgallıoğlu, 2017 s. 33).

İki ya da daha fazla girdinin kullanıldığı üretim sürecinde, girdilerin farklı kombinasyonlarıyla aynı seviyede çıktı elde edilebilir. Bu gibi durumlarda etkinlik kavramı 1957 yılında Farrell tarafından literatüre kazandırılan teknik etkinlik ve tahsis etkinliği terimlerine ayrılmaktadır. Teknik etkinsizlik belirli çıktı düzeyinde gereğinden fazla girdi kullanmak anlamına gelirken tahsis etkinsizliği girdilerin yanlış oranda kullanılması anlamına gelmektedir (Yu ,2016).

Etkinlik kavramı da elde edilen çıktıların girdilere bölünmesi ile elde edilen bir kavramdır. Teknik etkinlik ise sahip olduğumuz girdileri en az düzeyde kullanarak en fazla çıktı elde etmek olarak tanımlanabilir. Etkinlik analizini yaklaşımı olarak mevcut durumdaki en fazla çıktı seçeneği etkinlik sınırını oluşturduğu için, eğer bir şirket o etkinlik sınırında konumlanırsa teknik etkin olarak belirlenir.

Greene (2008) gözlenen üretim ile elde edilmek istenen ya da potansiyel (ideal) üretim miktarı arasındaki ilişkinin teknik etkinliğin seviyesini ifade ettiğini savunmaktadır. Bu tanım doğrultusunda etkinlik ölçümünün belirlenen üretim sınırına göre yapıldığı çıkarımını yapabiliriz. Üretim sınırından sapmalar sonucunda gözlemlerin etkinlik skorları belirlenir. Sonuç olarak da üretim sınırı üzerinde konumlanan gözlemler etkin; üretim sınırından uzakta olan gözlemler ise etkin olmayan gözlemler olarak belirlenir.

Tahsis etkinliği ise birden fazla girdi kullanan bir KVB'nin girdi fiyatlarını göz önünde bulundurarak optimal girdi karmasını seçme konusundaki başarısıdır. Herhangi bir KVB'nin en uygun girdi bileşimiyle en az maliyete katlanarak üretim yaptığı durum ile mevcut durumu kıyaslayan tahsis etkinliği ifade edilirken eş-ürün eğrilerinden faydalanılır. Sınırlı bütçeye sahip ve sadece iki girdi faktörü kullanan bir KVB'nin, sahip olduğu kısıtlı bütçenin tümüyle kullandığı girdilerden ne kadar tedarik edebileceği bilgisine eş maliyet doğrusu (isocost line) ile ulaşılabilir. Bir KVB için kullanılan girdi maliyetleri dikkate alındığında, belirlenen bir çıktı düzeyine

erişebilecek en düşük maliyetli girdi karması eş ürün eğrisi ve eş maliyet doğrusu ile bulunabilir (Evgallıoğlu, 2017).

Bu çalışmada seçilen şirketlerin teknik etkinliklerinin hesaplandığı ve tahsis etkinliği bu çalışmanın kapsamı dışında olduğu için tahsis etkinliği kavramı hakkında daha detaylı bilgi verilmemiştir.

Etkinlik konusu ile ilgili bu noktaya kadar genel olarak somut ürün üretimi üzerinden tanımlar yapılmış ve kavramlar bu doğrultuda verilmiştir. Ancak havacılık sektörünün temel faaliyeti soyut ürün yani hizmet üretmek. Somut ürün için teknik etkinlik hesaplanırken kullanılacak girdi ve çıktılara soyut ürün için etkinlik skorları hesaplanırken kullanılacak girdi ve çıktılara göre görece daha kolay karar verilebilmektedir.

Literatür incelendiği zaman ilk olarak karşımıza Schefczyk tarafından 1993 yılındaki çalışmada yapılan tanım çıkmaktadır. Schefczyk (1993) havayolu etkinlik analizini en düşük maliyete, en yüksek doluluk oranına sahip olma ve bilet talebine en hızlı şekilde yanıt verebilme gibi spesifik amaçlara ne kadar ulaşılabilirdiğinin ölçülmesi ve kıyaslanması şeklinde tanımlamaktadır. Ayrıca Heshmati ve Kim(2016) göre de havayollarının performansı, sağladıkları bir birimlik hizmetin verimliliğinin tahmini edilmesidir.

Cui ve Li (2017) havayolu etkinliğinin belirli bir yıla ait havayolu girdi ve çıktıları arasındaki ilişkileri ölçebilmek olarak tanımlamışlardır.

Literatüre baktığımız zaman araştırmacılar farklı girdileri ve farklı çıktıları kullanarak havayollarının etkinliklerini ölçmeyi amaçlamışlardır. Schefczyk (1993) yaptığı çalışmasıyla daha önceki çalışmaların girdi ve çıktılarının sadece havayollarının operasyonel süreçlerdeki göstergeleriyle oluşturulduğunu ve havayolu etkinliğinin sadece operasyonel açıdan değil yolcu dışı gelir ve uçuş odaklı olmayan varlıklarla da ölçülmesi gerektiğini savundu. Daha sonra Good ve diğerleri 1995 yılında yaptıkları çalışmada havayollarının bulundukları ortam altında etkinliklerinin nasıl olduğunu saptamaya yönelik bir çalışma yaptı. Bu çalışmasının örneklemini oluşturan 8 Amerikan menşeli havayolunun tamamen devlet denetiminin dışında olduğu bir ortamdaki etkinlikleriyle liberalleşmenin tam olarak sağlanamadığı Avrupa menşeli 8 havayolunun etkinliklerinin ne kadar farklılaşabileceğini araştırdı. Çalışmanın sonucu

olarak da Avrupa menşeli havayollarının da en az Amerikan menşeli havayolları kadar etkin olduğunu buldu.

2000 yılına geldiğimizde Fethi ve diğerleri 17 Avrupa menşeli havayolunun verimlilik analizini yaptılar. Bu çalışmayı özgün kılan nokta ise o zamana kadar hiçbir çalışmada devletin şirket sahipliğinin etkinlik üzerine herhangi bir etkisinin olup olmadığının ölçülmemesidir.

Chiou ve Chen (2006) ise literatürde tüm havayolu şirketini kapsayan bir çalışmanın aksine bir havayolu şirketinin sahip olduğu hatlardan 10 hattı örneklem olarak alarak hangi hatlarda havayolunun etkin olduğuna dair bir çalışma yaptı.

Farklı bir açıdan havayolu etkinliğini ölçmeye çalışan bir çalışma da Cui and Li (2015a) tarafından yapıldı. Cui and Li ilk defa havayollarının emniyet faktörü açısından ne kadar etkin oldukları ile ilgili bir çalışma yaptılar. Çalışmanın sonucu olarak güvenlik görevlileri ve pilotların, eğitimi ve gelişimi için yapılan yatırımların, emniyet etkinliği üzerindeki en etkili faktör olduğu bulunmuştur.

Yukarıda belirtilen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere havayolu etkinliği farklı açılardan farklı yöntemler kullanılarak ölçülmeye çalışılmıştır.

## **1.2 Veri Zarflama Analizi**

Veri zarflama analizi karar verilmesi gereken birimler hakkında göreceli etkinlik skorlarının oluşturulması ve bu oluşturulan etkinlik skorları ile karar verilecek birimlerin etkin olan ve olmayan şeklinde ayrımı için kullanılan, doğrusal programlama temelli bir parametrik olmayan yöntemdir. Veri Zarflama Analizi hakkında yapıları benzer olan karar verme birimlerinin etkinliklerini göreceli olarak ölçmeyi amaçlayan, parametrik olmayan ve doğrusal programlama temelli bir yöntemdir (Yıldırım ve Önder, 2015). Ayrıca Özbek (2015) birden çok farklı ölçü birimlerinin girdi ve çıktı olarak kullanıldığı durumlarda homojen yapıda olan karar verme birimlerinin göreceli etkinlik skorlarını ölçen doğrusal programlama tabanlı ve parametrik olmayan bir yöntem olmasına dikkat çeker. Burada farklı tanımların da ortak vurguladığı nokta veri zarflama analizinin parametrik olmayan yani anakütle ile ilgili varsayımları bulunmayan bir yöntem olduğu ve karar verme birimlerinin (KVB) homojen yapıda yani aynı faaliyet ve aynı girdiler-çıktılar sahip olması gerektiğidir.

Veri zarflama analizine temel oluşturan çalışma Farrell (1957) tarafından üretim etkinliğini ölçmek adına yapılan çalışmadır. Farrell yaptığı bu çalışmada teknik etkinlik ve fiyat etkinliği kavramlarını da tanımlamıştır. Daha sonra Charnes, Cooper ve Rhodes 1978 yılında “Karar Verme Birimlerinin Etkinliğinin Ölçümü” isimli çalışmalarıyla Farrell’in 1957 yılında temellerini oluşturduğu yöntemi geliştirmiş ve veri zarflama analizi Yöntemini ilk kullanan çalışma olarak tarihe geçmiştir.

VZA yönteminin çalışma prensibini ise kısaca anlatacak olursak homojen yapıda olan KVB’ler kendi aralarında kıyaslanarak göreceli olarak etkin olmayan ve olan şekilde iki gruba ayrılır. En iyi KVB belirlenir ve diğer KVB’lerin her biri sadece en iyi KVB ile kıyaslanır. En iyi KVB’ler tarafından bir etkinlik sınırı oluşturulur ve diğer tüm KVB’lerin etkinliği bu etkinlik sınırına göre belirlenir. KVB’lerden bu etkinlik sınırının dışında kalanlar etkin olmayan birimler olarak belirlenir. Göreceli olarak etkin olmayan KVB olarak belirlenen birimler etkin olan birimlere uyarlanmaya çalışılır. Etkin olmayan bir KVB var ise etkinliğini arttırabilmek için referans küme oluşturulup hedef değerler belirlenir. Etkin olmayan KVB hedef birimi, etkin olmayan KVB’nin dairesel olarak etkinlik sınırına yaklaştırılmasıyla bulunabilir. (Özbek A. 2015, s.303).

Veri zarflama analizinin uygulanma sürecini adım adım gösterecek olursak 6 başlık ile özetleyebiliriz:

- Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Boyutları farklı olabilen fakat aynı girdi faktörleri kullanılarak aynı çıktıları elde etmeyi amaçlayan homojen yapıda olacak şekilde KVB seçilmelidir. Yöntemin uygulandığı esnada süreçte olmaması gereken KVB olmaması ya da olmaması gereken KVB’lerin analize dâhil edilmesi doğru etkinlik skorlarının elde edilememesine sebep olur. Diğer önemli nokta ise KVB yeterli sayıda olmasıdır. Eğer yeterli sayıda KVB olmaz ise elde edilen etkinlik skorlarının doğruluğu şüphe uyandırabilir. Yeterli sayının ne olduğu hakkında farklı görüşler mevcuttur. Yapılan çalışmalarda genel kabul KVB sayısının girdi ve çıktı sayısının miktarına bağlı olduğudur. Yapılan çalışmalar incelendiği zaman girdi ve çıktı sayısının toplamının üç katı KVB olması gerektiğini savunan araştırmacılar olmasının yanı sıra; girdi ve çıktı sayısından sadece 1 fazla KVB olmasının da yeterli olduğunu savunan araştırmacılar da vardır.

- Girdiler ve Çıktıların Seçilmesi

Girdi ve çıktı olarak kullanılacak değişkenlerin seçimi de tıpkı KVB seçiminde olduğu gibi titizlikle yapılmalıdır. Kullanılmaması gereken girdi veya çıktı kullanımı etkinlik skorlarının hesaplanmasında hata yapılmasına sebep olacaktır. Girdi ve çıktı sayısının gereğinden fazla veya az olması VZA'nın etkinlik skorlarını hesaplamada yetersiz kalmasına sebep olacaktır. Girdi veya Çıktı olarak kullanılacak değişkenlerin sayısı ile ilgili genel kabul görmüş bir yaklaşım mevcut olmamakla beraber çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılabilir (Özbek 2015, s.316). Özbek (2015) göre VZA yönteminin etkinlik skoru tahmininde anlamlı sonuçlar verebilmesi için girdi ve çıktı değişkenleri arasında ilişki olması ve yeterli sayıda olması gerekmektedir fakat Önder ve Yıldırım (2017) göre eğer değişkenler arasında çok yüksek korelasyon varsa bu VZA'nın anlamlı skorlar tahmin etmesini zorlaştırmaktadır.

- Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği

Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü yapılmak istendiği zaman tüm KVB için eksik değer olmaması gerekir. KVB'lerden eksik veri içeren herhangi bir birim varsa o KVB veri setinden çıkarılmalı. Eksik verileri olan birimlerin veri setinden çıkarılması durumunda etkinlik sınırının da değişme ihtimali vardır. Eksik veri içeren KVB veri setinden çıkarılmak istenmediği zaman ise bulanık küme teorisi ya da eksik verisi bulunan birimin yerine verileri tam olan başka bir birim ile analize devam edilebilir.

- Görelî Etkinlik Ölçümü

Belirlenen amaç doğrultusunda homojen yapıda olan KVB'nin etkinliklerini ölçmek için uygun bir VZA modeli seçilir. Sabit ya da değişken girdi ya da çıktı odaklılık varsayımı doğrultusunda uygun olan bir VZA modeli seçilir. VZA yöntemi için DEA Solver, Excel Solver, Warwick DEA, DEAP, EMS, IDEAS, PIONEER, Frontier Analyst gibi paket programlar kullanılabilir (Yıldırım ve Önder, 2015, s.207; Özbek, 2015, s.316 ).

- Etkinlik Değerleri

VZA uygulandıktan sonra her KVB için görelî etkinlik skorları belirlenir ve bu görelî etkinlik skorları 0 ile 1 arasında değer alır. KVB görelî olarak etkin bulunursa bunlar etkinlik sınırını oluştururlar ve 1 değerini alırlar fakat 1'den farklı etkinlik skoru olan KVB olursa bu birimler görelî olarak etkin olmayan bölümler olur.

- Referans Kümesi Belirlenmesi ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Görelî olarak etkin olmayan KVB için görelî olarak etkin olan KVB arasından referans kümeleri belirlenir. Referans kümeleri belirlendikten sonra görelî olarak etkin olmayan KVB'lerin etkin hale getirilebilmesi için ne oranda girdi ve çıktı iyileştirmesi gerektiğine karar verilir (Özbek, 2015, s.316).

### **2.2.1 Veri zarflama analizinin güçlü yönleri**

Veri zarflama analizinin güçlü yönleri Yıldırım ve Önder (2015), Özbek (2015) tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- Yöntem kullanılırken çok sayıda girdi ve çıktı kullanmak mümkündür.
- Ölçü birimleri farklı olan girdiler ve çıktıları bu yöntemde kullanılabilir. Farklı ölçü birimlerindeki değişkenlerin kullanılabilmesi için herhangi bir dönüşüm yapmaya gerek yoktur.
- VZA girdi ve çıktı olarak kullanılan değişkenlerin arasında doğrusal form dışında herhangi bir fonksiyonel ilişki olma zorunluluğu yoktur.
- Görelî olarak etkin bulunmayan her KVB için hedef değerler belirlenir.
- Gözlemler görelî tam etkinliğe sahip olan ve etkinlik sınırını belirleyen KVB göre değerlendirilir.
- Her KVB için görelî etkinlik değeri hesaplanarak birimlerin birbirleriyle kıyaslanabilmesine olanak sağlar.

### **2.2.2 Veri zarflama analizinin zayıf yönleri**

Veri zarflama analizinin zayıf yönleri yine Yıldırım ve Önder (2015), Özbek (2015) tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- Yöntem tüm KVB'lerin homojen bir yapıda olması şartına sahiptir.
- VZA etkinlik ölçümünü belirli bir zaman dilimi için yapar fakat girdilerin çıktılarına dönüştürülmesi kimi zaman belirlenen zaman dilimini aşabilir.
- Yöntem deterministik olma özelliği taşıdığı için kullanılacak girdiler ve çıktılar titizlikle seçilmelidir çünkü bu seçim esnasında analizde olması gerekirken olmayan veya olmaması gereken bir değişkenin analize dâhil edilmesi görece etkinlik skorlarının yanlış hesaplanmasına sebep olacaktır.
- Yöntem uç değerlerden etkilenen bir yöntemdir bu sebeple hesaplanan etkinlik değerleri mutlak değerler görelî olarak hesaplanır.

- Parametrik bir yöntem olmama özelliği taşıdığı için elde edilen görelî etkinlik skorlarının istatistiksel olarak test edilmesi zordur.
- VZA tesadüfî hata terimine yer vermemektedir bu sebeple de ölçüm hatasına karşı oldukça duyarlı bir yöntemdir.
- Her KVB için başka bir doğrusal programlama fonksiyonu oluşturulduğu için büyük problemlerin VZA ile çözümü zaman alıcı olabilir.

### 2.2.3 Veri zarflama modelleri

VZA yöntemi karar verilmesi gereken birimlerin görelî etkinlik skorlarını hesaplayan Doğrusal Programlamanın (DP) gelişmiş bir formudur. Tıpkı doğrusal programlamada olduğu gibi belirlenmiş kısıtlar altında kurulan amaç fonksiyonunun en büyüklenmesi veya en küçüklenmesi yöntemin temel amacıdır. Bu sebeple doğrusal programlama için geçerli olan Doğrusallık, Kesinlik, Toplanabilirlik, Bölünebilirlik ve Negatif olmama varsayımları VZA yöntemi için de geçerli varsayımlardır. Doğrusallık, amaç fonksiyonu ve kısıtlar arasında bir oranın olmasıdır örneğin birini 2 katına çıkarırsak diğerinin de 2 katına çıkmasıdır. Kesinlik, tüm parametrelerin bilindiği ve sabit olduğunun kabulüdür. Toplanabilirlik varsayımı da kaynak olarak kullanılan girdilerin toplamının bir işlem için ayrı ayrı kullanılan girdilerin toplamına eşitliğidir. Bölünebilirlik, ise çözüm değerlerinin kesirli sayılar olabileceğini temsil eder. Negatif olmama ise kullanılan değerlerin sıfırdan küçük olmaması gerekliliğidir. Örnek verecek olursak -2 sandalye anlamsız bir değer ifade eder.

Bu çalışmada havayolları açısından homojenlik yaratmak için Kategorik Girdi Odaklı CCR modeli kullanılmıştır. Kategoriler filo büyüklüklerine göre oluşturulmuş ve kategoriler bazında homojenlik sağlanmıştır.

#### 2.2.3.1 Girdi odaklı CCR modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından çoklu girdi ve çoklu çıktı ortamında görelî etkinlik skorlarının belirlenmesi için literatüre kazandırılmış bir modeldir. Girdiye yönelik CCR-I modeli ile çıktı seviyesi sabit tutularak belirlenen çıktıya ulaşabilmek için girdi miktarının orantısal olarak ne kadar azaltılması gerektiği mantığına dayanan bir yaklaşımdır.

En büyükleme amacıyla oluşturulan bir VZA modelinin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$Enb = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (2.1)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1 \\ u_r &\geq 0 \\ v_i &\geq 0 \\ j &= 1, \dots, n \\ i &= 1, \dots, m \\ r &= 1, \dots, s \end{aligned} \quad (2.2)$$

$x_{io}$  : Etkinliği ölçülen  $o$ . karar verme birimine ait olan  $i$ . girdi miktarı

$y_{ro}$  : Etkinliği ölçülen  $o$ . karar verme birimine ait olan  $r$ . çıktı miktarı

$x_{ij}$  :  $j$ . karar verme birimine ait  $i$ . girdi miktarı

$y_{rj}$  :  $j$ . karar verme birimine ait  $r$ . çıktı miktarı

$u_r$  :  $k$ . karar verme birimi tarafından  $r$ . çıktıya verilen ağırlık

$v_i$  :  $k$ . karar verme birimi tarafından  $i$ . çıktıya verilen ağırlık

$m$  : Girdi sayısı

$n$  : Karar verme birimi sayısı

$s$  : Çıktı sayısı

$u_r$  ve  $v_i$  KVB'lerin etkinlik oranını en büyükleyecek şekilde problem çözümü tarafından belirlenen ağırlıklardır ve optimal amaç değeri 1'den büyük olamaz.

Kesirli programlama probleminin çözümü doğrusal programlamaya göre daha zor olduğu genel olarak kabul görmüş bir durumdur. Bu sebeple doğrusal programlamaya dönüştürülmüş kesirli programlama problemi aşağıda yer almaktadır.

$$Enb = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} \quad (2.3)$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \quad \mu_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \end{aligned} \quad (2.4)$$

2.4 ile gösterilen modelde bir KVB  $z^*$  optimal amaç değerine sahip olsun ve bu optimal çözümün ağırlıkları  $(v^*, \mu^*)$  olsun. Bir KVB'nin etkin olması, o KVB için  $z^*=1$  iken  $(v^*, \mu^*)$  kümesine ait tüm elemanların 0'dan büyük olacak şekilde optimal çözüme sahip olması anlamına gelir. Fakat  $z^* \leq 1$  olduğu halde bütün optimal çözümler için  $(v^*, \mu^*)$  kümesine ait elemanların en az biri 0 değerini alırsa CCR etkinliği gerçekleşir (Yıldırım F. Önder E., 2015, s.210).

DP olarak gösterilen model çarpım formunda olup dual formu aşağıda yer almaktadır:

$$\theta^* = \max \theta \quad (2.5)$$

kısıtlar:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\leq \theta x_{io} \quad i=1,2,\dots,m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{ro} \quad r=1,2,\dots,s \\ \lambda_j &\geq 0 \quad j=1,2,\dots,n \end{aligned} \quad (2.6)$$

$\theta^*=1$  değerindeki KVB sınır noktalarını oluşturur fakat  $\theta^*=1$  olduğu halde 0 olmayan en az bir aylak (slack) değişken olduğu için bazı sınır noktaları görece zayıf etkin olabilir. Aynı anda tüm aylak (slack) değişkenler 0 ve  $\theta^*=1$  olursa bir KVB için görece olarak etkin diyebiliriz. Bu noktada aylak değişkenleri açıklayacak olursak s- girdi fazlalıkları s+ ise çıktı eksikliklerini göstermektedir. Alternatif çözümlerin bazıları 0 olmayan aylak değişkenler içerirken, diğerlerinde bulunmayabilir. Bu durumdan kaçınmak adına aşağıdaki model kullanılabilir (Yıldırım ve Önder, 2015, s.211).

$$\max \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (2.7)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* x_{io} \quad i=1,2,\dots,m \quad (2.8)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r=1,2,\dots,s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

3. modelde bulunan  $\theta$  değeri 4. modelde sabitlenip iki aşamada problem çözümlenmiş olur. Tek bir amaç fonksiyonunda bu iki aşama problem birleştirilebilir (Yıldırım ve Önder, 2015, s.211):

$$\text{Enk } \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (2.9)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta * x_{io} \quad i=1,2,\dots,m \quad (2.10)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r=1,2,\dots,s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

5 te gösterilen modeldeki eşitsizlikler eşitlik haline dönüştürülmek için aylak (slack) değişkenler kullanılmıştır.  $\varepsilon$  arşimedgil olmayan eleman 0'dan büyük ve herhangi bir pozitif reel sayıdan daha küçük olarak tanımlanmaktadır.

### 2.2.3.2 Kategorik veri zarflama analizi

Karadayı ve diğerlerine (2017) göre VZA tüm değişkenlerin homojen olduğu ve KVB'ler tarafından kontrol edildiği varsayımını kullanmaktadır fakat Taşköprü (2014) göre KVB'ler üzerinde kontrol edilemeyen dışsal değişkenlerin varlığı söz konusudur. Banker ve Moorey 1986 yılında kontrol edilemeyen bu değişkenleri kategorik değişken şeklinde ele alan bir yaklaşım olan kategorik VZA modelini geliştirmişlerdir. Bu şekilde değişkenlerin alt gruplar şeklinde kategorize edilmesi ile VZA yönteminin varsayımlarından olan değişkenlerin homojenliği sağlanmış olacaktır (Karadayı ve diğ., 2017, s.33 ).

Aydemir (2002) göre VZA yönteminde KVB'ler aynı girdi çıktı türüne sahip olmalıdır başka bir deyişle benzer bir üretim yapısına sahip olmalıdır. Etkinliği değerlendirilecek KVB'lerin sadece kendi içinde değil, diğer grupların da değerlerini dikkate alarak hesaplayabilmesi kategorik VZA yönteminin en büyük avantajlarından birisidir. Kategorilere ayırma işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli

nokta ise KVB'lerin doğru şekilde homojen gruplara ayrılması gerekliliğidir (Karadayı ve diğ., 2017, s.33 ).

Bu çalışmanın kapsamı olarak ölçeğe göre değişken getirili ve çıktı değişkenlerinden çok girdi değişkenlerine önem veren ölçeğe göre değişken getirili ve girdi yönelimli kategorik VZA yöntemi kullanılmıştır.

Erpolat (2011)  $k$  bir KVB olmak üzere her bir  $k$  için denklem (..) çözülecektir (Karadayı ve diğ., 2017, s.34 ) :

$Y_{rk}$  : KVB  $k$ 'nın ürettiği  $r$ . çıktı miktarı,

$X_{ik}$  : KVB  $k$ 'nın kullandığı  $i$ . girdi miktarı,

$Y_{rj}$  : KVB  $j$ 'nin ürettiği  $r$ . çıktı miktarı,

$X_{ij}$  : KVB  $j$ 'nin kullandığı  $i$ . girdi miktarı,

$A_j$  : KVB  $j$ 'nin yoğunluk değeri,

$m$  : Girdi sayısı,

$n$  : Çıktı sayısı,

$D_f$  : KVB  $k$ 'nın kategori sayısı kümesi  $f = \{1, 2, \dots, l\}$

$L$  : Kategori sayısı

$$Enk \theta_k \quad (2.11)$$

Öyle ki,

$$\theta_k X_{ik} - \sum_{j \in \cup_{f=1}^L D_f} \lambda_j X_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_{j \in \cup_{f=1}^L D_f} \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{rk}, \quad r=1, \dots, s \quad (2.12)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j \in \cup_{f=1}^L D_f$$

Genel olarak VZA modelleri ikiye ayrılmaktadır: bunlar öncelilki olarak Ölçeğe Göre Sabit Getiri ve Ölçeğe Göre Değişken Getiri başlıkları altında ikiye ayrılırlar. Daha sonraki aşamada Çıktı Odaklı, Toplamsal (Yönelimsiz) ve Girdi Odaklı olmak üzere üç başlığa ayrılırlar. Ölçeğe Göre Sabit Getiri yaklaşımına sahip modeller CCR modelleridir. Bu modellerden girdi odaklı CCR modeli (CCR-I) önceki bölümde detaylı olarak açıklanmıştır. Çıktı odaklı CCR modeli (CCR-O) ise belirlenen girdi

düzeyinde en fazla çıktıyı elde etmek amacıyla oluşturulur. Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından literatüre kazandırılan BCC modeli ise Ölçeğe Göre Değişken Getiri yaklaşımına sahip bir yöntemdir. Bu yöntem CCR yönteminden farklı olarak bir konvekslik kısıtı içermektedir. BCC yöntemi de Girdi Odaklı, Çıktı Odaklı ve Toplamsal olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Her iki yöntem için de Girdi – Çıktı odaklılığı şeklinde bir ayırım yapılmak istenmediği zaman Toplamsal (Yönelimsiz) modeller karşımıza çıkmaktadır. Toplamsal yöntem Aylak Değişken (Slack) kullanarak amaç fonksiyonu oluşturur ve aylak değişkenlere bakılarak etkinlik hakkında yorum yapılır. Optimal çözümde kullanılan aylak değişkenler 0 (sıfır) değerini aldığı zaman söz konusu KVB'nin etkin olduğu şeklinde yorumlanır.

CCR-I, CCR-O, BCC-I ve BCC-O yöntemlerinin kategorik karşılıkları sırasıyla CAT-I-C, CAT-O-C, CAT-I-V ve CAT-O-V modelleridir. Kategorik modellerin farkı ise diğer modellerdeki gibi sürekli değişkenlerle değil kategorik değişkenlerle göreceli etkinlik skorlarını belirlemeleridir.

#### **2.2.4 Havayolları etkinlik ölçümünde veri zarflama modelleri ve kategorik veri zarflama yöntemi**

Havayolu etkinliği ile ilgili literatür incelendiği zaman genel olarak ya veri zarflama analizinin tek yöntem olarak kullanıldığı ya da veri zarflama analizinin başka yöntemlerle birlikte kullanıldığı çalışmalar yer almaktadır. Veri zarflama analizini tek başına kullanan çalışmalara baktığımız zaman karşımıza Schefczyk (1993) çıkmaktadır.

Schefczyk (1993) yaptığı çalışmasında veri zarflama analizi yöntemini kullanarak 15 uluslararası havayolunun etkinlik analizini yapmıştır. Etkinlik kavramının sadece operasyonel girdiler ve çıktılar ile ölçülemeyeceğini savunarak Arz Edilen Ton-Km, Operasyonel Maliyet ve uçuşlar için kullanılmayan varlıklar (Non Flight Asset) değişkenlerini girdi olarak; Ücretli Yolcu Kilometre ve yolcu dışı gelir (Nonpassenger Revenue) değişkenlerini çıktı olarak kullanmıştır. Çalışma sonucunda yüksek operasyonel performansın ve yüksek doluluk oranının yüksek karlılık için önemli faktörler olduğunu savunmuştur ve Cathay Pacific Airways, Federal Express, Singapore Airlines, UAL Corporation şirketleri etkin olarak bulunmuştur. Schefczyk (1993) veri zarflama analizini etkinlik ölçümü için kullandığı çalışmasından sonra, etkinlik ölçümü için bu analiz yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Direkt veri zarflama analizini uygulayan diğer bir çalışma da Capobianco ve Fernandes tarafından 2004 yılında şirketlerin 1993 ve 1997 yılları arasındaki panel verileriyle yaptıkları ve 53 uluslararası havayolunun göreceli etkinlik skorlarını hesapladıkları çalışmadır. Bu çalışmada değişken olarak finansal kaldıraç oranlarından toplam varlıkların toplam öz kaynaklara oranı (Total Asset to Equity), firmanın net satışlarıyla hesaplanan firma büyüklüğü, duran varlıklar (Fixed Asset) ve karlılık oranlarından aktif karlılık (Return on Asset) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu olarak şirket büyüklüğü daha fazla olan şirketlerin sermayelerini etkin şekilde kullanarak diğer şirketlere göre daha az duran varlık kullanımı ile daha etkin kazanç sağlayabildikleri bulunmuştur.

Daha sonraki çalışmalarda Bhadra (2009) uçuş müddeti (Block Time) operasyonel değişkeninin havayolu etkinliğini negatif yönde etkilediği hipotezini sınanmış çalışmada Arz Edilen Koltuk-Mil (ASM) değişkenini çıktı olarak kullanmıştır. Analizinin girdilerini ise galon cinsinden ölçülen Jet Yakıtı; tam zamanlı çalışan Personel Sayısı; uçuş milinin seyahat miline oranı (ratio of flight stage miles to trip stage miles); her uçak için Koltuk Sayısı ve Uçak Sayısı değişkenleri oluşturmuştur. Bhadra çalışmada 13 Amerikan havayolunun 1985 ve 2006 yılları arasındaki verilerini kullanmıştır ve bu çalışmanın sonucunda uçuş müddetinin (Block Time) azaltılmasının havayolu etkinliğini arttıracak sonucunu savunmuştur.

Veri zarflama analizinin diğer yöntemlerle birlikte kullanıldığı çalışmalara geldiğimiz zaman Good ve diğ. 1995 yılında yaptıkları çalışma karşımıza çıkar. Bu çalışmada büyük ölçüde liberalleşmenin sağlandığı 8 büyük Avrupa menşeli havayolu ve hükümet denetiminin tamamen kaldırıldığı 8 büyük Amerika menşeli havayolunun 1976-1986 yılları arasındaki verilerle veri zarflama analizi ve stokastik sınır analizi yöntemleriyle göreceli etkinlik skorlarını hesaplamışlardır. Girdi değişkeni olarak alt başlıklarını Kokpit Ekibi, Kabin Ekibi, Teknisyenler, Bilet Satış Memurları ve Diğer Personellerin Ücretlerinin oluşturduğu İş Gücü İndeksi; Yakıt, Uçuş İçin Kullanılmayan Ekipmanlar (Non-flight Equipment) ve Diğer Materyallerin bileşenlerini oluşturduğu Materyal İndeksi kullanılmıştır. Alt başlıklarını Yolcu Servisi, Kargo Servisi ve İsteğe Bağlı Hizmet (Incidental Service) değişkenlerinin oluşturduğu Toplam Gelir değişkeni de çıktı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda liberalleşme ortamındaki Avrupa menşeli taşıyıcıların Amerika menşeli havayolları kadar etkin olduğu bulunmuştur.

Fethi ve diğ.(2000) veri zarflama analizi ve Tobit Modeli kullanarak; 1991 ve 1995 yılları arasındaki verilerden oluşan panel veri setiyle, 17 Avrupa menşeli havayolunun verimlilik analizini yapmışlardır. Yazarlar bu çalışmada öncelikli olarak Schefczyk'nin 1993 yılında yaptığı çalışmasına atıfta bulunarak girdi ve çıktıları o çalışmadaki değişkenlerle aynı tutmuşlar ve Veri Zarflama Analizi yapmışlardır. Çalışmanın ikinci aşamasında farklı açıklayıcı değişkenlerle oluşturulan Tobit Model ile bu açıklayıcı değişkenlerin etkinlik üzerine etkilerini anlaşılmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak veri zarflama analizi ile birlikte Tobit Model bu çalışmada ilk defa kullanılmıştır ve bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biri devlet sahipliğinin bu çalışmada kullanılan örnekleme etkinliği üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığıdır.

Cui ve Li (2015a) literatürde ilk defa sivil havacılık emniyet etkinliği konusunu çalışmışlardır. Yöntem olarak veri zarflama analizi ve Malmquist Index kullandıkları çalışmalarında modelin girdilerini iş gücü, sermaye, teknoloji ve fon oluştururken; modelin çıktılarını herhangi bir kaza ya da yaralanma yaşamayan yolcu devir hacminin, toplam yolcu devir hacmine yüzdesel olarak oranı ve net karlılık oranı oluşturmuştur. Ayrıca 10 adet Çin menşeli havayolunun 2008 ve 2012 yılları arasındaki panel verilerinden oluşan veri setiyle yapılan çalışmada, Panel Regresyon yöntemi kullanılarak emniyet verimliliğine anlamlı etkileri olan faktörler bulunmuştur. Çalışmanın sonucu olarak güvenlik görevlileri ve pilotların, eğitimi ve gelişimi için yapılan yatırımların, emniyet etkinliği üzerindeki en etkili faktör olduğu bulunmuştur.

Kategorik VZA modeline geldiğimiz zaman ilk olarak karşımıza Banker ve Morey (1986) tarafından yapılan çalışma çıkmaktadır. Bu çalışma verileri kategorize edip etkinlik hesaplayan ilk çalışma olarak literatürde yer almaktadır.

Taşköprü (2014) yaptığı çalışmada Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 29 ülkenin enerji verimliliği açısından etkinlik analizini yapmıştır. Yaptığı analizde klasik VZA modellerini karşılıkları olan Kategorik VZA modelleriyle kıyaslamıştır ve sonuç olarak kategoriye ayırmadan önce etkin olmayan KVB'lerin, kategorik VZA yöntemiyle etkin olarak belirlendiği bulgusunu elde etmiştir.

Taşdoğan ve diğerleri (2014) kategorik VZA yöntemiyle Türkiye'de kentsel çevresel sürdürülebilirlik konusunu çalışmışlardır. Türkiye'nin farklı bölgelerindeki iller ile oluşturulan örnekleme homojenlik sağlayabilmek adına kategorik VZA yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise etkin olan ve olmayan illeri listelemiştir.

### 2.3 Stokastik Sınır Analizi

Firma etkinliğini ölçmek adına literatürde yapılmış çalışmalar incelendiği zaman etkinlik belirlenmesi: belirlenen üretim veya maliyet sınırından firmaların ne kadar saptığını belirten etkinsizlik derecesinin belirlenmesidir. 1968 yılında Aigner ve Chu oluşturdukları deterministik modelle, 1957 yılında Winsten En Küçük Kareler yöntemiyle, Afraid (1972) ve Richmon (1974) kullandıkları Uyarlanmış Sıradan En Küçük Kareler yöntemiyle belirlenen üretim sınırından sapmaların tamamını etkinsizlik olarak belirlemişlerdir (Atılğan,2012, s. 30). Bu çalışmalardaki temel sorun elde edilen görelî etkinlik skorlarında herhangi bir rassal hatanın varlığının kabul edilmemesidir. Daha sonra Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) ile Meeusen ve Van Den Broeck (1977) tarafında Stokastik Sınır Analizi yöntemi geliştirildi ve rassal etkiler ile etkinsizlik terimleri ayrıştırıldı (Atılğan,2012, s. 30).

Görelî etkinlik skorları hesaplamada kullanılan parametrik yöntemlerden biri de stokastik sınır analizidir. Burada geçen stokastik kelimesi yöntemin olasılık da içerdiğini belli eder. Regresyonun bir çeşidi olan bu yöntem bazı yönleriyle basit regresyondan farklıdır. Örnek verecek olursak basit regresyon ortalama maliyet fonksiyonunun en uygununu bulmaya çalışırken en küçük kareler yöntemini kullanırken; stokastik sınır modeli verilen örneklem ile en büyük olabilirlik tekniğini kullanarak sınır fonksiyonunu elde eder. Ayrıca stokastik sınır modeli basit regresyondaki rassal hata teriminin yanında etkinsizlik terimi de içermektedir. Bu etkinsizlik terimi sayesinde görelî etkinlik daha doğru olarak ölçülmektedir (Sarafidis, 2002, s.8).

Stokastik sınır analizi (SFA) mevcut veri setini kullanarak görelî etkinliği ölçmek için “Sınır” adı verilen bir maliyet fonksiyonu (Cost Function) kullanır. Bu fonksiyon tüm firmaların kıyaslanabilmesi ve etkinsizlik durumunun ölçümü için kullanılan ortak bir referans değeridir. Matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Sarafidis, 2002, s.8):

$$C_i = f(y_i; \beta) + w_i \quad (2.13)$$

$$w_i = v_i + u_i$$

Bu denklemi açıklayacak olursak:  $f(y_i; \beta)$  maliyet sınırını temsil etmektedir.  $w_i$  ise istatistiksel gürültüyü başka bir deyişle regresyona olasılık kazandıran rassal hata terimini temsil eden  $v_i$  ve etkinsizliği temsil eden  $u_i$  terimlerinin toplamı olan kalan hatadır. Etkinsizlik hata terimleri maliyet sınırından düşük olamayacağı için negatif

olmayan değerler alır fakat rassal hata terimi hem pozitif hem de negatif değerler alabilir.

Eğer herhangi bir şirket için yani  $i$ 'inci üretici için teknik etkinlik değerini hesaplayacak olursak:

$$TE_i = C_i / f(x_i; \beta) \quad (2.14)$$

Eğer üretim sınırda gerçekleşiyorsa ya da başka bir deyişle en fazla üretilebilecek olası çıktının gerçekleşen çıktıya eşit olması durumunda  $TE = 1$ , diğer durumlarda ise  $TE$  değeri 1'den küçük olacaktır. Ancak 1'de verilen denklem deterministik bir denklemdir yani çıktının rassal hatalardan etkilendiği varsayımını kabul etmemektedir. Denklem stokastik bir yapıya sahip olabilmesi için rassal hataların da dâhil edildiği şekilde bir üretim sınırı tanımlanması gerekir. Denklem  $v_i$  hata terimi eklersek denklem stokastik bir yapıya kavuşur. Matematiksel gösterimi şu şekildedir (Atılğan,2012, s. 31):

$$y_i = f(x_i; \beta, \exp\{v_i\}), TE_i \quad (2.15)$$

Buradan da Teknik Etkinlik skoru hesaplanmak istediğinde  $TE$  yalnız bırakılarak hesaplanabilir.

Stokastik Cobb-Douglas üretim sınırını matematiksel olarak göstermek istersek (Atılğan,2012, s. 32):

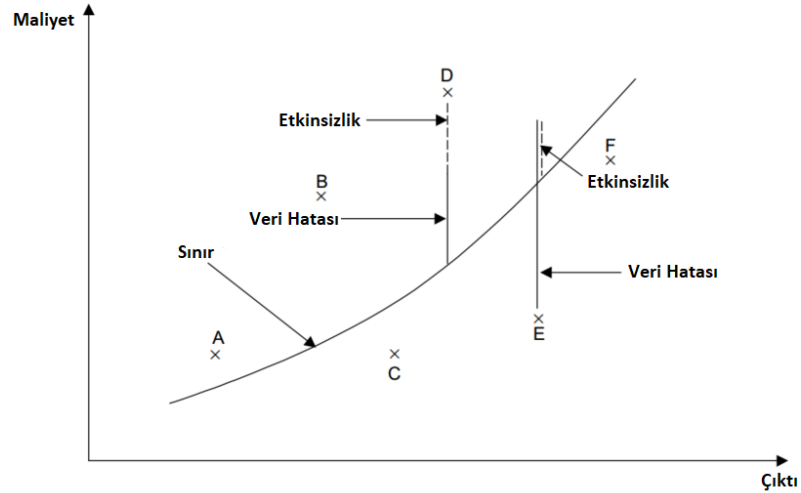
$$q_i = \exp(B_0 + B_1 \ln x_i) * \exp(v_i) * \exp(-u_i) \quad (2.16)$$

Burada birinci kısım deterministik kısım, ikinci kısım rassal hata, üçüncü kısım ise etkinsizlik kısmıdır.

SFA ile göreceli etkinlik skorları hesaplanırken iki aşamadan geçilir:

İlk adım olarak maliyet ve çıktılar arasındaki ilişki için özel fonksiyonel bir form tahmin edilir ve daha sonra aynı şekilde verimlilik teriminin dağılımı için de bir fonksiyonel form tahmini yapılır. Eğim parametrelerinin ( $\beta$ ) tahmini ile sınır hakkında bir tahmin elde etmiş oluruz.

İkinci adımda ise gerçek maliyetin tahmin edilen maliyetten çıkarılması ile elde edilen kalan hata ( $w$ ) veri hata terimine ( $v$ ) ve etkinsizlik terimine ( $u$ ) her şirket için ayrıştırılır. Bu iki adımın grafiksel gösterimi şekil 2.2'de yer almaktadır (Sarafidis, 2002, s.8):



**Şekil 2.2 : Stokastik sınır analizi hata terimleri**

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere gözlemler ve sınır çizgisinin üzerinde kalan boşluk etkinsizlik durumudur. Diğer boşluk ise her firmanın performansını ölçmede bulunan hata payıdır. Sınır çizgisinin altında kalan gözlemler için kalan hata terimi ( $v$ ), etkinsizlik durumu için gözlem ve sınır arasındaki boşluktan daha fazladır. Bu boşluk da normalde hiçbir firmanın yüzde yüz etkinsizliğini belirtmek içindir (Sarafidis, 2002, s.9).

### 2.3.1 Stokastik sınır analizinin güçlü ve zayıf yönleri

SFA hatanın var olduğunu kabul eder ve çalışma mantığı olarak bu hata terimlerinin etkinsizlik terimlerinden ayırmayı amaçlar. Pratikte bu çaba her zaman başarılı olamaz çünkü tahmin edilen etkinsizlik terimi kalan hatanın az bir kısmını temsil eder. Bu ince ayırım yöntemin uçdeğerler karşı duyarlı olması gibi bazı problemlere sebep olabilir (Sarafidis, 2002, s.9).

Örnekleme uçdeğerlerin olması SFA'nın istatistiksel gürültünün çok olduğunu ve buna bağlı olarak etkinsizlik terimi hatasının çok az olduğu ya da hiç olmadığı şeklinde sonuç vermesine sebep olabilir. Sonuç olarak da tüm şirketler neredeyse %100 etkin bulunabilir. Yöntemin potansiyel güçlü yönlerinden biri olan hatanın etkinsizlik terimi ve veri hatası olarak ayrılması, bu noktada karşımıza potansiyel zayıf yön olarak çıkabilir ve yöntemin şirketleri göreceli etkinlik skorlarına göre ayırmada başarısız olmasına sebep olabilir. Uçdeğerlerin varlığı halinde bu değerler veri setinden çıkarılarak analize devam edilebilir fakat bu şekilde karar vermek araştırmacıya bağlı ve zor bir karardır (Sarafidis, 2002, s.9).

Yöntem kimi zaman  $v$  hata teriminin çok düşük varyansa sahip bir dağılımdan geldiğini varsayabilir ve bunun sonucunda sapmanın tamamının etkinsizlik ölçmek için kullanılan  $u$  hata teriminden kaynaklandığı düşünülebilir. Bu gibi durumlarda stokastik sınır yöntemi deterministik bir modele evrilir. Deterministik modele dönüşmesi sonucunda da sınırın altındaki gözlemler zarflanır ve en azından bir şirket %100 etkin olarak bulunur (Sarafidis, 2002, s.10).

Diğer bir ihtimal de, yöntem hata terimlerinin dağılımının “yanlış” çarpık olmasından dolayı etkin olmayan şirketler bulabilir ve bu durumda da yöntem sınır çizgisinin tahminini en küçük kareler yöntemiyle belirler. Bu cümlede belirtilen “yanlış” çarpıklık hata terimlerinin anlamlı pozitif çarpık olmadığı anlamındadır.  $u$  hata terimi her zaman negatif olmayan değerler alırken,  $v$  hata teriminin beklenen değeri sıfırdır ve bu sebeple gözlemlenen kalan değerler yani  $v + u$  etkinsizlik durumunda pozitif çarpık dağılır (Sarafidis, 2002, s.10).

Parametrik olmayan yöntemlerle karşılaştırdığımız zaman SFA yönteminin avantajları da mevcuttur. Bunlardan biri sınırın fonksiyonel formu hakkında ve bu sınırın biçimine etki eden açıklayıcı faktörler hakkında istatistiksel çıkarımlar verebilmesidir. Fakat yöntem tahmin etmede en büyük olabilirlik kestirimini kullandığı için az sayıda örneklerde yansızlık, etkinlik ve geçerlilik gibi istatistiksel özelliklerin olacağına dair bir garanti yoktur. Çıkarımda bulunmanın verinin kalitesine, açıklayıcı değişkenlerin sayısına ve takip edilen tahmin prosedürlerine bağlı hale gelmesi sebebiyle örneklem miktarının yeterliliği hakkında bir sayı belirtmek zordur (Sarafidis, 2002, s.10).

Son olarak SFA bazı teorik kısıtlara bağlıdır. Stokastik sınır analizi etkinsizlik ve istatistiksel hata terimlerinin varlığını göz önünde bulundurarak elindeki örneklem ile gerçek dünya hakkında kestirimler yapmaya çalışır. Bunu yapabilmek için de etkinsizlik etkisinin fonksiyonel formu hakkında çıkarımlarda bulunur. En fazla kullanılan dağılımlar ise yarı-normal dağılım ve üstel dağılımdır. Bu dağılımlar çok sayıda görece etkin firmanın olduğu fakat sadece az sayıda firmanın görece olarak etkinsiz olduğu şeklinde çıkarım yapar. Bu sebeple sınır doğrusunun şekli neredeyse veri setindeki tüm gözlemlerden eşit olarak etkilenir. Teoride bu durum böyle iken pratikte çoğu firma görece etkin olmayabilir ve bu durumda iki dağılım da tüm firmaların etkinlik veya etkinsizlik durumlarının sınıra eşit etkisi olduğu için yetersiz kalabilir. Bu durumda kesikli-normal (truncated-normal) ve gamma gibi daha genel

fakat daha karmaşık dağılımlara ihtiyaç duyulabilir. Fakat en büyük eleştirilerden biri de kalan hatanın ayrıştırılması için bu dağılımlardan hangisinin seçileceği hakkında herhangi bir teorik kanıtın mevcut olmamasıdır (Sarafidis, 2002, s.10).

### **2.3.2 Havayolları etkinlik ölçümünde stokastik sınır analizi**

Stokastik sınır analizi yöntemiyle havayollarının etkinliklerinin ölçülmesi ile ilgili çalışmalara baktığımız zaman karşımıza ilk olarak 1995 yılında Good ve diğ. çalışması çıkmaktadır. Bu çalışma VZA bölümünde de bahsedildiği üzere, VZA ile birlikte SSA kullanmıştır.

Chen ve diğerleri (2017) 2006 - 2014 arasındaki 13 büyük Çin menşeli havayolunun verileriyle, VZA ve SSA yöntemlerini kullanarak bir etkinlik çalışması yapmışlardır. Bu çalışma yakıt, uçak sayısı, personel sayısı, iniş-kalkış sayısı, gecikmeler, CO<sub>2</sub> salınımı, taşınan kargo, taşınan yolcu, filo yaşı, filodaki yüzde cinsinden Boeing uçakları, borsaya kote olma durumu, devlet veya özel sahiplik ve iç hat- dış hat uçuşları değişkenleri girdi ve çıktıları oluşturmuştur. Çalışmanın sonucunda da CO<sub>2</sub> salınımının azaltılması için uçuş gecikmelerinin azaltılması ile pozitif ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Badı ve diğerleri 1995 yılında SSA kullanarak Amerikan menşeli havayollarının etkinlikleri ile ilgili çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada havayollarına ait deregülasyon öncesi dönemden başlayıp deregülasyon tamamlanan kadarki süreyi kapsayan panel veri kullanılmıştır. Çalışmada özellikle teknik etkinlik değişimine, ölçek ekonomisine, yoğunluğa ve girdi fiyatlarıyla ilgili değişikliklerini çözmek amaçlanmıştır. Sonuç olarak da 1980 yılında şirketler verimlilik konusunda düşük bir büyüme kaydederken, deregülasyonun sonucunda oluşan ortamın etkinlik konusunda kayda değer bir katkı yaptığı görülmüştür.

Tsionas ve diğerleri (2017) yine Çin menşeli havayollarından oluşan örneklemeleriyle teknik etkinlik ve uçuş gecikmeleri arasındaki ilişkiyi ölçebilmek için SSA kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak da teknik etkinlik ve uçuş dakikliği arasında karşılıklı olarak bir bağımlılık olduğu bulunmuştur.



### **3. VERİ VE UYGULAMA SONUÇLARI**

Bu çalışma, çalışmaya ait veri setinde yer alan değişkenler ile havayollarına ait etkinlik analizi yapmayı amaçlamıştır. Öncelikli olarak Skytrax şirketinden bahsedecek olursak: şirket internet ortamında hem havayolları hem de havalimanları için müşteri memnuniyet anketi düzenlemektedir. Yolcular bu site vasıtasıyla havalimanları ve havayolları hakkında yorumlar yapabilirler. Ayrıca şirketin belirlediği başlıklar altında 5’li veya 10’lu ölçekte yolcular şirketler hakkında spesifik konuları derecelendirebilir. Bu derecelendirme sonucunda şirket tarafından en iyi 100 havayolu, 5 yıldızlı havayolları, 5 yıldızlı havalimanları gibi o yılın en iyileri belirlenir.

Veri setimizde gelecek olursak, örneklemimize dâhil ettiğimiz havayolları Skytrax şirketinin En İyi 100 Havayolu listesinde bulunan şirketlerdir. Öncelikli olarak bu listede yer alan 100 şirkete ait verilere Bloomberg Veri Tabanı kullanılarak erişilmeye çalışılmıştır. Sonraki aşamada değişkenler bazında boş kalan hücrelerin doldurulması için listede yer alan şirketlere ait yıllık raporlar incelenmiştir. Bu işlemlerden sonraki aşamada gözlem sayımız verilere ulaşabilme kısıtıyla 62 havayoluna kadar inmiştir. Veri setimizi oluşturan tüm veriler 2016 yılına ait ikincil kaynakları taramak yöntemiyle elde edilmiştir.

#### **3.1 Verilerin Tanıtılması ve Değişkenler**

Bu çalışma için kullanılacak veri seti oluşturulurken öncelikli olarak çalışmanın amacına uygun veriler finansal, pazarlama ve havayolu spesifik (Operasyonel ) olmak üzere üç başlık altında toplanmaya çalışılmıştır. Sonraki aşamada literatürde yer alan çalışmalarda kullanılan değişkenler incelenerek, çalışmada anlamlı etkiye sahip olabileceği düşünülen değişkenler de diğer değişkenler başlığı altında çalışmaya eklenmiştir. Önceki ve sonraki bölümlerde de bahsedildiği gibi bu çalışmanın amacı veri setinde yer alan havayollarının, farklı girdi ve çıktılar kullanarak farklı açılardan etkinliklerini ölçmektir. Bu sebeple veri setinde 3 başlık altında toplam 42 adet değişken ve 62 adet gözlem yer almıştır.

### 3.1.1 Finansal performans ölçütleri ve değişkenleri

Finansal açıdan havayollarının etkinliği ile ilgili değerlendirme yapabilmek için öncelikli olarak tüm endüstriler için ortak olarak kullanılan Likidite oranları, Mali yapı (Kaldıraç oranları) ve Kârlılık oranları başlıklarına ait değişkenler kullanılmıştır. Ayrıca havayolu sektörüne özel Ücretli yolcu mesafesi ve Ücretli yolcu için mesafe başına gelir finansal değişkenleri de eklendi.

Likidite oranları işletmelerin finansal performanslarıyla ilgili ilk izlenim olarak özet bilgi verebilecek oranlardır. İşletmeye ait kısa dönemli borçlar ve işletmeye ait nakit ve nakit benzeri varlıklar değişkenleriyle, o işletmenin ne kadar likidite olduğu hakkında çıkarımlar yapabilmek için hesaplanan göstergelerdir. Kaya ve diğerleri (2015) göre likidite oranları işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan çalışma sermayesinin yeterliliğini öğrenebilmenin yanı sıra, işletmenin kısa dönemli yükümlülüklerini karşılayabilme gücü hakkında da fikir sahibi olabilmek için likidite oranları kullanılır (Kaya ve diğ, 2015, s.134-135).

Likidite oranlarından karşımıza ilk olarak “Cari Oran” karşımızda çıkmaktadır. Dönen varlıkların kısa vadeli borçlara oranı olarak da bilinen cari oran bir şirketin kısa süreli yükümlülüklerini karşılayabilme gücünü ölçmede en fazla kullanılan orandır. Cari oranın genel olarak “2” civarında olması beklenir fakat havayolu endüstrisinin yoğun borçla işleyen yapısı gereği bu oran havayolları için “1” olduğunda kabul edilebilir düzeydedir(Yaghi, 2015, s.17).

Likit ( Asit Test ) oranı da şirketlerin stoklarında bulunan ürünleri paraya çevirme noktasında sıkıntı yaşadığı zaman kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü ifade eder. Bu tanım incelendiği zaman somut ürün imalatı yapan edüstriler için yapılmış bir tanım olduğu anlaşılabilmektedir. Havayolu endüstrisi somu ürün yerine soyut ürün olan bir hizmet sektörüdür. Bu nedenle havayolu endüstrisi için bu oran nakit ve nakit benzerleri ( Hazır Değerler), alacaklar hesabı ve kısa vadeli yatırımları toplayarak kısa vadeli yabancı kaynaklara bölünmesi ile elde edilir.

Nakit ( Hazır Değerler ) oranı ise işletmenin sadece nakit ve nakit benzerleri(Hazır Değerler) ile işletmenin kısa vadeli yükümlülüklerini karşılayabilme gücünü gösteren bir değerdir. Eğer işletmeye air nakit oranı yüksek ise bu o işletmenin sahip olduğu nakitleri kullanma noktasında iyi planlama yapamadığını ve sonuç olarak da nakit gücünü iyi kullanamadığı anlamına gelir. Oranın küçük olması ise işletmenin bir nakit

sıkıntısı yaşadığının bir göstergesidir. Yaghi (2015) göre havayolu endüstrisi için “0.20” değeri kabul edilebilir bir değerdir ve bu değer diğer endüstriler için de geçerlidir (Yaghi, 2015, s.18).

Mali yapı diğer bir adıyla da Kaldıraç oranları ise işletmelerin nasıl bir kaynak yapısına sahip olduğu, sahip olunan varlıkların hangi kaynaklardan sağlandığı ve bu varlıklar elde edilirken işletme kaynaklarının hangi oranda sağlandığını gösteren oranlardır. Özetleyecek olursak bu oranlar işletmelerin finansal yapılarının ne derece dış kaynak kullanılarak oluşturulduğu hakkında çıkarımlar yapmaya yarayan oranlardır.

Veri setimizde mali yapı oranlarından ilk olarak karşımıza Borç-Öz Sermaye oranı çıkmaktadır. Toplam borçların Toplam öz sermayeye bölünmesi ile bulunan bu oran işletmelerin sermaye yapılarının öz sermaye mi yoksa borçlanma yoluyla mı oluşturuldukları hakkında bilgi verir (Yaghi, 2015, s.18). Bu oran aslında şirketlerin yatırımlarını yaparken ne derece özgür olduğu hakkında da çıkarımlar yapmamıza sebep olur. Eğer bir şirket yatırımlarını borç yoğun olarak yapıyorsa bu oran artar ve diyebiliriz ki borçlanma ile faaliyetlerini sürdüren şirketler yeni yatırımlar noktasında öz sermaye ile finansman sağlayan şirketlere göre daha yavaş daha kısıtlı hareket eder. Genel olarak bu oran tüm endüstriler için “1” seviyesinde kabul edilebilir fakat hava taşımacılığı sektörü genel olarak borçlanma ile finansman sağladığı için havacılık sektöründe bu oran “2” dolaylarında olduğu zaman kabul edilebilir seviyededir.

Borçlanma oranı da şirketlerin faaliyetleri finanse ederken ne derece borç kullandıklarına dair çıkarım veren bir orandır. Toplam borçların Toplam varlıklara bölünmesiyle elde edilen bu oran genel olarak “0.5” seviyelerinde kabul edilebilir iken hava taşımacılığı endüstrisinde “0.7” ve biraz üzerindeki rakamlara kabul edilebilir düzeydedir. Fakat genel olarak sektör incelendiği zaman bu seviyelere ulaşabilen firma sayısı çok azdır.

Uzun vadeli borçların toplam varlıklara oranı ve Kısa vadeli borçların toplam varlıklara oranı göstergeleri de 1 yıllık süreyi sınır olarak alıp oluşturulmuş oranlardır. Bu oranlar şirketin cari yükümlülükleri dediğimiz kısa vadeli borçları ile uzun vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. 1 yıldan az olarak belirlenen spesifik bir zaman için kısa vadeli borçları toplam varlıklara bölerek hesapladığımız bu oran, belirlediğimiz spesifik zamandaki şirketin yükümlülük karşılayabilme gücünü gösterir. Vadesi 1 yıldan daha uzun olan borçları toplam varlıklara bölerek

hesapladığımız oran ise özellikle 1 yıllık periyodlarla zaman serisi şeklinde hesaplandığında şirketin borçlanma ile ilgili performansı hakkında azalan veya artan şeklinde bilgi verir.

İşletmelerin kâr elde etmesi kuruluş ve varoluş amaçlarının en başında gelir şeklinde bir çıkarımda bulunabiliriz. Genel olarak işletmelerin veya işletmenin başındaki yöneticilerin performansları, işletmelerin elde ettiği kârlılık ile ölçülür. Hatta Yaghi (2015) farklı şirketlerin kârlılık oranlarının hesaplanmasının şirketlerin kıyaslanmasını çok kolay hale getireceğini savunmaktadır.

Kârlılık oranlarının en başında Faaliyet kâr marjı değişkeni yer almaktadır. Bu oran şirketlerin ana faaliyet alanlarındaki operasyonlarında elde ettikleri – kendi para birimleriyle – her birim gelirden ne kadar faaliyet kârı elde ettiklerinin anlaşılmasında yardımcı olur. Bu oranın hesaplanmasında pay kısmında yer alan Faaliyet kârı hesaplanırken faiz giderleri ve vergiler dâhil edilmediği için şirketin sermaye yapısı hakkında da bilgi verebilen önemli bir kestirimcidir.

Net kâr marjı ise şirketin tüm finansal yapısı göz önünde bulundurularak hesaplanan bir orandır. Bu oranın hesaplanmasındaki temel mantık şirketlerin elde ettikleri her gelir karşılığında ne kadar kâr elde ettiğinin hesaplanmasıdır. Dönem kârının Toplam gelire bölünmesiyle elde edilen bu oran sayesinde şirketler elde ettikleri kâr göz önünde bulundurularak kıyaslanabilirler.

Aktif kârlılık ise bir işletmenin sahip olduğu aktifleriyle ne kadar kârlılık sağladığının belirlenmesinde kullanılır. Bu oran tek başına incelendiği zaman işletmelerin aktiflerini ne kadar etkin şekilde kullandığına dair fikir verecek bir orandır. Dönem içinde elde edilen kârın toplam varlıklara bölünmesi ile bulunur.

Öz sermaye kârlılığı ise şirketin ortakları tarafından sermayeye dahil edilen varlıkların ne kadar etkin ve verimli şekilde kullanıldığına dair çıkarım yapabilmek için kullanılan bir orandır ve dönem kârının toplam öz sermayeye bulunmasıyla elde edilir.

Buraya kadar tanımlanan finansal oranlar tüm sektörler için hesaplanabilecek oranlardır. Havayolu endüstrisinde şirketlerin birbirleriyle kıyaslanabilmesi için oluşturulmuş sektöre özel finansal oranlar vardır.

Öncelikli olarak karşımıza Ücretli yolcu mesafesi ( RPK ) değişkeni çıkmaktadır. Bu değişken şirketlerin uçaklarında ücretli şekilde uçan yolcuların koltuklarının kilometre cinsinden uçuş mesafesiyle çarpımı sonucu elde edilir.

Başka bir değişken olarak da karşımıza Ücretli yolcu için mesafe başına gelir ( RRPK ) değişkeni çıkmaktadır. Bu oran şirketi kullanan bir yolcunun o şirketin operasyonlarını sürdürdüğü uçaklarında bir kilometre uçmak için ne kadarlık tutar ödemesi gerektiği konusunda bir göstergedir. Bazı şirketler bu oranı kilometre cinsinden hesaplarken, bazı şirketler de mil cinsinden hesaplamaktadır. Bu çalışmada bu oran kilometre cinsinden hesaplanmış şekilde kullanılmıştır ve Toplam yolcu gelirinin RPK'ya bölünmesi ile elde edilir.

Günümüzde havayollarının bazıları tamamen devlet tarafından işletilmekteyken bazı havayollarında devletler pay sahibi ve bazı havayolları tamamen bir özel şirket olarak işletilmektedir. Şirketlerin etkinliklerinde devletin sahipliğinin etkisinin olup olmadığının araştırılması açısından Toplam Devlet Sahipliği değişkeni veri setine dâhil edilmiştir.

### **3.1.2 Pazarlama performans ölçütleri ve değişkenleri**

Pazarlama değişkenleri örnekleme yer alan havayollarını kullanmış müşterilerin memnuniyet düzeyini ölçmek için Skytrax tarafından internet ortamında yapılan anketlerden elde edilmiştir. SKYTRAX şirketi 1999 yılından beri dünya çapında havayolu ve havalimanı kalitesi ile ilgili internet ortamında müşteri memnuniyeti anketi düzenlemektedir. Havayollarını ve havalimanlarını kullanan yolcular yorumlar yapıp, çeşitli başlıklar altında 5'li ve 10'lu ölçeklerde derecelendirebilmektedirler. Yolcuların doldurduğu müşteri memnuniyet anketi sonucunda her yıl SKYTRAX tarafından farklı kategorilerde havayollarının ve havalimanlarının enleri seçilmektedir. 1 Yıldızlı, 2 Yıldızlı, 3 Yıldızlı, 4 Yıldızlı ve 5 Yıldızlı havayolları, En iyi Hizmet Odaklı havayolları, En iyi Düşük Bütçeli Havayolları ve En iyi 100 Havayolu şeklinde havayollarına ait enleri seçtiği gruplar mevcuttur.

Bu çalışmanın örneklemini oluşturan şirketler öncelikli olarak SKYTRAX şirketinin en iyi 100 havayolu listesinde yer alan şirketlerden oluşturulmuş olup daha sonra değişkenler bazında tüm verilerine ulaşılan şirketler ile çalışma tamamlanmıştır. Skytrax En iyi 100 Havayolu, Şirketlerin Uçuşları İçin Genel Skor, Yiyecek ve İçecekler, Kabin içi Eğlence Sistem, Koltuk Konforu, Personel Hizmeti, Paranın Karşılığı, Uçuşlarda kullanılan uçakların kabin içindeki özellikleri için Genel Skor A, Diz Mesafesi, Koltukların Arkaya Yatırılabilmesi, Koltuk Genişliği, Koridor Genişliği ve TV Görebilme değişkenleri bu çalışmada pazarlama açısından etkinlik ölçümü için

kullanılmıştır. Bu değişkenler kullanılırken şirket tarafından paylaşılan ölçeklerde verilen ortalamalar kullanılmıştır.

### **3.1.3 Havayolu spesifik ( operasyonel ) performans ölçütleri ve değişkenleri**

Bu bölümde yer alan değişkenler havayollarının operasyonel süreçlerdeki performanslarının ölçümü için kullanılan sektöre özel değişkenlerdir. Bu değişkenler farklı kurumlar tarafından oluşturulmuş farklı açılardan performans ölçmeyi amaçlayan değişkenlerdir. Finans veya pazarlama kısmıyla bir arakesit oluşturmada için bu başlık altında listelenmiştir.

Zamanında kalkış oranı havayollarının operasyonel performansı açısından önemli bir göstergedir. Havayolları seferlerini düzenledikleri meydanlara slot zamanı başvurusu yaparlar. Slot zamanını kısaca açıklayacak olursak; havayollarının sefer yapmak istedikleri havalimanlarından iniş kalkış yapabilmek adına talep ettikleri zamanlardır. Eğer havayolları kendilerine tahsis edilen slot zamanlarından 15 dakika geç iniş veya kalkış yapacaklar olurlarsa bu havayolları için ek maliyet anlamına gelmektedir. Bu sebeple zamanında kalkış oranı havayollarının operasyonel performansının değerlendirilmesindeki en önemli göstergelerden biridir. OAG analiz şirketi tarafından her yıl havayollarının zamanında kalkış oranı ile ilgili bir indeks oluşturulmakta ve havayolları kıyaslanmaktadır. Bu değişkene ait birimler 2016 yılı raporu ile oluşturulmuştur. Raporda yer almayan hücreler şirketlerin yıllık raporlarından doldurulmuştur.

200 büyük havayolunun karbon etkinliği açısından derecelendirilmesi ve karşılaştırılabilmesi için oluşturulmuş bir indekstir. Bu derecelendirme işleminde şirketler için bir indeks puanı elde edilir. İndeks puanı hesaplanmasında uçak tipi, motor, kanatçıklar (winglet), koltuk ve yük kapasitesi, doluluk oranı gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Bu indeksin amacı havayolları arasında çevrecilik açısından bir rekabet ortamı yaratmaktır. Ayrıca emisyon kısıtlaması olan bazı ülkelerde havayolları belirli emisyon değerleri üzerine çıkarılarsa bu da havayollarına fazladan maliyet olarak yansımaktadır. Bu indeks Almanya'da gönüllü bir kuruluş tarafından her yıl yayınlanmakta olup veri setindeki değişken atmosfer 2016 raporuna göre oluşturulmuştur.

Literatür incelendiği zaman şirketlerin etkinliklerini ölçmede genel olarak kullanılan değişkenlerden olan filo büyüklükleri, personel sayıları, taşınan yolcu sayıları, taşınan

kargo miktarları değişkenleri, 2016 yılı itibariyle şirketlerin sahip oldukları sayılar göz önünde bulundurularak veri setine eklenmiştir.

### **3.2 Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Elde Edilen Havayolları Etkinlik Bulguları**

Veri zarflama analizi etkinlik skorlarının ölçülmesinde kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Literatür incelendiği zaman etkinlik skorlarının ölçümünde VZA analizinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Etkinlik skorlarının elde edilmesinde kimi zaman VZA yönteminin farklı formları olan modeller bile kendi aralarında farklılaşmaktadır. Bu çalışma kapsamında hem VZA yöntemine ait modellerle hem de SSA yöntemine ait modellerle oluşturulan etkinlik skorları üzerinden havayolları kıyaslanmaya çalışılmıştır. Bu kıyaslama aşamasında tüm şirketler kullanılan yöntemlerde üç ana boyut altında incelenmiştir: finansal, operasyonel ve pazarlama boyutları. Çalışmaya ait veri setinde yer alan değişkenler farklı kombinasyonlarda girdi değişkenleri ve çıktı değişkenleri olarak kullanılarak havayolu şirketlerinin etkinlikleri farklı açılardan ölçülmeye ve kıyaslanmaya çalışılmıştır. Bu değişken kombinasyonlarının kullanılmasındaki amaç şirketlerin farklı girdileri kullanarak aynı amaç doğrultusunda ne derece etkin olduğunun belirlenmesidir. Girdi ve çıktı olarak hangi değişkenlerin kullanıldığına dair özet tablo ekler kısmında yer almaktadır.

Çalışmanın veri setinde yer alan şirketlerin homojenliği sağlanması için şirketler filo büyüklüklerine göre 3 kategoriye ayrılmış ve öncelikli olarak kategorik VZA yöntemiyle etkinlik skorları elde edilmiştir. Sonraki aşamada elde edilen etkinlik skorları ana boyutlar altında parametrik yaklaşım olan SSA yöntemiyle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Kategorik VZA yöntemi sonuçları incelendiği zaman havayollarının çoğunun etkin olarak gruplandığı görülmüştür. Kategorik VZA yönteminde karşılaşılan bu durumun üstesinden gelebilmek için aylak ( slack ) değişken kullanan süper etkinlik ölçümü modeli ( Super Slack Based Measure DEA ) kullanılmıştır. Bu modelin kullanılmasındaki amaç aylak değişkenler kullanarak şirketlerin girdi fazlalığı veya çıktı eksikliğine göre Kategorik VZA yöntemiyle kıyasla daha iyi bir şekilde sıralamasıdır. Ayrıca bu yöntem uygulanırken Kategorik VZA yöntemine kıyasla daha az sayıda şirketin etkin olarak hesaplanıp, referans grubu oluşturduğu gözlemlenmiştir. Takip eden bölümlerde ilgili saçılma diyagramları incelendiği zaman bu yöntemin yaklaşımı ile elde edilen sıralamaların Kategorik VZA yöntemine kıyasla daha düzgün bir dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir.

### 3.2.1 Kategorik veri zarflama analizi yöntemiyle elde edilen bulgular

Etkinlik skorlarını hesaplamak için kullanılan parametrik olmayan yöntemlerden Kategorik VZA yöntemiyle hesaplanan etkinlik skorları Çizelge 3.1’de yer almaktadır. Tablonun ilk sütunu olan “Sıra Numarası” sütunu hesaplanan etkinlik skorları sonucunda KVB’lerin etkinlik skoru bakımından kaçınıcı sırada yer aldığıdır. VZA yönteminin kısıtlarından biri olan etkin KVB’lerin kendi aralarında sıralanamadığı bu tablo ile anlaşılmaktadır. Karar Verme Birimleri (KVB) olarak bu çalışmanın örneklemini oluşturan havayolları yer almaktadır. Etkinlik skoru sütununda kategorik VZA yöntemi uygulandıktan sonra her KVB’ye ait etkinlik skoru yer almaktadır. VZA yönteminin yaklaşımı olarak etkin olan birimler 1 değerini alırken; 1’den farklı değer alan tüm KVB’ler etkin olmayan birim olarak gruplanmıştır.

VZA yönteminin teorik olarak anlatıldığı kısımda da değinildiği üzere yöntemin etkinlik skorlarını vermede zorlanmaması için KVB homojen yapıda olmalıdır. Bu homojen yapıyı sağlamak için KVB filo büyüklüklerine göre 3 kategoriye ayrılmıştır. Filosunda bulunan uçak sayısı 1536 ve 362 arasında olan havayolları 3. Kategori, 334 ve 156 arasında olan havayolları 2. Kategoriyi ve 153 ve daha az uçağa sahip olan havayolları da 1. Kategoriyi oluşturmaktadır.

VZA yöntemi yaklaşımı gereği birden fazla girdi ve çıktı ile etkinlik ölçmeyi ve etkinlikleri karşılaştırmayı mümkün kılan bir yöntemdir. Bu sebeple bu çalışma için kullanılan veri setindeki 3 boyut ile alakalı, yani operasyonel, müşteri memnuniyeti ve finansal göstergeler ile şirketlerin farklı açılardan etkinliklerinin hesaplanabilmesi ve bu etkinliklerin kıyaslanabilmesi için toplam 10 model oluşturuldu. Oluşturulan modellerde hangi girdi ve çıktıların kullanıldığı ekler kısmında oluşturulan özet tablo ile paylaşılmıştır. 1’den fazla model oluşturulmasındaki amaç şirketlerin kaynaklarını kullanarak bu boyutlarda ne derece etkin oldukları hakkında çıkarımlar yapmak ve boyutları birbirleriyle kıyaslamaktır. Örneğin kârlılık açısından etkin bir şirket acaba elde ettiği kâr ile müşteri memnuniyeti açısından da bir etkinlik elde edebilmiş mi, ya da operasyonel açıdan etkin olan bir şirket bu operasyonel etkinliğin meyvelerini finansal açıdan da toplayı etkin olmuş mudur sorularının cevaplarını bulmak açısından boyutlar birbirleriyle kıyaslanmıştır. Oluşturulan 10 modele ait göreceli etkinlik skorları Çizelge 3.1 ile gösterilmiştir. Etkinlik skorlarının yanında parantez içerisinde ise şirketlerin göreceli etkinlik skorlarına göre sıralamaları yer almaktadır.

**Çizelge 3.1 : Kategorik VZA yöntemiyle elde edilen modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.**

| KVB                    | VZA Model 1  | VZA Model 2  | VZA Model 3  | VZA Model 4  | VZA Model 5  | VZA Model 6  | VZA Model 7   | VZA Model 8  | VZA Model 9  | VZA Model 10 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Aegean Airlines        | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,83<br>(29)  | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,79<br>(28) |
| Aeroflot               | 0,99<br>(21) | 0,87<br>(32) | 1<br>(1)     | 0,42<br>(35) | 0,94<br>(32) | 1<br>(1)     | 0,95<br>(23)  | 0,45<br>(42) | 0,90<br>(32) | 1<br>(1)     |
| Aeromexico             | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,44<br>(44) | 1<br>(1)     | 0,87<br>(42) | 1<br>(1)     | 0,98<br>(15)  | 1<br>(1)     | 0,82<br>(37) | 0,92<br>(24) |
| Air Canada             | 1<br>(1)     | 0,85<br>(35) | 1<br>(1)     | 0,27<br>(43) | 0,85<br>(43) | 0,61<br>(42) | 0,67<br>(41)  | 0,42<br>(44) | 0,92<br>(28) | 1<br>(1)     |
| Air China              | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,97<br>(33) | 0,72<br>(25) | 0,92<br>(37) | 0,86<br>(31) | 0,97<br>(17)  | 1<br>(1)     | 0,85<br>(35) | 0,99<br>(21) |
| Air France             | 0,93<br>(23) | 0,72<br>(44) | 1<br>(1)     | 0,27<br>(42) | 1<br>(1)     | 0,53<br>(44) | 0,69<br>(36)  | 0,53<br>(39) | 0,90<br>(30) | 1<br>(1)     |
| Air New Zealand        | 0,90<br>(26) | 0,97<br>(23) | 0,98<br>(32) | 0,68<br>(27) | 0,97<br>(26) | 0,65<br>(39) | 0,99<br>(12)  | 0,73<br>(26) | 0,69<br>(45) | 1<br>(1)     |
| Alaska Airlines        | 1<br>(1)     | 0,86<br>(34) | 1<br>(1)     | 0,50<br>(32) | 1<br>(1)     | 0,87<br>(29) | 1<br>(1)      | 0,74<br>(25) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     |
| American Airlines      | 0,71<br>(30) | 0,90<br>(30) | 1<br>(1)     | 0,19<br>(45) | 1<br>(1)     | 0,97<br>(25) | 1<br>(1)      | 0,61<br>(32) | 0,97<br>(26) | 1<br>(1)     |
| ANA All Nippon Airways | 0,35<br>(36) | 1<br>(1)     | 0,67<br>(42) | 0,45<br>(33) | 0,99<br>(24) | 0,74<br>(35) | 0,64<br>(43)  | 0,41<br>(45) | 0,72<br>(44) | 1<br>(1)     |
| Asiana Airlines        | 0,72<br>(29) | 1<br>(1)     | 0,77<br>(38) | 1<br>(1)     | 0,82<br>(45) | 1<br>(1)     | 0,73<br>(34)  | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,42<br>(35) |
| Avianca                | 0,39<br>(35) | 0,87<br>(33) | 0,42<br>(45) | 0,68<br>(26) | 0,94<br>(31) | 0,87<br>(28) | 0,99<br>(139) | 0,77<br>(23) | 0,81<br>(38) | 0,28<br>(37) |
| Bangkok Airways        | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)      | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     |
| British Airways        | 0,95<br>(22) | 0,83<br>(38) | 1<br>(1)     | 0,34<br>(40) | 1<br>(1)     | 0,63<br>(40) | 1<br>(1)      | 0,53<br>(38) | 0,93<br>(27) | 1<br>(1)     |
| Cathay Pacific         | 0<br>(42)    | 0,93<br>(29) | 0,72<br>(39) | 0,63<br>(28) | 0,88<br>(41) | 1<br>(1)     | 0,96<br>(19)  | 0,56<br>(35) | 1<br>(1)     | 0<br>(42)    |
| China Airlines         | 0,27<br>(37) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,89<br>(27)  | 0,82<br>(22) | 1<br>(1)     | 0,24<br>(38) |
| China Eastern          | 1<br>(1)     | 0,95<br>(26) | 0,85<br>(35) | 1<br>(1)     | 0,92<br>(38) | 1<br>(1)     | 0,82<br>(30)  | 1<br>(1)     | 0,98<br>(24) | 0,64<br>(31) |
| China Southern         | 1<br>(1)     | 0,98<br>(21) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,88<br>(40) | 1<br>(1)     | 0,49<br>(44)  | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,62<br>(32) |
| Copa Airlines          | 1<br>(1)     | 0,97<br>(22) | 1<br>(1)     | 0,79<br>(22) | 0,98<br>(25) | 0,71<br>(36) | 0,98<br>(14)  | 0,72<br>(27) | 0,84<br>(36) | 1<br>(1)     |
| Delta Air Lines        | 1<br>(1)     | 0,67<br>(45) | 1<br>(1)     | 0,39<br>(37) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,69<br>(39)  | 0,84<br>(21) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     |
| EasyJet                | 1<br>(1)     | 0,81<br>(39) | 1<br>(1)     | 0,42<br>(34) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)      | 0,58<br>(33) | 1<br>(1)     | 0,77<br>(29) |
| Emirates               | 0,14<br>(39) | 0,79<br>(43) | 1<br>(1)     | 0,35<br>(39) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)      | 0,57<br>(34) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     |
| EVA Air                | 0,26<br>(38) | 1<br>(1)     | 0,71<br>(40) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,75<br>(33) | 0,73<br>(33)  | 0,66<br>(30) | 0,91<br>(29) | 0,79<br>(27) |

**Çizelge 3.1 (devam) : Kategorik VZA yöntemiyle elde edilen modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.**

| KVB                   | VZA Model 1  | VZA Model 2  | VZA Model 3  | VZA Model 4  | VZA Model 5  | VZA Model 6  | VZA Model 7  | VZA Model 8  | VZA Model 9  | VZA Model 10         |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| Finnair               | 0,43<br>(34) | 1<br>(1)     | 0,90<br>(34) | 0,99<br>(16) | 0,96<br>(29) | 0,60<br>(43) | 0,95<br>(22) | 0,66<br>(29) | 0,77<br>(40) | 0,72<br>(30)         |
| Garuda Indonesia      | 0,14<br>(40) | 1<br>(1)     | 0,45<br>(43) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,75<br>(34) | 0,66<br>(42) | 0,65<br>(31) | 0,73<br>(41) | 0,19<br>(40)         |
| Hainan Airlines       | 0,85<br>(28) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,57<br>(30) | 0,82<br>(44) | 1<br>(1)     | 0,78<br>(31) | 0,53<br>(37) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| Hawaiian Airlines     | 1<br>(1)     | 0,94<br>(27) | 1<br>(1)     | 0,82<br>(21) | 1<br>(1)     | 0,96<br>(27) | 1<br>(1)     | 0,94<br>(18) | 0,98<br>(25) | 1<br>(1)             |
| Icelandair            | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,97<br>(18) | 1<br>(1)     | 0,72<br>(42) | 0,88<br>(26)         |
| Japan Airlines        | 1<br>(1)     | 0,96<br>(25) | 1<br>(1)     | 0,73<br>(24) | 0,95<br>(30) | 1<br>(1)     | 0,69<br>(37) | 0,52<br>(41) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| Jet Airways           | 0,63<br>(31) | 0,99<br>(19) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,96<br>(27) | 0,97<br>(26) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,85<br>(34) | 0,36<br>(36)         |
| KLM                   | 0,93<br>(23) | 0,79<br>(42) | 1<br>(1)     | 0,29<br>(41) | 1<br>(1)     | 0,53<br>(44) | 0,69<br>(38) | 0,53<br>(39) | 0,90<br>(30) | 0,90<br>(25)         |
| Korean Air            | 0,93<br>(25) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,98<br>(17) | 0,93<br>(35) | 1<br>(1)     | 0,71<br>(35) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,53<br>(33)         |
| Lufthansa             | 0,49<br>(32) | 0,94<br>(28) | 0,84<br>(37) | 0,40<br>(36) | 0,96<br>(28) | 0,80<br>(32) | 0,48<br>(45) | 0,45<br>(43) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| Norwegian             | 1<br>(1)     | 0,83<br>(37) | 1<br>(1)     | 0,77<br>(23) | 0,93<br>(34) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| Qantas Airways        | 1<br>(1)     | 0,81<br>(40) | 1<br>(1)     | 0,58<br>(29) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,92<br>(24) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| SAS Scandinavian      | 0,90<br>(27) | 0,96<br>(24) | 1<br>(1)     | 0,55<br>(31) | 0,93<br>(36) | 1<br>(1)     | 0,90<br>(26) | 0,77<br>(24) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| Singapore Airlines    | 0,44<br>(33) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,95<br>(18) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,88<br>(19) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)             |
| South African Airways | 0<br>(42)    | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,70<br>(37) | 0,85<br>(28) | 1<br>(1)     | 0,72<br>(43) | 0<br>(42)            |
| Southwest Airlines    | 1<br>(1)     | 0,89<br>(31) | 1<br>(1)     | 0,23<br>(44) | 0,92<br>(39) | 1<br>(1)     | 0,67<br>(40) | 0,85<br>(20) | 1<br>(1)     | 0,95<br>(22)         |
| TAP Air Portugal      | 0,12<br>(41) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,96<br>(21) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 3,82E<br>+12<br>(41) |
| Thai Airways          | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,84<br>(20) | 1<br>(1)     | 0,61<br>(41) | 0,77<br>(32) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,23<br>(39)         |
| Turkish Airlines      | 0<br>(42)    | 0,79<br>(41) | 0,85<br>(36) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,86<br>(30) | 0,91<br>(25) | 0,54<br>(36) | 0,87<br>(33) | 0<br>(42)            |
| United Airlines       | 1<br>(1)     | 0,84<br>(36) | 1<br>(1)     | 0,35<br>(38) | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,93<br>(23)         |
| Vietnam Airlines      | 1<br>(1)     | 0,98<br>(20) | 0,70<br>(41) | 1<br>(1)     | 0,93<br>(33) | 1<br>(1)     | 0,98<br>(16) | 0,96<br>(17) | 1<br>(1)     | 0,48<br>(34)         |
| Virgin Australia      | 0<br>(42)    | 1<br>(1)     | 1<br>(1)     | 0,87<br>(19) | 1<br>(1)     | 0,67<br>(38) | 0,96<br>(20) | 0,68<br>(28) | 0,77<br>(39) | 0<br>(42)            |

Çizelge 3.1’de yer alan 10 modelde kullanılan girdiler ve çıktılar ekler kısmındaki özet tabloda yer almaktadır. Modeller oluşturulurken şirketlerin sahip oldukları göstergeler belirli kıyaslamalar yapmak için girdi ve çıktı olarak kullanılmıştır. Kurulan modellere genel olarak değinecek olursak VZA Model 2 ve VZA Model 4 çıktı olarak pazarlama göstergeleri kullanılarak oluşturulmuştur. VZA Model 2 girdi olarak operasyonel göstergeleri kullanmıştır ve amaç şirketlerin operasyonel düzeydeki seviyeleri ile müşteri memnuniyeti elde etmedeki etkinliklerini belirleyebilmektir. VZA Model 4 ise şirketlerin sermayelerini müşteri memnuniyeti elde etme açısından ne derece etkin kullanıldığını belirlemek amacıyla oluşturulmuştur.

VZA Model 3, VZA Model 7 ve VZA Model 10 modelleri de şirketlerin girdilerini kullanarak finansal açıdan ne derece etkin olduklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur. VZA Model 3 şirketlerin taşıdıkları yolcu, kargo; sahip oldukları uçak filosu, personel gibi operasyonel aşamaları kâr elde etmede ne derece etkin kullandıklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur. VZA Model 7 ise şirketlerin elde ettikleri müşteri memnuniyeti düzeyi sonucunda ne kadar doluluk oranı yakalayıp buna bağlı olarak da elde ettikleri yolcu kaynakları gelir bakımından etkinliklerini ölçmek için oluşturuldu. VZA Model 10 ise şirketlerin sahip oldukları müşteri memnuniyetini kârlılığa çevirmede ne derece etkin olduğunun belirlenmesi için oluşturulmuştur.

VZA Model 9 ise şirketlerin borçlanmaları vasıtasıyla sahip oldukları personel sayısı ve filo büyüklüğü ile arz ettikleri kapasiteleri sonucunda ne kadar kârlılık sağladıkları bakımından etkinlikleri değerlendirilmiştir.

VZA Model 5, VZA Model 6 ve VZA Model 8 ise şirketlerin belirlenen girdileri kullanarak operasyonel bakımdan ne derece etkin olduklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur. VZA Model 5’i incelediğimiz zaman şirketlerin sahip oldukları personel sayısı ve uçak sayısı, kullandıkları kapasiteleri sonucunda zamanında kalkış performansı ve çevreyi kirletme açısından ne derece etkin olduklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

VZA Model 6 ise finansal girdiler kullanarak yani sahip oldukları kâr ile yaptıkları yatırımlar doğrultusundan kapasitelerini kullanmada ne derece etkin olduklarının karşılanması amacıyla oluşturulmuştur.

VZA Model 8 ise hem finansal hem de operasyonel girdiler kullanıp şirketin hem pazarlama hem de operasyonel açıdan fakat ağırlıklı olarak operasyonel açıdan etkinlik

ölçmek için oluşturulmuştur. Başka bir deyişle sahip oldukları finansal varlıklar ve uçuşlarda direkt kullanabildikleri materyaller ile operasyonel açıdan ve buna bağlı olarak da müşteri memnuniyeti açısından ne derece etkin olduklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur.

VZA Model 1'in girdilerini Cari Oran, Personel Sayısı, Filo büyüklüğü, Arz Edilen Koltuk-Km ve Borçlanma Oranı değişkenleri oluştururken; çıktıları ise Faaliyet Kâr Marjı, Net Kâr Marjı, Aktif Kârlılık ve Öz Sermaye Kârlılığı değişkenleri oluşturmaktadır. Bu modeli sözel olarak yorumlayacak olursak: şirketlerin sahip oldukları nakit ve benzeri varlıkları, sermaye yapıları, personel sayıları, uçak sayıları ve buna bağlı olarak arz ettikleri kapasitelerini kâra çevirmek adına ne kadar etkin olduklarının belirlenmesidir. Modelde kullanılan değişkenler ait değerler öncelikli olarak Bloomberg veri tabanına erişim sağlanarak elde edilmiştir. Gözlemlere ait boş hücreler ise şirketlerin yıllık raporlarından edinilen veriler ile doldurulmuştur. Kategorik Girdi Odaklı VZA yöntemi DEA-SOLVER-LV8 Excel çözücüsünde kullanılarak veri setindeki şirketlere ait etkinlik skorları hesaplanmıştır.

KVB'lerin etkinlikleri değerlendirilirken her KVB kendi kategorisinde ne derece etkindir şeklinde bir yaklaşımda bulunulmuştur. Air Canada, Air China, China Eastern, China Southern, Delta Air Lines, Southwest Airlines ve United Airlines şirketleri sahip oldukları uçak sayısı bakımında 3. Kategoride yer alıp, etkin olarak belirlenen şirketlerdir. Diğer bir deyişle bu şirketler model kurulması için seçilen girdi değişkenleri diğer şirketlere göre görece etkin olarak kullanıp, kârlılık açısından görece etkin şirketlerdir. Alaska Airlines, EasyJet, Japan Airlines ve Qantas Airways şirketleri de 2. Kategoride yer alan şirketler arasında görece etkin şirketlerdir. Aegean Airlines, Aeromexico, Bangkok Airways, Hawaiian Airlines, Icelandair, Norwegian, Thai Airways ve Vietnam Airlines da diğer 2 kategoriye kıyasla daha az uçak sayısına sahip olup 1. Kategoride görece etkin havayolları olarak gruplanmışlardır.

**Çizelge 3.2 :** Kategorik VZA yöntemiyle elde edilen VZA model 1'e ait etkinlik skorları, sıralama ve kategoriler.

| Sıra Numarası | KVB             | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB        | Etkinlik Skoru | Kategori |
|---------------|-----------------|----------------|----------|---------------|------------|----------------|----------|
| 1             | Aegean Airlines | 1              | 1        | 23            | KLM        | 0,9364         | 3        |
| 1             | Aeromexico      | 1              | 1        | 25            | Korean Air | 0,9324         | 2        |

**Çizelge 3.2 (devam) : Kategorik VZA yöntemiyle elde edilen VZA model 1'e ait etkinlik skorları, sıralama ve kategoriler.**

| Sıra Numarası | KVB                | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
|---------------|--------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| 1             | Air Canada         | 1              | 3        | 26            | Air New Zealand        | 0,9007         | 1        |
| 1             | Air China          | 1              | 3        | 27            | SAS Scandinavian       | 0,9006         | 2        |
| 1             | Alaska Airlines    | 1              | 2        | 28            | Hainan Airlines        | 0,8541         | 2        |
| 1             | Bangkok Airways    | 1              | 1        | 29            | Asiana Airlines        | 0,7255         | 1        |
| 1             | China Eastern      | 1              | 3        | 30            | American Airlines      | 0,7100         | 3        |
| 1             | China Southern     | 1              | 3        | 31            | Jet Airways            | 0,6376         | 1        |
| 1             | Copa Airlines      | 1              | 1        | 32            | Lufthansa              | 0,4921         | 3        |
| 1             | Delta Air Lines    | 1              | 3        | 33            | Singapore Airlines     | 0,4443         | 1        |
| 1             | easyJet            | 1              | 2        | 34            | Finnair                | 0,4359         | 1        |
| 1             | Hawaiian Airlines  | 1              | 1        | 35            | Avianca                | 0,3917         | 2        |
| 1             | Icelandair         | 1              | 1        | 36            | ANA All Nippon Airways | 0,3553         | 2        |
| 1             | Japan Airlines     | 1              | 2        | 37            | China Airlines         | 0,2794         | 1        |
| 1             | Norwegian          | 1              | 1        | 38            | EVA Air                | 0,2636         | 1        |
| 1             | Qantas Airways     | 1              | 2        | 39            | Emirates               | 0,1425         | 2        |
| 1             | Southwest Airlines | 1              | 3        | 40            | Garuda Indonesia       | 0,1418         | 2        |
| 1             | Thai Airways       | 1              | 1        | 41            | TAP Air Portugal       | 0,1233         | 1        |
| 1             | United Airlines    | 1              | 3        | 42            | Cathay Pacific         | 0              | 2        |
| 1             | Vietnam Airlines   | 1              | 1        | 42            | South African Airways  | 0              | 1        |
| 21            | Aeroflot           | 0,9914         | 2        | 42            | Turkish Airlines       | 0              | 2        |
| 22            | British Airways    | 0,9541         | 2        | 42            | Virgin Australia       | 0              | 1        |
| 23            | Air France         | 0,9365         | 3        |               |                        |                |          |

Sonraki kategorik VZA yöntemi ile farklı girdi ve çıktılar kullanılarak toplam 10 model oluşturuldu ve oluşturulan modeller sonucunda elde edilen görelî etkinlik skorlarına göre şirketler sıralandı. Elde edilen etkinlik sıralamaları ile oluşturulmuş Spearman Sıralı Korelasyon Katsayısı Çizelge 3.3 ile gösterilmiştir. Tabloyu incelediğimiz zaman en yüksek korelasyon katsayısının negatif yönlü 0.72 olduğunu görmekteyiz. Genel olarak diğer katsayılar 0.50 altındadır. 0.80 veya 0.90 gibi korelasyon katsayıları tabloda olmadığı için kategorik VZA yöntemiyle oluşturulan modellerde de şirketlerin sıralamalarının farklılaştığını, oluşturulan modellerin şirketlerin etkinliklerinin ölçümünde farklı açılardan başarılı olduklarını görmekteyiz. Eğer spearman sıra korelasyon katsayısı sonucunda yüksek korelasyona sahip modeller oluşmuş olsaydı, bu durumda şirketlerin etkinliklerine farklı açılardan yaklaşmanın anlamsız olacağı sonucunda varılabilirdi.

**Çizelge 3.3 :** Kategorik VZA yöntemiyle oluşturulmuş modellere ait spearman sıra korelasyon katsayısı tablosu

| Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 | Model 5 | Model 6 | Model 7 | Model 8 | Model 9 | Model 10 |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Model 1                            | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
| Model 2                            | -0.17   | 1       |         |         |         |         |         |         |         |          |
| Model 3                            | 0.33*   | -0.33   | 1       |         |         |         |         |         |         |          |
| Model 4                            | -0.18   | 0.63*   | -0.46*  | 1       |         |         |         |         |         |          |
| Model 5                            | -0.18   | -0.25   | 0.31*   | -0.16   | 1       |         |         |         |         |          |
| Model 6                            | 0.56*   | 0.08    | 0.00    | 0.14    | -0.35   | 1       |         |         |         |          |
| Model 7                            | 0.41*   | -0.46*  | 0.15    | -0.34   | 0.01    | 0.37*   | 1       |         |         |          |
| Model 8                            | 0.45*   | 0.30*   | -0.05   | 0.43*   | -0.17   | 0.65*   | 0.19    | 1       |         |          |
| Model 9                            | 0.31    | -0.14   | 0.38*   | -0.17   | -0.17   | 0.42*   | 0.08    | 0.33    | 1       |          |
| Model 10                           | 0.36*   | -0.34*  | 0.48*   | -0.72*  | 0.00    | 0.03    | 0.24    | -0.33*  | 0.03    | 1        |

VZA yöntemi yaklaşımı gereği çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanarak şirketlerin etkinliklerini ölçen bir yöntemdir. Kategorik VZA yöntemiyle oluşturulan modellerde, KVB'ler arasında homojenlik sağlanması için 3 kategori oluşturuldu ve elde edilen modeller bu kategoriler göz önünde bulundurularak yorumlandır. VZA Model 1 ( Kârlılık Etkinliği ) ve VZA Model 2 ( Müşteri Memnuniyeti Etkinliği )



Havayolu Sıralaması, Genel Skor, Genel Skor A ve Skytrax Yıldız Sayısı değişkenleri çıktı olarak kullanılmıştır.

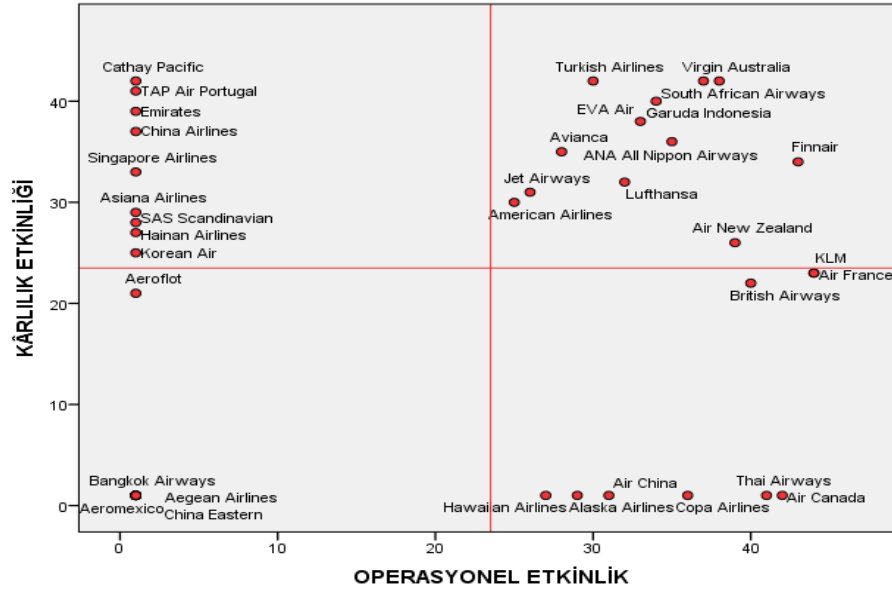
İlk model finansal açıdan, ikinci model ise pazarlama açısından etkinliği ölçmek amacıyla oluşturulmuştur. VZA ile oluşturulan modellerde kullanılan girdi ve çıktıların homojen yapıya sahip olabilmesi için havayolları filo büyüklüklerine göre 3 kategoriye ayrılmıştır. Filosundaki uçak sayısı 362 ile 1536 arasında olan havayolları 3. kategoriye, 156 ile 334 arasında olan havayolları 2. kategoriye ve filosundaki uçak sayısı 153 ve altında olan havayolları ise 1. kategoriye oluşturmuştur.

Etkinlik sıralamalarına göre oluşturulmuş şekil 3.1 yorumlanacak olursa hem finansal bir gösterge olan Kârlılık Etkinliği hem de pazarlama açısından bir gösterge olan Müşteri Memnuniyeti Etkinliği açısından etkin olarak çıkan havayolları Air China, Aeromexice, Aegean Airlines ve Bangkok Airways havayollarıdır. Her iki boyut için de etkin çıkan bu havayolları incelendiği zaman Zamanında Kalkıl Performanslarının ortalama %82, kârlılık oranlarını gösteren göstergelerin genel olarak 8 ve üzerinde oranlar olduğu ve 3 Air China hariç diğer şirketlerin 1. Kategoriden yani filolarında 150 uçaktan daha az uçağa sahip oldukları görülmektedir. Korean Air, Hainan Airlines, Asiana Airlines, Singapore Airlines ANA All Nippon Airways, Finnair, China Airlines, EVA Air, Garuda Indonesia, Virgin Australia, TAP Air Portugal ve South African Airways Müşteri Memnuniyeti açısından etkin olan havayolları olarak bulunurken; China Southern, Hawaiian Airlines, Copa Airlines, Vietnam Airlines, Japan Airlines, China Eastern, Southwest Airlines, Air Canada, Alaska Airlines, Norwegian, Qantas Airways, EasyJet ve Delta Air Lines bu diyagramda finansal açıdan etkin havayolları olarak bulunurken pazarlama açısından etkin olmayan havayolu sınıfında yer almaktadır.

VZA yöntemi yaklaşım olarak etkinlik skoru 1 olan KVB'leri etkin olan ve geriye kalan diğer KVB'leri etkin olmayan olarak sınıflandırmaktadır. Bu sebeple Jet Airways, Air New Zealand, Aeroflot, British Airways, KLM, Air France, SAS Scandinavian, American Airlines, Lufthansa, Avianca, Emirates, Cathay Pacific ve Turkish Airlines şirketleri her iki açıdan da 1 etkinlik skoruna ulaşamadıkları için etkin olmayan havayolları olarak sınıflanmışlardır.

Sonraki aşama olarak VZA Model 6 (Operasyonel Etkinlik) ve VZA Model 1 (Kârlılık Etkinliği) modelleri ile havayolları karşılaştırması yapılmıştır. VZA Model 6

oluşturulurken KVB'ler sahip oldukları kapasiteler ve sahip oldukları nakit ve nakit benzerlerini kullanarak ne kadar yolcu ve kargo taşıması yapıp kapasitelerini kullanmada ne derece etkin oldukları incelenmiştir. Sonraki adım olarak da kaynaklarını kullanarak kapasiteleri açısından etkinlik yakalayan şirketlerin kârlılık boyutunda da etkinlik sahibi olup olmadıklarını inceleyebilmek için saçılma diyagramı oluşturulmuştur. Oluşturulan diyagram şekil 3.2'de yer almaktadır.



Şekil 3.2 : VZA model 1 ve VZA model 6 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı

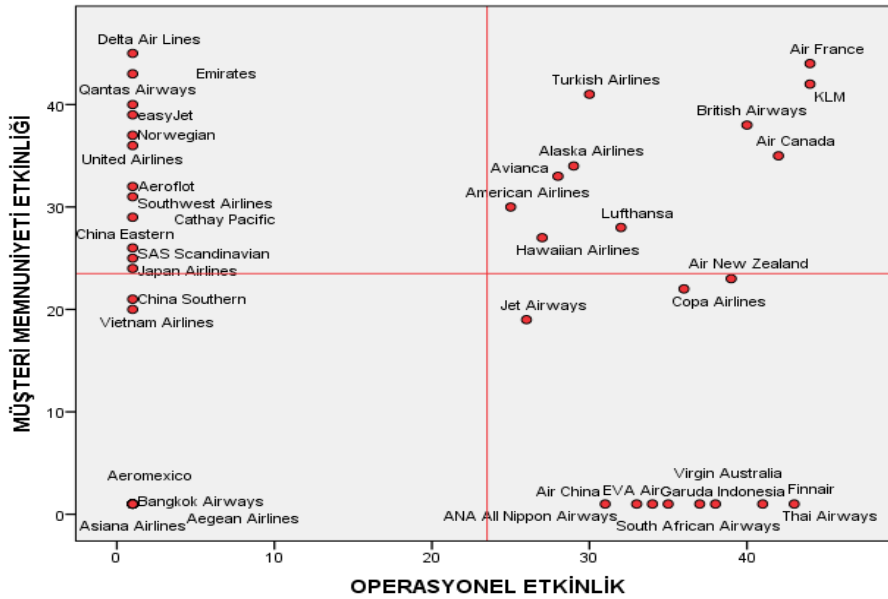
Kârlılık Etkinliği ölçmek için oluşturulan model bir önceki diyagramda kullanılan model ile aynı modeldir. Bu diyagramda ise şirketlerin etkinlikleri finansal ve operasyonel açıdan ne şekilde dağılmaktadır o incelenecektir.

Operasyonel Etkinlik için oluşturulan modelde ise girdi değişkenleri olarak Arz Edilen Koltuk-Km, Cari Oran, Likit ( Asit Test) Oranı, Nakit ( Hazır Değerler) Oranı ve Borçlanma Oranı girdi olarak kullanılırken; Taşınan Yolcu Sayısı, Taşınan Kargo Miktarı ve Yük Faktörü çıktı olarak kullanılmıştır. Bu model oluşturulurken şirketlerin mevcut nakit değerleri, sermayelerini oluşturan borç oranları ve arz ettikleri koltuk ile ne kadar yolcu ve kargo taşıdıkları ve kapasitelerini ne kadar doldurdıkları ile ilgili etkinlikleri kıyaslanmak istenmiştir.

Verilen serpilme diyagramı incelendiği zaman Aeromexico, Bangkok Airways, China Eastern ve Aegean Airlines şirketleri finansal olarak etkin olmalarının yanı sıra operasyonel anlamda da etkin şirketler olarak gruplanmışlardır.

Her iki açıdan da etkin olan şirketlerin yanı sıra, Aeroflot, Korean Air, Hainan Airlines, SAS Scandinavian, Asiana Airlines, Singapore Airlines, China Airlines, Emirates, TAP Air Portugal ve Cathay Pacific şirketleri operasyonel anlamda etkindirler. Yani belirlenen girdiler doğrultusunda kapasitelerini etkin olarak kullanmışlar başka bir deyişle doluluk oranı açısından etkin şirketler olarak gruplanabilmişlerdir. Fakat Hawaiian Airlines, Alaska Airlines, Air China, Copa Airlines Thai Airways ve Air Canada şirketleri ise operasyonel açıdan etkinlik elde edememişken; finansal açıdan etkin şirketler olarak gruplanmışlardır. Belirttiğimiz bu şirketlerin dışında kalan diğer tüm şirketler ne finansal açıdan ne de operasyonel açıdan etkinlik elde edememişlerdir.

Son olarak VZA Model 2 (Müşteri Memnuniyeti Etkinliği) ile VZA Model 6 (Operasyonel Etkinlik) kıyaslaması şekil 3.3’da diyagram yardımıyla yapıldı. Bu kısımda ise kapasitelerini etkin kullanabilen şirketlerin müşteri memnuniyeti konusunda da aynı etkinliğe sahip olup olmadıkları konusu incelenmiştir.



**Şekil 3.3 : VZA model 2 ve VZA model 6 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı**

Bu diyagramda ise KVB’lerin pazarlama açısından müşteri memnuniyeti yakalayanların aynı zamanda doluluk oranı açısından da etkin olup olmadıkları konusunda çıkarımlar yapılacaktır. Hem Müşteri Memnuniyeti Etkinliği hem de Operasyonel Etkinlik için kullanılan girdi ve çıktılar önceki diyagramlar hakkında yorumlar yapılırken belirtildi. Gereksiz tekrardan kaçınmak adına bu diyagram altında tekrardan tanımlanmayacaktır.

Diyagram incelendiği zaman kapasitesini etkin olarak kullanabilen şirketler müşteri memnuniyeti açısından da tatmin edecek seviyede bir etkinlik yakalayabilir mi sorusuna cevap olabilecek nitelik taşımaktadır. KVB'ler incelendiği zaman: Asiana Airlines, Aeromexico, Aegean Airlines ve Bangkok Airways her iki açıdan da etkin olarak çıkan şirketlerdir. Başka bir deyişle bu şirketler kapasitelerini etkin olarak kullanabilmenin yanı sıra müşteri memnuniyeti açısından da etkinlik yakalayabilmişlerdir. China Southern, Vietnam Airlines, Japan Airlines, SAS Scandinavian, China Eastern, Cathay Pacific, Southwest Airlines, Aeroflot, United Airlines, Easy Jet, Norwegian, Qantas Airways, Emirates ve Delta Airlines şirketleri kapasitelerini kullanma konusunda etkin olarak gruplanırken; ANA All Nippon Airways, Air China, EVA Air, South African Airways, Garuda Indonesia, Virgin Australia, Finnair ve Thai Airways şirketleri ise müşteri memnuniyeti açısından etkinlik yakalamışlardır fakat arz ettikleri kapasitelerini doldurmak açısından etkin olan şirketler olarak gruplanamamışlardır. Geri kalan diğer şirketler ise ne müşteri memnuniyeti açısından ne de kapasitelerini kullanabilme adına etkinlik yakalayamamışlardır.

### **3.2.2 Süper etkinlik modeli veri zarflama analizi ( super slack based measure DEA ) yöntemiyle elde edilen bulgular**

VZA yöntemi, farklı yaklaşımlarla oluşturulmuş, farklı isimlerde birçok yöntemi bünyesinde barındıran bir yöntemdir. Literatür kısmında genel olarak VZA modelleri ile ilgili farklı yöntemlere değinilmeye çalışılmıştır fakat araştırmacılar tarafından literatüre kazandırılan bu genel yöntemlerin dışında başka modellerde mevcuttur.

Bu çalışmada öncelikli olarak KVB arasında homojenlik sağlanması adına kategorik VZA yöntemi kullanılmış ve veri setinde yer alan şirketlerin etkinlikleri bu yöntemle hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular incelendiği zaman çok fazla aynı sıra numarasını paylaşan KVB olduğu gözlemlenmiştir. Bu konuyu kategorik VZA model 1 ile açıklayacak olursak: 46 KVB olan veri setinde 20 adet KVB etkinlik sırasında 1. sırayı paylaşmıştır. Kategorik VZA etkin olan ve olmayan şeklinde bir ayırım yaptığı için KVB düğün bir sıralanma gösterememiştir. Fakat süper etkinlik modeli, aylak değişkenler kullanarak KVB sıralama yaptığı için kategorik VZA yöntemine göre daha düzgün bir sıralanma vermektedir. Bu sebeple kategorik VZA yönteminde kullanılan girdi ve çıktılar ile süper etkinlik modeli yöntemi de uygulanmıştır.

Çizelge 3.3 'de yer alan 10 modelde kullanılan girdiler ve çıktılar ekler kısmındaki özet tabloda yer almaktadır. Modeller oluşturulurken şirketlerin sahip oldukları göstergeler belirli kıyaslamalar yapmak için girdi ve çıktı olarak kullanılmıştır. Kurulan modellere genel olarak değinecek olursak VZA Model 2 ve VZA Model 4 çıktı olarak pazarlama göstergeleri kullanılarak oluşturulmuştur. VZA Model 2 girdi olarak operasyonel göstergeleri kullanmıştır ve amaç şirketlerin operasyonel düzeydeki seviyeleri ile müşteri memnuniyeti elde etmedeki etkinliklerini belirleyebilmektir. VZA Model 4 ise şirketlerin sermayelerini müşteri memnuniyeti elde etme açısından ne derece etkin kullanıldığını belirlemek amacıyla oluşturulmuştur.

VZA Model 3, VZA Model 7 ve VZA Model 10 modelleri de şirketlerin girdilerini kullanarak finansal açıdan ne derece etkin olduklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur. VZA Model 3 şirketlerin taşıdıkları yolcu, kargo; sahip oldukları uçak filosu, personel gibi operasyonel aşamaları kâr elde etmede ne derece etkin kullandıklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur. VZA Model 7 ise şirketlerin elde ettikleri müşteri memnuniyeti düzeyi sonucunda ne kadar doluluk oranı yakalayıp buna bağlı olarak da elde ettikleri yolcu kaynakları gelir bakımından etkinliklerini ölçmek için oluşturuldu. VZA Model 10 ise şirketlerin sahip oldukları müşteri memnuniyetini kârlılığa çevirmede ne derece etkin olduğunun belirlenmesi için oluşturulmuştur.

VZA Model 9 ise şirketlerin borçlanmaları vasıtasıyla sahip oldukları personel sayısı ve filo büyüklüğü ile arz ettikleri kapasiteleri sonucunda ne kadar kârlılık sağladıkları bakımından etkinlikleri değerlendirilmiştir.

VZA Model 5, VZA Model 6 ve VZA Model 8 ise şirketlerin belirlenen girdileri kullanarak operasyonel bakımdan ne derece etkin olduklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur. VZA Model 5'i incelediğimiz zaman şirketlerin sahip oldukları personel sayısı ve uçak sayısı, kullandıkları kapasiteleri sonucunda zamanında kalkış performansı ve çevreyi kirletme açısından ne derece etkin olduklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

VZA Model 6 ise finansal girdiler kullanarak yani sahip oldukları kâr ile yaptıkları yatırımlar doğrultusundan kapasitelerini kullanmada ne derece etkin olduklarının karşılanması amacıyla oluşturulmuştur.

VZA Model 8 ise hem finansal hem de operasyonel girdiler kullanıp şirketin hem pazarlama hem de operasyonel açıdan fakat ağırlıklı olarak operasyonel açıdan etkinlik ölçmek için oluşturulmuştur. Başka bir deyişle sahip oldukları finansal varlıklar ve uçuşlarda direkt kullanabildikleri materyaller ile operasyonel açıdan ve buna bağlı olarak da müşteri memnuniyeti açısından ne derece etkin olduklarının belirlenmesi için oluşturulmuştur.

**Çizelge 3.4:** Süper-SBM-I-C VZA yöntemiyle oluşturulan modeller.

| KVB                | Model 1      | Model 2      | Model 3      | Model 4      | Model 5      | Model 6      | Model 7      | Model 8      | Model 9      | Model 10     |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| American Airlines  | 0,36<br>(29) | 0,34<br>(44) | 1,06<br>(20) | 0,09<br>(43) | 1,02<br>(16) | 0,64<br>(19) | 1,15<br>(2)  | 0,33<br>(35) | 0,69<br>(22) | 1,13<br>(10) |
| Delta Air Lines    | 1,1<br>(12)  | 0,26<br>(45) | 1,1<br>(17)  | 0,14<br>(41) | 1<br>(18)    | 1,85<br>(4)  | 0,68<br>(10) | 0,31<br>(38) | 1,68<br>(4)  | 1,08<br>(11) |
| United Airlines    | 1,19<br>(9)  | 0,36<br>(40) | 1,36<br>(6)  | 0,15<br>(40) | 1,25<br>(6)  | 2,78<br>(2)  | 1,01<br>(3)  | 1,44<br>(4)  | 3,62<br>(2)  | 0,66<br>(22) |
| Southwest Airlines | 1,09<br>(14) | 0,35<br>(41) | 1,08<br>(18) | 0,13<br>(42) | 0,68<br>(31) | 1,02<br>(13) | 0,63<br>(20) | 0,55<br>(24) | 1,02<br>(15) | 0,89<br>(15) |
| China Southern     | 1,02<br>(17) | 0,55<br>(25) | 1,01<br>(25) | 1,05<br>(12) | 0,68<br>(30) | 1,05<br>(11) | 0,47<br>(38) | 1,03<br>(13) | 1,09<br>(13) | 0,51<br>(26) |
| Air China          | 1,06<br>(16) | 1,01<br>(14) | 0,89<br>(28) | 0,34<br>(28) | 0,62<br>(36) | 0,73<br>(18) | 0,78<br>(4)  | 1,04<br>(12) | 0,61<br>(29) | 0,84<br>(16) |
| Lufthansa          | 0,28<br>(32) | 0,4<br>(37)  | 0,6<br>(37)  | 0,2<br>(37)  | 0,47<br>(43) | 0,6<br>(22)  | 0,47<br>(37) | 0,2<br>(45)  | 1,08<br>(14) | 1,02<br>(14) |
| China Eastern      | 1,01<br>(18) | 0,37<br>(39) | 0,72<br>(32) | 1,5<br>(4)   | 0,63<br>(35) | 1,57<br>(5)  | 0,71<br>(6)  | 1,09<br>(10) | 0,84<br>(18) | 0,53<br>(25) |
| Air France         | 0,54<br>(25) | 0,35<br>(43) | 1<br>(26)    | 0,05<br>(45) | 1<br>(23)    | 0,42<br>(33) | 0,67<br>(11) | 0,24<br>(43) | 0,75<br>(19) | 1,15<br>(9)  |
| KLM                | 0,54<br>(25) | 0,35<br>(42) | 1<br>(26)    | 0,06<br>(44) | 1,02<br>(17) | 0,42<br>(33) | 0,57<br>(26) | 0,24<br>(43) | 0,75<br>(19) | 0,75<br>(20) |
| Air Canada         | 1,46<br>(4)  | 0,48<br>(28) | 1,96<br>(2)  | 0,16<br>(39) | 0,64<br>(34) | 0,35<br>(41) | 0,66<br>(12) | 0,31<br>(39) | 0,71<br>(21) | 1,38<br>(2)  |
| Turkish Airlines   | 0<br>(42)    | 0,41<br>(34) | 0,72<br>(33) | 1<br>(15)    | 1<br>(19)    | 0,36<br>(40) | 0,56<br>(27) | 0,3<br>(40)  | 0,59<br>(30) | 0<br>(42)    |
| Qantas Airways     | 0,57<br>(22) | 0,45<br>(30) | 1,08<br>(19) | 0,31<br>(32) | 1,11<br>(11) | 0,52<br>(27) | 0,51<br>(34) | 0,64<br>(18) | 0,65<br>(26) | 1,02<br>(13) |
| British Airways    | 0,62<br>(21) | 0,48<br>(29) | 1,23<br>(9)  | 0,2<br>(36)  | 1,09<br>(12) | 0,31<br>(43) | 0,65<br>(15) | 0,28<br>(41) | 0,65<br>(27) | 1,15<br>(8)  |
| Aeroflot           | 0,71<br>(20) | 0,41<br>(35) | 1,1<br>(16)  | 0,22<br>(35) | 0,59<br>(37) | 0,38<br>(39) | 0,58<br>(25) | 0,32<br>(36) | 0,52<br>(35) | 1,4<br>(1)   |

**Çizelge 3.4 (devam): Süper-SBM-I-C VZA yöntemiyle oluşturulan modeller.**

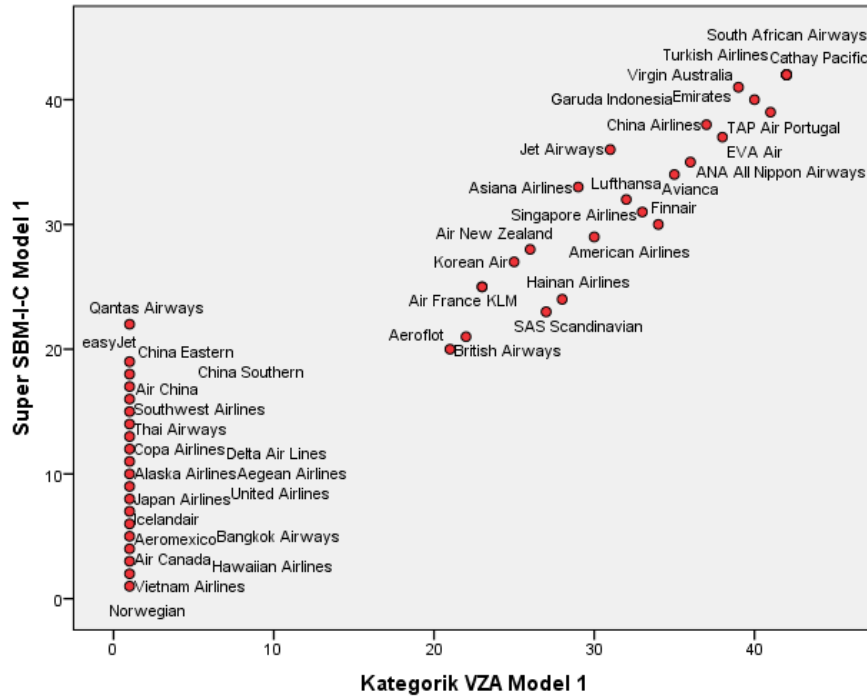
| KVB                    | Model 1      | Model 2      | Model 3      | Model 4      | Model 5      | Model 6      | Model 7      | Model 8      | Model 9      | Model 10     |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Alaska Airlines        | 1,12<br>(11) | 0,53<br>(26) | 1,3<br>(8)   | 0,32<br>(30) | 1,05<br>(13) | 0,63<br>(21) | 0,7<br>(7)   | 0,49<br>(28) | 0,55<br>(32) | 1,17<br>(7)  |
| ANA All Nippon Airways | 0,23<br>(35) | 1,01<br>(16) | 0,57<br>(39) | 0,28<br>(33) | 0,56<br>(40) | 0,27<br>(45) | 0,4<br>(45)  | 0,32<br>(37) | 0,43<br>(44) | 1,23<br>(4)  |
| Emirates               | 0,08<br>(41) | 0,4<br>(38)  | 1,31<br>(7)  | 0,19<br>(38) | 1,29<br>(5)  | 0,31<br>(44) | 0,54<br>(31) | 0,27<br>(42) | 1,25<br>(8)  | 1,19<br>(5)  |
| easyJet                | 1<br>(19)    | 0,41<br>(36) | 1,19<br>(10) | 0,27<br>(34) | 1,02<br>(15) | 1,01<br>(14) | 1,16<br>(1)  | 0,49<br>(29) | 1,27<br>(7)  | 0,7<br>(21)  |
| Hainan Airlines        | 0,55<br>(24) | 1,04<br>(10) | 1,15<br>(12) | 0,32<br>(31) | 0,5<br>(41)  | 0,39<br>(36) | 0,5<br>(35)  | 0,43<br>(31) | 1,11<br>(11) | 1,29<br>(3)  |
| Japan Airlines         | 1,19<br>(8)  | 0,44<br>(32) | 1,01<br>(24) | 0,43<br>(25) | 0,46<br>(45) | 0,45<br>(32) | 0,44<br>(42) | 0,38<br>(33) | 0,55<br>(31) | 1,17<br>(6)  |
| Cathay Pacific         | 0<br>(42)    | 0,6<br>(24)  | 0,61<br>(36) | 0,52<br>(22) | 0,71<br>(29) | 0,38<br>(38) | 0,53<br>(32) | 0,34<br>(34) | 0,69<br>(23) | 0<br>(42)    |
| Garuda Indonesia       | 0,09<br>(40) | 1,03<br>(12) | 0,41<br>(44) | 1,01<br>(13) | 1<br>(20)    | 0,45<br>(31) | 0,42<br>(44) | 0,51<br>(27) | 0,49<br>(38) | 0,17<br>(38) |
| Avianca                | 0,23<br>(34) | 0,41<br>(33) | 0,42<br>(43) | 0,38<br>(26) | 0,49<br>(42) | 0,6<br>(23)  | 0,63<br>(18) | 0,55<br>(25) | 0,45<br>(42) | 0,28<br>(34) |
| Korean Air             | 0,49<br>(27) | 1,03<br>(13) | 1,03<br>(22) | 0,53<br>(21) | 0,85<br>(26) | 1,01<br>(15) | 0,46<br>(41) | 0,78<br>(17) | 1,22<br>(10) | 0,42<br>(28) |
| SAS Scandinavian       | 0,55<br>(23) | 0,44<br>(31) | 0,54<br>(41) | 0,33<br>(29) | 0,46<br>(44) | 0,63<br>(20) | 0,62<br>(21) | 0,54<br>(26) | 0,66<br>(25) | 0,4<br>(30)  |
| Virgin Australia       | 0<br>(42)    | 1,01<br>(15) | 0,62<br>(34) | 0,67<br>(17) | 1<br>(21)    | 0,41<br>(35) | 0,62<br>(22) | 0,49<br>(30) | 0,48<br>(39) | 0<br>(42)    |
| Aeromexico             | 1,27<br>(6)  | 1,18<br>(5)  | 0,32<br>(45) | 85,38<br>(1) | 0,56<br>(38) | 1,1<br>(8)   | 0,64<br>(17) | 1,36<br>(6)  | 0,66<br>(24) | 0,33<br>(33) |
| Norwegian              | 3,69<br>(1)  | 0,49<br>(27) | 0,88<br>(29) | 0,58<br>(18) | 0,67<br>(32) | 2,7<br>(3)   | 0,66<br>(13) | 3,05<br>(1)  | 1,63<br>(5)  | 0,41<br>(29) |
| Jet Airways            | 0,22<br>(36) | 0,63<br>(23) | 0,6<br>(38)  | 1,17<br>(9)  | 0,75<br>(28) | 0,91<br>(16) | 0,71<br>(5)  | 1,01<br>(14) | 0,55<br>(33) | 0,2<br>(37)  |
| Singapore Airlines     | 0,28<br>(31) | 0,77<br>(19) | 1,11<br>(15) | 0,51<br>(24) | 1,14<br>(7)  | 0,33<br>(42) | 0,46<br>(40) | 0,57<br>(21) | 1,23<br>(9)  | 0,55<br>(24) |
| Air New Zealand        | 0,49<br>(28) | 0,69<br>(22) | 0,76<br>(30) | 0,51<br>(23) | 0,78<br>(27) | 0,49<br>(28) | 0,55<br>(28) | 0,58<br>(20) | 0,47<br>(41) | 0,82<br>(17) |
| Copa Airlines          | 1,1<br>(13)  | 0,7<br>(21)  | 1,36<br>(5)  | 0,55<br>(19) | 0,88<br>(25) | 0,58<br>(24) | 0,68<br>(9)  | 0,56<br>(23) | 0,51<br>(37) | 1,06<br>(12) |
| Thai Airways           | 1,09<br>(15) | 2,3<br>(1)   | 5,43<br>(1)  | 0,38<br>(27) | 6,27<br>(1)  | 0,46<br>(30) | 0,44<br>(43) | 2,57<br>(2)  | 5,99<br>(1)  | 0,14<br>(40) |
| Asiana Airlines        | 0,26<br>(33) | 1,07<br>(7)  | 0,56<br>(40) | 1,18<br>(8)  | 0,56<br>(39) | 1,1<br>(9)   | 0,48<br>(36) | 1,04<br>(11) | 1,1<br>(12)  | 0,28<br>(36) |
| Vietnam Airlines       | 1,52<br>(2)  | 0,77<br>(20) | 0,49<br>(42) | 1,07<br>(11) | 0,65<br>(33) | 4,09<br>(1)  | 0,65<br>(14) | 0,8<br>(15)  | 3,17<br>(3)  | 0,28<br>(35) |
| China Airlines         | 0,13<br>(38) | 1,07<br>(8)  | 1,02<br>(23) | 1,16<br>(10) | 1,12<br>(8)  | 0,57<br>(25) | 0,55<br>(29) | 0,63<br>(19) | 1,01<br>(16) | 0,15<br>(39) |

**Çizelge 3.4 (devam ):** Süper-SBM-I-C VZA yöntemiyle oluşturulan modeller.

| KVB                   | Model 1      | Model 2      | Model 3      | Model 4      | Model 5      | Model 6      | Model 7      | Model 8      | Model 9      | Model 10     |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TAP Air Portugal      | 0,1<br>(39)  | 1,03<br>(11) | 1,05<br>(21) | 2,01<br>(3)  | 1,12<br>(10) | 1,15<br>(7)  | 0,68<br>(8)  | 1,35<br>(8)  | 1,28<br>(6)  | 0,02<br>(41) |
| Finnair               | 0,3<br>(30)  | 1,01<br>(17) | 0,75<br>(31) | 0,9<br>(16)  | 0,92<br>(24) | 0,48<br>(29) | 0,6<br>(24)  | 0,56<br>(22) | 0,51<br>(36) | 0,38<br>(31) |
| EVA Air               | 0,18<br>(37) | 1,06<br>(9)  | 0,61<br>(35) | 1<br>(14)    | 1<br>(22)    | 0,39<br>(37) | 0,47<br>(39) | 0,42<br>(32) | 0,48<br>(40) | 0,42<br>(27) |
| Aegean Airlines       | 1,15<br>(10) | 1,99<br>(2)  | 1,14<br>(13) | 2,15<br>(2)  | 1,65<br>(2)  | 1,25<br>(6)  | 0,53<br>(33) | 1,39<br>(5)  | 0,52<br>(34) | 0,36<br>(32) |
| Hawaiian Airlines     | 1,49<br>(3)  | 0,81<br>(18) | 1,75<br>(3)  | 0,53<br>(20) | 1,02<br>(14) | 0,86<br>(17) | 0,63<br>(19) | 0,78<br>(16) | 0,63<br>(28) | 0,78<br>(18) |
| South African Airways | 0<br>(42)    | 1,09<br>(6)  | 1,11<br>(14) | 1,29<br>(7)  | 1,3<br>(4)   | 0,55<br>(26) | 0,54<br>(30) | 1,1<br>(9)   | 0,44<br>(43) | 0<br>(42)    |
| Bangkok Airways       | 1,44<br>(5)  | 1,37<br>(4)  | 1,18<br>(11) | 1,38<br>(6)  | 1,12<br>(9)  | 1,04<br>(12) | 0,65<br>(16) | 1,35<br>(7)  | 1,01<br>(17) | 0,75<br>(19) |
| Icelandair            | 1,26<br>(7)  | 1,76<br>(3)  | 1,42<br>(4)  | 1,39<br>(5)  | 1,42<br>(3)  | 1,06<br>(10) | 0,61<br>(23) | 1,57<br>(3)  | 0,41<br>(45) | 0,59<br>(23) |

Çizelge 3.4 süper aylak değişken esaslı ( Süper SBM ) VZA yöntemiyle oluşturulmuş 10 modele ait etkinlik skorlarını ve bu etkinlik skorlarına göre şirketlerin sıralarını içermektedir. Şirket sıraları etkinlik skorlarının olduğu hücrelerde parantez içinde gösterilmektedir. Bu yöntem uygulanırken, kategorik VZA yönteminde kullanılan girdi ve çıktılar, bu yöntemin modellerinin de girdi ve çıktılarını oluşturmuştur. Oluşturulan bu modeller sonucunda üç ana boyut altında elde edilen etkinlik skorlarıyla etkin olan şirketler belirlenmiştir.

Sonraki aşamada ise kategorik VZA yöntemiyle elde edilen VZA model 1 ve süper etkinlik modeli ile elde edilen Süper-SBM-I-C model 1 saçılma diyagramında incelenmiştir. şekil 3.4 ile gösterilen diyagramın oluşturulmasındaki amaç iki farklı VZA yöntemi modeliyle elde edilen etkinlik skorlarına göre sıralanmış şirketlerin dağılımlarının nasıl farklılaştığının gözlemlenmesidir.



**Şekil 3.4 :** Süper SBM-I-C model 1 ve Kategorik VZA Model 1 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı.

Aynı girdi ve çıktılar kullanılarak hesaplanmış etkinlik skorlarına göre KVB olan havayolları sıralanmıştır ve her iki yöneme göre elde edilen sıralamalar ile şekil 3.4 gösterilen saçılma diyagramı oluşturulmuştur.

Diyagram incelendiği zaman x ekseninde yer alan kategorik VZA yöntemiyle elde edilen skorlarda bir yığılma görülmektedir. Gözlemlenen bu yığılma kategorik VZA yönteminin şirketleri etkin olan ve olmayan şeklinde ayırmasından kaynaklıdır. Fakat y ekseninde yer alan süper etkinlik hesaplaması yaklaşımıyla elde edilmiş sıralamaları, kategorik yöneme göre çok daha düzgün şekilde sıralandığı görülmektedir. Diyagramdan da görüldüğü üzere kategorik VZA ekseninde 1. sıra birçok şirket tarafından paylaşılmaktadır fakat y eksenini incelendiği zaman veri setinde yer alan şirketler 1 ile 42 arasında sıralanmıştır. Bu yöntem uygulansa bile bazı şirketler yine de aynı sıralamaya sahiplerdir fakat aynı sıralamayı paylaşan sadece 4 şirket olduğu gözlemlenmektedir.

Diyagramdan da anlaşılacağı üzere, kategorik VZA yönteminde sıra numarasını paylaşan çok sayıda şirketin bulunması problemi, süper etkinlik hesaplaması yöntemiyle aşılmıştır ve elde edilen bu bulgular sonucunda çalışmaya süper etkinlik hesaplaması modelleri baz alınarak devam edilmiştir.

### 3.3 Stokastik Sınır Analizi Yöntemiyle Elde Edilen Havayolları Etkinlik Bulguları

Etkinlik ölçümü için kullanılan parametrik yöntemlerden biri olan Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemi, öncelikle kullanılan veri setindeki gözlemlerle En Büyük Olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi ile bir etkinlik sınırı tahmin eder. Sonraki aşamada tahmin edilen etkinlik sınırına göre veri setindeki şirketlerin etkinsizlik skorları veya teknik etkinlik skorları hesaplanır.

Veri seti oluşturulurken hem kategorik VZA hem de SSA yöntemlerinde şirketlerin farklı yönlerden etkinlikleri ile ilgili çıkarımlarda bulunmak için farklı değişkenler dâhil edilmeye çalışılmıştır. Dâhil edilen bu değişkenler diğer bölümlerde de bahsedildiği gibi 3 farklı boyut altında toplanan değişkenlerdir. Çizelge 3.3 oluşturulan 10 farklı modele ait etkinlik skorları yer almaktadır. SSA yaklaşım gereği tek çıktı değişkeni kullanarak etkinlik hesaplayan bir yöntemdir. Elde edilen modellerde bu kısıt faktör analizi yapılması yoluyla ortadan kaldırılmıştır.

SSA Model 1 Ücretli yolcu mesafesini bağımlı değişken olarak şirketlerin finansal açıdan arz ettikleri kapasiteyi ne kadar etkin kullandıklarının bir göstergesi olarak kurulmuştur. SSA Model 6 modeli Borçlanma oranını bağımlı değişken olarak kullanmıştır. Bu model kurulurken şirketlerin sahip oldukları kâr doğrultusunda, borçlanma açısından ne kadar etkin oldukları belirlenmesi amaçlanmıştır. Başka bir deyişle elde ettikleri kâra rağmen borçlanma oranında ne derece etkinler sorusu cevaplanmaya çalışılmıştır. SSA Model 7 ise şirketlerin sahip oldukları filo büyüklüğü, doluluk oranı ve nakti kâra çevirmedeki etkinliklerini ölçmek amacıyla kurulmuştur. SSA Model 9'a geldiğimiz zaman ise şirketlerin nakit, borçlanma yoluyla sağladıkları finansman ve arz ettikleri kapasite sonucunda öz sermayesini yani şirketin ortaklarının koyduğu sermayeyi kâra çevirmede ne derece etkin olduğunun belirlenmesi için oluşturulmuştur.

SSA Model 2 şirketlerin operasyonel açıdan etkinliğini ölçmek için oluşturulmuş bir modeldir. Bu model ile şirketler sahip oldukları nakit ve borçlanma yoluyla elde ettikleri sermayeleri veya yaptıkları yatırımlar sonucunda kapasitelerini doldurmada ne kadar etkin olduklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. SSA Model 5 ile devlet sahipliğinin, taşınan yolcu sayısının, kargo miktarının, personel sayısının gibi değişkenlerin zamanında kalkış performansı üzerin etkisi belirlenmek amaçlanmıştır.

Bu amaç ile şirketlerin girdileri ve devlet sahipliği sonucunda zamanında kalkış oranlarının ne derece etkin olduğu belirlenmiştir.

Pazarlama boyutu için ilk inceleyeceğimiz model SSA Model 3'tür. Bu model ile sahip olunan filo ve personel sayısı ile operasyonel anlamda performans ölçütü olan zamanında kalkış oranı ve emisyon indeksi ile müşteri memnuniyeti yakalayabilme adına hangi şirketlerin etkin olduğu belirlenmek istenmiştir. Havayollarını kullanan yolcuların farklı farklı dikkat ettiği konular vardır. Bu model ile de yolcularını çevrecilik ve zamanında kalkış oranı ile memnun edebilen şirketler belirlenmiştir. SSA Model 8 ise şirketlerin sahip oldukları sermayeleriyle yaptıkları yatırımlar sonucunda müşterilerini memnun edip edemedikleri incelenmiştir. Son olarak da SSA Model 10 ile arz edilen kapasite ve bu kapasitenin kullanımı ile müşteri memnuniyeti etkinliğinde şirketlerin nasıl sıralandığı belirlenmek istenmiştir.

Çizelge 3.5 SSA yöntemiyle oluşturulan tüm modeller sonucu elde edilen etkinlik skorlarını içermektedir. Oluşturulan tüm modellere ait özet tablolar ise ekler kısmında yer almaktadır. Bu tablolarda hangi değişkenlerin kullanıldığı ve hangi değişkenlerin belirlenen bağımlı değişkenler üzerine etkilerinin olduğu açık şekilde anlaşılabilmektedir.

**Çizelge 3.5 : SSA yöntemiyle oluşturulan modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.**

| HAVAYOLU İŞİMLERİ  | SSA Model 1       | SSA Model 2  | SSA Model 3   | SSA Model 4   | SSA Model 5   | SSA Model 6    | SSA Model 7   | SSA Model 8    | SSA Model 9   | SSA Model 10   |
|--------------------|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| American Airlines  | 314865.25<br>(6)  | 0.68<br>(22) | -2.44<br>(55) | -0.49<br>(52) | -4.94<br>(54) | -3.99<br>(32)  | 1.08<br>(2)   | 14.67<br>(5)   | 0.94<br>(23)  | 40.87<br>(1)   |
| Delta Air Lines    | 210507.05<br>(7)  | 7.12<br>(3)  | -1.70<br>(54) | -0.19<br>(48) | -3.55<br>(51) | -14.97<br>(48) | 0.42<br>(10)  | -0.37<br>(30)  | 3.16<br>(14)  | 2.01<br>(27)   |
| United Airlines    | 210158.75<br>(8)  | 0.82<br>(21) | -0.65<br>(46) | -0.12<br>(46) | -4.62<br>(53) | -6.96<br>(37)  | 0.37<br>(13)  | -5.98<br>(43)  | 4.38<br>(8)   | 25.75<br>(2)   |
| Southwest Airlines | 87891.55<br>(16)  | 4.88<br>(6)  | -1.53<br>(53) | -0.10<br>(44) | 0.26<br>(24)  | -13.95<br>(46) | 0.51<br>(7)   | 2.42<br>(23)   | 1.67<br>(17)  | 9.35<br>(13)   |
| China Southern     | 141338.05<br>(13) | 2.08<br>(13) | 0.00<br>(28)  | 0.00<br>(27)  | 3.55<br>(2)   | 16.18<br>(10)  | -0.02<br>(33) | 9.06<br>(12)   | -4.68<br>(48) | -15.84<br>(43) |
| Air China          | 125244.35<br>(14) | 1.35<br>(17) | -0.43<br>(44) | -0.02<br>(36) | 2.43<br>(8)   | 10.69<br>(14)  | 0.03<br>(28)  | 13.41<br>(6)   | -3.28<br>(45) | -0.24<br>(30)  |
| Lufthansa          | 172951.35<br>(10) | 0.06<br>(28) | 0.52<br>(11)  | -0.05<br>(39) | 3.16<br>(4)   | -7.94<br>(40)  | 0.07<br>(26)  | -11.07<br>(53) | 2.84<br>(15)  | -27.15<br>(55) |
| China Eastern      | 98932.55<br>(15)  | 1.76<br>(14) | -0.31<br>(37) | -0.03<br>(37) | 3.29<br>(3)   | 15.51<br>(11)  | -0.03<br>(35) | 12.89<br>(7)   | -5.58<br>(49) | 5.59<br>(19)   |
| Air France         | 153338.15<br>(11) | 5.79<br>(4)  | -0.34<br>(40) | -1.00<br>(54) | 2.52<br>(6)   | -0.36<br>(29)  | 0.31<br>(15)  | -4.09<br>(38)  | 3.30<br>(12)  | -22.59<br>(51) |
| KLM                | 153338.15<br>(12) | 5.79<br>(5)  | -0.71<br>(47) | -1.00<br>(55) | 2.43<br>(7)   | -0.36<br>(30)  | 0.31<br>(16)  | -4.09<br>(39)  | 3.30<br>(13)  | -22.59<br>(52) |

**Çizelge 3.5 (devam) : SSA yöntemiyle oluşturulan modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.**

| HAVAYOLU İŞİMLERİ      | SSA Model 1       | SSA Model 2   | SSA Model 3   | SSA Model 4   | SSA Model 5   | SSA Model 6    | SSA Model 7   | SSA Model 8    | SSA Model 9   | SSA Model 10   |
|------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Air Canada             | 34062.05<br>(22)  | 4.52<br>(7)   | -0.20<br>(32) | -1.34<br>(56) | -2.34<br>(49) | 1.62<br>(26)   | 0.36<br>(14)  | 6.46<br>(14)   | 0.04<br>(29)  | -4.30<br>(33)  |
| Ryanair                | (54)              | 11.93<br>(51) | -1.15<br>(51) | 0.12<br>(14)  | (55)          | -32.85<br>(55) | 1.70<br>(1)   | 14.70<br>(4)   | 10.19<br>(2)  | -21.80<br>(49) |
| Turkish Airlines       | 58705.25<br>(17)  | -1.79<br>(41) | -0.36<br>(41) | 0.26<br>(7)   | -0.57<br>(36) | 13.53<br>(12)  | 0.03<br>(27)  | -5.41<br>(42)  | 0.00<br>(30)  | -21.13<br>(48) |
| LATAM                  | 28298.85<br>(24)  | 0.65<br>(52)  | -1.27<br>(52) | -0.06<br>(40) | 1.84<br>(9)   | 6.25<br>(21)   | 0.00<br>(30)  | 0.00<br>(29)   | -3.09<br>(44) | 16.52<br>(5)   |
| Qantas Airways         | 45017.85<br>(20)  | 3.80<br>(9)   | -0.33<br>(38) | -0.10<br>(45) | -0.76<br>(42) | -6.98<br>(38)  | -0.18<br>(42) | -3.42<br>(37)  | -0.45<br>(32) | 1.70<br>(28)   |
| British Airways        | 58632.35<br>(18)  | 1.45<br>(16)  | 0.89<br>(5)   | 0.09<br>(18)  | 0.36<br>(22)  | -14.85<br>(47) | 0.08<br>(24)  | 3.56<br>(17)   | 1.47<br>(19)  | -21.09<br>(47) |
| Aeroflot               | 45057.95<br>(19)  | -5.86<br>(54) | -0.20<br>(33) | -0.02<br>(35) | -0.85<br>(43) | -1.88<br>(31)  | 0.28<br>(17)  | 12.08<br>(8)   | 0.98<br>(21)  | 7.01<br>(17)   |
| Alaska Airlines        | -18109.40<br>(32) | 1.65<br>(15)  | -0.73<br>(48) | -0.07<br>(42) | -0.58<br>(37) | -16.20<br>(51) | 0.25<br>(20)  | 16.06<br>(3)   | -1.34<br>(38) | 21.44<br>(3)   |
| ANA All Nippon Airways | 17610.05<br>(25)  | -3.88<br>(49) | 0.57<br>(9)   | 0.21<br>(9)   | 1.35<br>(11)  | 0.36<br>(28)   | -0.30<br>(48) | -2.91<br>(36)  | 2.32<br>(16)  | -13.65<br>(41) |
| Emirates               | 187932.45<br>(9)  | 0.65<br>(25)  | 0.01<br>(27)  | 0.15<br>(13)  | -4.20<br>(52) | 7.73<br>(17)   | -0.17<br>(40) | -5.04<br>(41)  | 7.69<br>(4)   | -75.13<br>(58) |
| EasyJet                | -4715.12<br>(29)  | 3.95<br>(8)   | -0.79<br>(50) | 0.00<br>(32)  | -1.15<br>(46) | -21.38<br>(54) | 0.86<br>(3)   | -9.55<br>(49)  | 3.55<br>(11)  | -10.73<br>(39) |
| Hainan Airlines        | 12613.35<br>(26)  | 1.27<br>(19)  | 0.30<br>(19)  | 0.00<br>(28)  | -2.54<br>(50) | 3.33<br>(25)   | 0.63<br>(5)   | 5.35<br>(15)   | 1.17<br>(20)  | -33.38<br>(56) |
| Japan Airlines         | -1141.71<br>(28)  | -4.08<br>(51) | 0.39<br>(14)  | 0.36<br>(4)   | 0.52<br>(17)  | -18.41<br>(52) | 0.26<br>(18)  | -10.63<br>(52) | 8.21<br>(3)   | -17.70<br>(45) |
| jetBlue Airways        | (55)              | 2.21<br>(11)  | -0.27<br>(36) | -0.05<br>(38) | (56)          | -16.09<br>(50) | 0.26<br>(19)  | 2.88<br>(21)   | 0.14<br>(26)  | 4.09<br>(23)   |
| Cathay Pacific         | 38678.95<br>(21)  | 0.31<br>(26)  | 0.42<br>(13)  | 0.01<br>(26)  | -1.14<br>(45) | 0.85<br>(27)   | 0.08<br>(25)  | -9.54<br>(48)  | -0.56<br>(34) | -22.33<br>(50) |
| Qatar Airways          | -95439.91<br>(61) | (57)          | -0.01<br>(29) | (57)          | 8.55<br>(1)   | (57)           | -0.43<br>(52) | (58)           | 13.36<br>(1)  | -42.35<br>(57) |
| Garuda Indonesia       | -27340.45<br>(33) | -3.33<br>(45) | 0.07<br>(25)  | 0.20<br>(11)  | 0.90<br>(15)  | 26.98<br>(6)   | -0.24<br>(45) | -9.03<br>(47)  | -2.99<br>(43) | 7.51<br>(16)   |
| Avianca                | -32579.73<br>(36) | -1.07<br>(35) | -0.26<br>(35) | -0.07<br>(41) | 0.49<br>(19)  | 4.96<br>(22)   | -0.32<br>(49) | 6.80<br>(13)   | -5.61<br>(50) | 14.67<br>(6)   |
| Korean Air             | -12293.22<br>(30) | -3.60<br>(4)  | 1.06<br>(4)   | 0.00<br>(29)  | -0.57<br>(35) | 46.88<br>(2)   | -0.41<br>(51) | 11.49<br>(10)  | -8.10<br>(55) | -9.14<br>(38)  |
| SAS Scandinavian       | -29835.48<br>(35) | 2.10<br>(15)  | 0.39<br>(15)  | -0.18<br>(47) | -0.67<br>(39) | 3.99<br>(24)   | -0.08<br>(37) | -8.67<br>(46)  | -1.27<br>(36) | -0.85<br>(31)  |
| WestJet                | (56)              | -0.32<br>(32) | -0.74<br>(49) | 0.05<br>(24)  | (57)          | -10.98<br>(43) | 0.59<br>(6)   | 2.70<br>(22)   | 0.94<br>(22)  | -2.14<br>(32)  |
| Virgin Australia       | -36973.96<br>(38) | -1.71<br>(38) | -0.41<br>(42) | 0.10<br>(17)  | -0.40<br>(32) | 6.71<br>(19)   | 0.00<br>(31)  | -12.40<br>(54) | -1.42<br>(39) | 3.27<br>(26)   |
| Air Berlin             | (57)              | -3.48<br>(47) | -0.34<br>(39) | -0.68<br>(53) | (58)          | 45.53<br>(3)   | -0.28<br>(46) | 2.20<br>(24)   | -9.76<br>(58) | 4.17<br>(22)   |

**Çizelge 3.5 (devam) : SSA yöntemiyle oluşturulan modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.**

| HAVAYOLU İSİMLERİ     | SSA Model 1       | SSA Model 2    | SSA Model 3   | SSA Model 4   | SSA Model 5   | SSA Model 6    | SSA Model 7   | SSA Model 8    | SSA Model 9    | SSA Model 10   |
|-----------------------|-------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Aeromexico            | -65951.87<br>(50) | -1.47<br>(36)  | 0.48<br>(12)  | -0.02<br>(34) | 0.66<br>(16)  | 7.02<br>(18)   | -0.53<br>(54) | -0.53<br>(31)  | -6.01<br>(51)  | 13.89<br>(9)   |
| Etihad Airways        | 1141.71<br>(27)   | (58)           | (56)          | (58)          | 0.19<br>(25)  | (58)           | (60)          | (59)           | (60)           | (59)           |
| Norwegian             | -29564.32<br>(34) | 11.96<br>(1)   | -0.43<br>(43) | -0.24<br>(49) | -1.54<br>(47) | 4.09<br>(23)   | 0.17<br>(22)  | 1.52<br>(27)   | 0.10<br>(27)   | 9.65<br>(12)   |
| Jet Airways           | -38768.12<br>(39) | -1.56<br>(37)  | 0.02<br>(26)  | 0.21<br>(10)  | 0.15<br>(26)  | 9.45<br>(15)   | -0.30<br>(47) | 3.25<br>(19)   | -7.21<br>(53)  | 3.34<br>(25)   |
| Singapore Airlines    | 30962.85<br>(23)  | 0.65<br>(24)   | 0.85<br>(6)   | 0.08<br>(20)  | -1.00<br>(44) | -7.37<br>(39)  | -0.11<br>(38) | -21.96<br>(57) | 5.19<br>(6)    | -23.69<br>(53) |
| Air New Zealand       | -42187.44<br>(40) | 1.34<br>(18)   | -0.10<br>(31) | 0.02<br>(25)  | -0.07<br>(28) | -9.05<br>(41)  | 0.02<br>(29)  | 2.99<br>(20)   | -2.13<br>(40)  | 0.24<br>(29)   |
| Copa Airlines         | -56049.72<br>(46) | -0.81<br>(34)  | 0.32<br>(17)  | 0.46<br>(3)   | -0.13<br>(29) | -20.14<br>(53) | 0.38<br>(12)  | 1.86<br>(25)   | 0.70<br>(24)   | 4.97<br>(21)   |
| Thai Airways          | -14604.33<br>(31) | -3.14<br>(44)  | 0.13<br>(24)  | 0.16<br>(12)  | -1.60<br>(48) | 13.36<br>(13)  | -0.37<br>(50) | 4.07<br>(16)   | -2.96<br>(42)  | -11.57<br>(40) |
| Asiana Airlines       | -48837.64<br>(43) | -0.21<br>(30)  | 1.20<br>(1)   | 0.06<br>(22)  | 0.51<br>(18)  | 27.03<br>(5)   | -0.48<br>(53) | -0.81<br>(32)  | -7.12<br>(52)  | -17.50<br>(44) |
| Vietnam Airlines      | 4167124.05<br>(5) | -4.05<br>(50)  | 0.31<br>(18)  | -0.01<br>(33) | 3.12<br>(5)   | 7.93<br>(16)   | 0.00<br>(32)  | 11.40<br>(11)  | -7.83<br>(54)  | 14.62<br>(7)   |
| China Airlines        | -33229.11<br>(37) | -3.37<br>(46)  | 0.64<br>(7)   | 0.10<br>(15)  | -0.67<br>(38) | 18.50<br>(9)   | -0.22<br>(43) | -1.59<br>(34)  | -4.59<br>(47)  | 9.01<br>(15)   |
| AirAsia               | (58)              | 1.01<br>(20)   | -0.08<br>(30) | 0.75<br>(1)   | (59)          | -42.62<br>(56) | -0.14<br>(39) | 11.77<br>(9)   | -1.34<br>(37)  | -5.29<br>(36)  |
| TAP Air Portugal      | 6018153.05<br>(2) | -2.45<br>(41)  | 0.28<br>(20)  | 0.10<br>(16)  | 1.10<br>(12)  | 24.26<br>(8)   | -0.80<br>(57) | -1.77<br>(35)  | -9.08<br>(57)  | 16.76<br>(4)   |
| Finnair               | -50059.78<br>(44) | -4.53<br>(52)  | 0.18<br>(22)  | 0.08<br>(21)  | -0.76<br>(41) | -5.00<br>(35)  | 0.71<br>(4)   | -10.49<br>(51) | 3.56<br>(10)   | -4.87<br>(34)  |
| EVA Air               | -42200.87<br>(41) | -2.72<br>(42)  | 0.59<br>(8)   | 0.06<br>(23)  | 0.36<br>(21)  | 6.28<br>(20)   | 0.12<br>(23)  | -1.52<br>(33)  | -1.00<br>(35)  | -14.48<br>(42) |
| Aegean Airlines       | -64934.70<br>(49) | -2.97<br>(43)  | -0.22<br>(34) | 0.00<br>(30)  | -0.30<br>(31) | -4.33<br>(33)  | 0.48<br>(8)   | -20.29<br>(55) | 4.47<br>(7)    | -5.33<br>(37)  |
| Hawaiian Airlines     | -63189.41<br>(48) | 2.42<br>(10)   | 0.17<br>(23)  | -0.27<br>(50) | -0.28<br>(30) | -12.32<br>(45) | 0.24<br>(21)  | 1.86<br>(26)   | 0.05<br>(28)   | 11.70<br>(10)  |
| South African Airways | -50441.03<br>(45) | -6.02<br>(55)  | 1.07<br>(3)   | 0.22<br>(8)   | 1.09<br>(13)  | 59.02<br>(1)   | -0.69<br>(56) | -6.06<br>(44)  | -8.66<br>(56)  | 5.15<br>(20)   |
| Virgin Atlantic       | -46301.44<br>(42) | -0.22<br>(31)  | (57)          | 0.30<br>(5)   | -0.55<br>(34) | -15.61<br>(49) | -0.08<br>(36) | -4.88<br>(40)  | -0.45<br>(33)  | -5.03<br>(35)  |
| Kenya Airways         | -69671.85<br>(52) | -1.97<br>(40)  | (58)          | -0.30<br>(51) | 0.31<br>(23)  | 43.34<br>(4)   | -0.90<br>(58) | 22.58<br>(1)   | -12.39<br>(59) | (60)           |
| Bangkok Airways       | 5852212.05<br>(3) | -4.55<br>(53)  | 1.20<br>(2)   | 0.27<br>(6)   | 0.47<br>(20)  | -5.51<br>(36)  | 0.41<br>(11)  | 0.86<br>(28)   | 6.41<br>(5)    | -26.72<br>(54) |
| AirAsiaX              | -57872.52<br>(47) | 0.26<br>(27)   | (59)          | 0.00<br>(31)  | -0.73<br>(40) | -4.83<br>(34)  | -0.18<br>(41) | -9.65<br>(50)  | -2.52<br>(41)  | 5.85<br>(18)   |
| Air Astana            | 5331779.05<br>(4) | -12.05<br>(56) | (60)          | 0.52<br>(2)   | 1.46<br>(10)  | 26.06<br>(7)   | 0.43<br>(9)   | 16.88<br>(2)   | 1.54<br>(18)   | -20.60<br>(46) |
| Air Transat           | (59)              | (59)           | -0.48<br>(45) | (59)          | (60)          | (59)           | -1.28<br>(59) | (60)           | 3.86<br>(9)    | 9.06<br>(14)   |
| Icelandair            | -67795.38<br>(51) | -0.58<br>(33)  | 0.19<br>(21)  | 0.09<br>(19)  | -0.40<br>(33) | -11.93<br>(44) | -0.03<br>(34) | -6.36<br>(45)  | -0.12<br>(31)  | 11.60<br>(11)  |

**Çizelge 3.5 (devam) : SSA yöntemiyle oluşturulan modellere ait etkinlik skorları ve sıralamaları.**

| HAVAYOLU İSİMLERİ  | SSA Model 1       | SSA Model 2   | SSA Model 3  | SSA Model 4   | SSA Model 5  | SSA Model 6   | SSA Model 7   | SSA Model 8    | SSA Model 9   | SSA Model 10 |
|--------------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| SriLankan Airlines | -72596.40<br>(53) | (60)          | 0.34<br>(16) | (60)          | 0.97<br>(14) | (60)          | -0.64<br>(55) | (61)           | -3.58<br>(46) | 13.90<br>(8) |
| Air Mauritius      | 8048035.05<br>(1) | -0.06<br>(29) | 0.57<br>(10) | -0.07<br>(43) | 0.07<br>(27) | (61)          | -0.23<br>(44) | -20.90<br>(56) | 0.58<br>(25)  | 3.69<br>(24) |
| Juneyao Airlines   | (60)              | (61)          | (61)         | (61)          | (61)         | -9.38<br>(42) | (61)          | 3.51<br>(18)   | (61)          | (61)         |
| Ortanca            | 82949.96          | 80.19         | 7.41         | 8.00          | 88.68        | 48.03         | 0.51          | 40.79          | 11.21         | 43.53        |

Çizelge 3.5 SSA yöntemi ile oluşturulan 10 modele ait etkinlik skorları ve her modelin etkinlik skorlarının Ortanca değeri verilmiştir. Çizelge 3.5 yer alan etkinlik skorları, şirketlerinin hangilerinin etkin hangilerinin etkin olmayan olduğunun alşalılabilmesi için etkinlik skorlarının ortancalardan farkları alınarak oluşturulmuştur. SSA yöntemi yaklaşımı gereği şirketleri etkin olan ve olmayan olarak ayırma yapar, şirketlerin etkinlik sınırına görece uzaklıklarını verir. Bu çalışmada uç değerlerden etkilenmeyen berk ortalamalardan olan medyan değeri şirketleri etkin olan ve olmayan olarak ayırmak için kullanılmıştır. Teknik etkinlik skorları pozitif olanlar ortalamanın üzerinde, negatif olanlar ise ortalamanın altında etkinlik skorlarına sahip şirketlerdir. Ayrıca şirketlere ait teknik etkinlik skorlarının ortancadan farklarının alınarak elde edilen değerlerinin yanında, etkinlik skorlarına göre sıralama yapıldıktan sonra kaçınıcı sırada oldukları parantez içinde verilmiştir.

Oluşturulan modellerden SSA Model 4 detaylı olarak incelencek olursa: Çizelge 3.4 görüldüğü üzere verilen modelde girdi olarak Yük Faktörü, Öz Sermaye Kârlılığı, Net Kâr Marjı, Faaliyet Kâr Marjı ve Kısa Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı değişkenleri kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak da, SSA yönteminin yaklaşımı gereği tek değişken Genel Skor değişkeni kullanılmıştır. Girdi olarak kullanılan değişkenlerin yer aldığı veri seti öncelikli olarak Bloomberg Veri Tabanından alınan şirketlere ait verilerle oluşturulmuş daha sonra şirketlere ait boş hücreler şirketlerin yıllık raporlarında paylaştığı veriler le doldurulmuştur. Çıktı değişkeni olarak kullanılan değişken ise Skytrax şirketine ait internet ortamında yapılan müşteri memnuniyeti anketlerinden elde edilmiştir. Çizelge 3.6 verilen modeli sözel olarak açıklayacak olursak, şirketlerin sahip olduğu doluluk oranı yani kapasite kullanımları,

mevcut kârlılık oranları ve kısa vadeli borç karşılayabilme güçleri ile müşteri memnuniyeti açısından ne derece etkin oldukları karşılaştırılmak istenmiştir. Diğer bir deyişle şirketler faaliyetlerinden ve borçlanma yoluyla elde ettikleri finansman kaynaklarını, hizmet verdikleri müşterileri memnun etmek açısından ne kadar etkin olduklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Girdi olarak kullanılan değişkenler sürekli değişkenler olup, çıktı olarak kullanılan Genel Skor değişkeni 10’lu skalada yolculara sorularak şirketlerden memnuniyetlerini 1 – 10 arasında belirtmeleri istenmiştir.

STATA 12 paket programıyla elde edilen model Çizelge 3.6’da yer almaktadır.

**Çizelge 3.6 : SSA model 4’e ait çıktılar**

| Genel Skor (Bağımlı Değişken)                                                 | Katsayı  | Standart Hata | Z        | P>  Z | %95 Güven Aralığı |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|----------|-------|-------------------|----------|
| Yük Faktörü                                                                   | -0.01    | 0.00          | -901.45  | 0.00  | -0.01             | -0.01    |
| Öz Sermaye Kârlılığı                                                          | -0.01    | 0.00          | -5936.31 | 0.00  | -0.01             | -0.01    |
| Net Kâr Marjı                                                                 | 0.06     | 0.00          | 6096.27  | 0.00  | 0.06              | 0.06     |
| Faaliyet Kâr Marjı                                                            | -0.03    | 0.00          | -1208.01 | 0.00  | -0.03             | -0.03    |
| Kısa Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı                                 | 0.54     | 0.00          | 1151.63  | 0.00  | 0.54              | 0.54     |
| Sabit Terim                                                                   | 9.18     | 0.00          | 8366.67  | 0.00  | 9.18              | 9.19     |
| /lnsig2v                                                                      | -32.74   | 316.23        | -0.10    | 0.92  | -652.53           | 587.05   |
| /lnsig2u                                                                      | 1.55     | 0.19          | 8.22     | 0.00  | 1.18              | 1.92     |
| sigma_v                                                                       | 0.00     | 0.00          |          |       | 0.00              | 3.0E+127 |
| sigma_u                                                                       | 2.17     | 0.21          |          |       | 1.81              | 2.6E+00  |
| sigma2                                                                        | 4.73     | 0.89          |          |       | 2.98              | 6.5E+00  |
| lambda                                                                        | 27900000 | 0.21          |          |       | 27900000          | 2.8E+07  |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 12.87 Prob>=chibar2 = 0.000 |          |               |          |       |                   |          |

SSA modeli oluşturulurken yarı-normal dağılım (half-normal distribution) kullanılmıştır. Modelde kullanılan açıklayıcı değişkenlerin tek tek katsayılarının anlamlılığına baktığımız zaman  $P > |z|$  sütunundan kullanılan tüm açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken olan Genel Skor değişkeni üzerinde anlamlı etkilerinin olduğunu söyleyebiliriz. Başka bir deyişle Yük Faktörü, Öz Sermaye Kârlılığı, Net Kâr Marjı, Faaliyet Kâr Marjı ve Kısa Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı açıklayıcı değişkenleri Genel Skor değişkeniyle temsil edilen müşteri memnuniyeti

üzerinde anlamlı etkiye sahiptir. Ayrıca tablonun en alt satırında yer alan ki-kare istatistiğini incelediğimiz zaman buradaki değerin modelin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığı hakkında çıkarımda bulunabiliriz. Ki-kare değeri 0'a ne kadar yakın olursa oluşturduğumuz modelin bir bütün olarak anlamlı olduğunun bilgisini verir.

Katsayılara baktığımız zaman hem negatif hem de pozitif yönlü katsayıların olduğunu görmekteyiz. Genel Skor bağımlı değişkeni üzerine Yük Faktörü, Öz Sermaye Kârlılığı, Faaliyet Kâr Marjı açıklayıcı değişkenlerinin negatif yönlü etkisi vardır. Başka bir deyişle şirketlerin doluluk oranları arttıkça kârlılık oranlarının artacağı kestiriminde bulunabiliriz ve bu yaşanan artış müşteri memnuniyeti üzerinde negatif yönlü bir etkiye sahiptir. Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı değişkeni ve Net Kâr Marjı değişkenleri de müşteri memnuniyeti üzerine pozitif yönlü etkiye sahiptir. Günlük konuşma dilinde bir yorum yapacak olursak şirketler daha fazla finansman kaynağı elde ettikçe müşteri memnuniyet düzeylerini arttırmada daha başarılı hale geleceklerdir.

SSA yöntemiyle pazarlama boyutunda şirketlerin etkinliklerini incelemek adına oluşturulan model sonucu tahmin edilen teknik etkinlik skorları Çizelge 3.7'de yer almaktadır:

**Çizelge 3.7 : SSA model 4 ile elde edilen teknik etkinlik skorları**

| Havayolu İsmi          | Teknik Etkinlik Skoru | Havayolu İsmi    | Teknik Etkinlik Skoru | Havayolu İsmi      | Teknik Etkinlik Skoru |
|------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| AirAsia                | 8.749                 | Finnair          | 8.076                 | Air China          | 7.976                 |
| Air Astana             | 8.516                 | Asiana Airlines  | 8.064                 | China Eastern      | 7.975                 |
| Copa Airlines          | 8.456                 | EVA Air          | 8.06                  | jetBlue Airways    | 7.952                 |
| Japan Airlines         | 8.355                 | WestJet          | 8.046                 | Lufthansa          | 7.946                 |
| Virgin Atlantic        | 8.302                 | Air New Zealand  | 8.02                  | LATAM              | 7.937                 |
| Bangkok Airways        | 8.268                 | Cathay Pacific   | 8.013                 | Avianca            | 7.931                 |
| Turkish Airlines       | 8.262                 | China Southern   | 8                     | Alaska Airlines    | 7.93                  |
| South African Airways  | 8.223                 | Hainan Airlines  | 8                     | Air Mauritius      | 7.928                 |
| ANA All Nippon Airways | 8.214                 | Korean Air       | 8                     | Southwest Airlines | 7.901                 |
| Jet Airways            | 8.211                 | Aegean Airlines  | 8                     | Qantas Airways     | 7.896                 |
| Garuda Indonesia       | 8.196                 | AirAsiaX         | 8                     | United Airlines    | 7.879                 |
| Thai Airways           | 8.159                 | easyJet          | 7.996                 | SAS Scandinavian   | 7.821                 |
| Emirates               | 8.151                 | Vietnam Airlines | 7.992                 | Delta Air Lines    | 7.815                 |
| Ryanair                | 8.123                 | Aeromexico       | 7.985                 | Norwegian          | 7.757                 |
| China Airlines         | 8.103                 | Aeroflot         | 7.983                 | Hawaiian Airlines  | 7.726                 |

**Çizelge 3.7 (devam) : SSA model 4 ile tahmin edilen teknik etkinlik skorları**

|                    |       |  |  |                   |       |
|--------------------|-------|--|--|-------------------|-------|
| TAP Air Portugal   | 8.103 |  |  | Kenya Airways     | 7.7   |
| Virgin Australia   | 8.095 |  |  | American Airlines | 7.513 |
| British Airways    | 8.092 |  |  | Air Berlin        | 7.317 |
| Icelandair         | 8.09  |  |  | Air France        | 7     |
| Singapore Airlines | 8.079 |  |  | KLM               | 7     |
|                    |       |  |  | Air Canada        | 6.662 |

Bu modele ait tahmin edilen teknik etkinlik skorları sonucunda havayolu şirketleri sıralanmıştır. Saçılma diyagramları oluşturulurken şirketlerin sıralamalarına göre ortalaması alınarak yorum yapılmıştır. Bu grafik yorumlanırken de aynı şekilde orta sırada olan şirket temel alınarak yorum yapılmıştır. 28. Sırada bulunan Hainan Airlines bu tablonun ortancası olarak kabul edilmiştir ve oluşturulan grafik ile kırılmalar incelenerek bu şirketin üst ve alt tarafında kalan 7 havayolu ortalama etkinliğe sahip havayolu olarak listelenmiştir. Tablonun solundaki sütunda kalan havayolları görece etkin ve en sağındaki sütunda listelenen havayolları ise görece etkin olmayan havayolları olarak tabloda yer almıştır.

Yapılan literatür çalışmasında SSA yöntemi, parametrik yöntemler arasında etkinlik skoru hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntem temel olarak bir sınır oluşturma ve bu sınıra göre şirketlerin etkinsizliklerini hesaplama yaklaşımı ile çalışır. Fakat Stata 12 de yer alan bir kod yardımıyla bu çalışmada şirketler etkinsizlik skorları ile değil, elde edilen etkinlik skorları ile değerlendirilmiştir.

Üç farklı ana boyut altında mevcut değişkenlerle toplam 10 adet model elde edilmiş ve bu modeller oluşturulurken şirketlerin farklı girdi ve çıktılarıyla, farklı açılardan etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen modellerin bu amaç ile örtüşecek sonuçlar verip vermediği ise modellere göre şirketlerin sıralamaları ile spearman sıra korelasyon katsayısı hesaplanarak kontrol edilmiştir. VZA modelleri ile oluşturulan tablonun aynısı SSA yöntemleriyle de oluşturulmuş ve çizelge 3.8’de yer almaktadır.

**Çizelge 3.8 : SSA ile oluşturulan modellere ait spearman sıra korelasyon katsayısı tablosu**

| Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 | Model 5 | Model 6 | Model 7 | Model 8 | Model 9 | Model 10 |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Model 1                            | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
| Model 2                            | 0.53*   | 1       |         |         |         |         |         |         |         |          |
| Model 3                            | -0.46*  | -0.54*  | 1       |         |         |         |         |         |         |          |
| Model 4                            | -0.35*  | -0.54*  | 0.47*   | 1       |         |         |         |         |         |          |
| Model 5                            | -0.24   | -0.19   | 0.19    | 0.13    | 1       |         |         |         |         |          |
| Model 6                            | -0.13   | -0.43*  | 0.25    | 0.02    | 0.30*   | 1       |         |         |         |          |
| Model 7                            | 0.35*   | 0.33*   | -0.43*  | -0.15   | -0.31*  | -0.56*  | 1       |         |         |          |
| Model 8                            | 0.05    | 0.11    | -0.27   | -0.13   | 0.12    | 0.14    | 0.07    | 1       |         |          |
| Model 9                            | 0.28*   | 0.24    | -0.20   | 0.05    | -0.25   | -0.64*  | 0.60*   | -0.30*  | 1       |          |
| Model 10                           | -0.19   | -0.02   | -0.27*  | -0.32*  | -0.07   | 0.05    | -0.18   | 0.18    | -0.47*  | 1        |

Korelasyon tablosunu incelediğimiz zaman yıldızlı olarak işaretlenmiş korelasyon değerleri, sıfır hipotezi olan iki değişkenin birbirinden bağımsız olduğu savını reddeder. Başka bir deyişle yıldızlı olarak işaretli modeller arasında korelasyon vardır ve anlamlıdır. Fakat tabloyu incelediğimiz zaman en yüksek korelasyonunun 0.64 olduğunu ve negatif yönlü olduğunu görmekteyiz. Tabloyu özetleyecek olursak SSA yöntemi ile oluşturduğumuz 10 modelde havayolları farklı olarak sıralanmaktadır. Buradan da elde ettiğimiz 10 modelin havayollarını sıralamada farklı açılardan başarılı olduğunu ve havayolları farklı boyutlara göre sıralandığı zaman etkinlik sıralarının değiştiği çıkarımını elde edebiliriz.

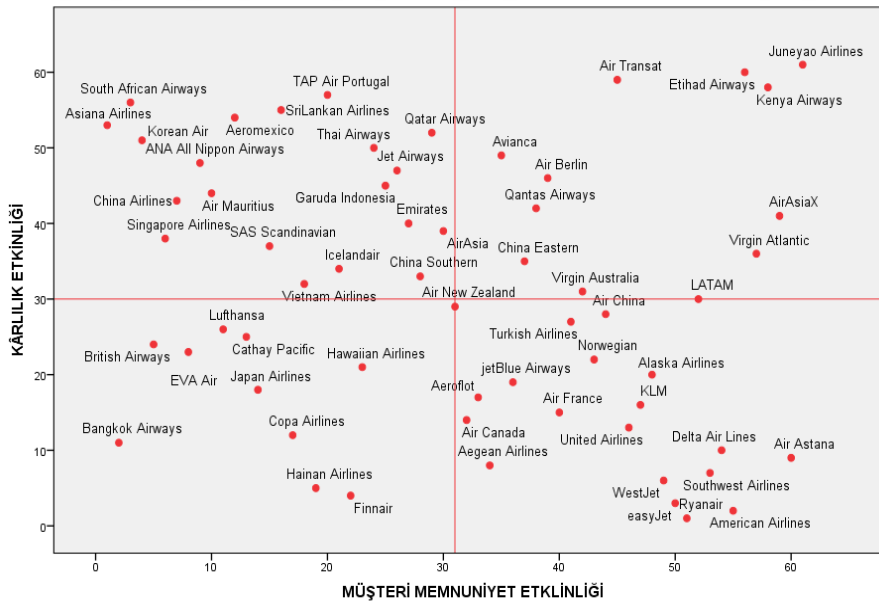
SSA, süper etkinlik hesaplaması modeli ve kategorik VZA yöntemleriyle oluşturulan modeller ile ilgili özet tablolar ekler kısmında yer almaktadır. Bu tablolarda yöntemler kullanılan girdiler ve çıktılar ve yöntem sonucu elde edilen etkinlik skorları yer almaktadır.

Kategorik VZA yönteminde elde edilen etkinlik sıralamaları ile farklı boyutlardaki modellerin karşılaştırılması yapıldığı gibi SSA yöntemiyle elde edilen modeller de saçılma diyagramında karşılıklı olarak incelenmiştir. Bu incelemenin amacı şirketlerin

farklı boyutlardaki etkinliklerinin modeller bazında nasıl değiştiğinin belirlenmesi ve bir boyutta etkin olan şirketin diğer boyutlarda etkin olup olmama durumunun gözlemlenmesidir.

SSA yöntemi yaklaşımı gereği birden çok girdi ve tek bir çıktı kullanarak etkinlik skoru hesaplayan parametrik bir yöntemdir. Veri setinde yer alan 62 havayolu ile öncelikli olarak SSA Model 7 (Kârlılık Etkinliği) modeli hesaplanmıştır. Bu modeli hesaplamadaki temel düşünce şirketlerin sahip oldukları nakit ve nakit benzerleri, uçak sayıları ve doluluk oranları ile kâr elde etme açısından ne kadar etkin olduklarının belirlenmesidir.

Havayolu şirketleri de diğer endüstrilerdeki şirketler gibi faaliyetlerini borçlanma ve faaliyetleri sonucu elde ettikleri kâr ile finanse ederler. SSA Model 4 ( Müşteri Memnuniyeti Etkinliği ) oluşturulurken şirketlerin sahip oldukları doluluk oranı, sağladıkları kâr ve kısa vadeli yükümlülüklerini, müşteri memnuniyeti elde etme açısından ne kadar etkin kullandıklarının belirlenmesi amacıyla oluşturulmuştur. SSA Model 4 ve SSA Model 7 farklı açılardan havayollarının etkinliklerini ölçmede kullanılmıştır. Şekil 3.5 ise havayollarının iki farklı açıdan etkinliklerinin karşılaştırılması amacıyla oluşturulmuştur.



**Şekil 3.5 : SSA model 4 ve SSA model 7 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı**

Yukarıda verilen serpilme diyagramında sırasıyla X ekseninde finansal girdilerden oluşan Genel Müşteri Memnuniyet Skoru pazarlama çıktısı ve Y ekseninde ise finansal girdilerden Kârlılık Oranı finansal çıktısı yer almaktadır. Genel Müşteri Memnuniyeti

açısından etkinlik skoru hesaplanırken girdi değişkenlerini Yük Faktörü, Öz Sermaye Kârlılığı, Net Kâr Marjı, Faaliyet Kâr Marjı ve Kısa Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı değişkeni oluştururken çıktı olarak Genel Skor değişkeni oluşturmuştur. Kârlılık Oranı etkinlik skoru hesaplanmasında ise Filo Büyüklüğü, Yük Faktörü, Cari Oran, Likit (Asit Test) Oranı ve Nakit (Hazır Değerler) Oranı değişkenleri girdi olarak kullanılırken, Faaliyet Kâr Marjı, Net Kâr Marjı, Aktif Kârlılık ve Öz Sermaye Kârlılığı değişkenleriyle Faktör Analizi yapılması sonucu elde edilen Kârlılık oranı değişkeni çıktı olarak kullanılmıştır. Eksenlerin ortalamalarına göre serpilme diyagramı dört bölgeye ayrılmıştır. Bu diyagram stokastik sınır analizi yöntemiyle hesaplanan teknik etkinlik skorlarına göre sıralanmış havayollarından oluşmaktadır. Bu ve bu bölümde yer alan diğer diyagramların oluşturulmasındaki amaç bir açıdan etkinliğe sahip havayollarının başka bir açıdan da etkin olup olmadığı hakkında bilgi sahibi olmaktır.

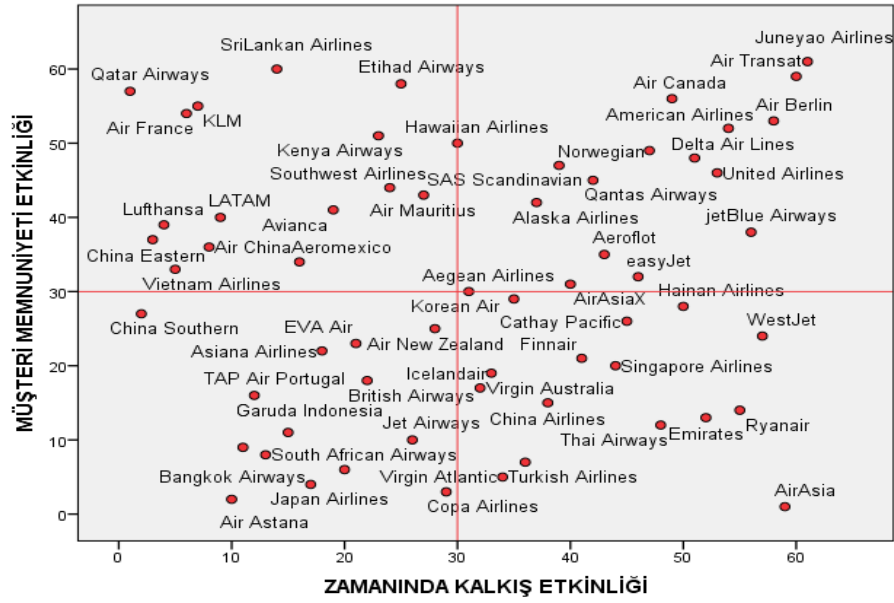
Diyagramı yorumlarken dikkat etmemiz gereken nokta bu diyagramın en etkin havayolunun ilk sırada olduğu ve görece etkin olmayan havayolunun ise son sırada yani 62. sırada olduğudur. X ve Y eksenlerinin ortalamaları üstünde kalan yani 31. sırada ve bunun üzerindeki sıralamalarda olan; Bangkok Airways, British Airways, EVA Air, Lufthansa, Cathay Pacific, Japan Airlines, Copa Airlines, Hainan Airlines, Finnair, Air New Zealand ve Hawaiian Airlines hem müşteri memnuniyeti açısından hem de finansal açıdan etkin havayolları olarak gruplanmıştır. Juneyao Airlines, Air Transat, Ethiad Airways, Kenya Airways, Avianca, Air Berlin, Qantas Airways, AirAsiaX, Virgin Atlantic ve China Eastern havayolları ise ne müşteri memnuniyeti açısından ne de finansal açıdan etkin havayolları grubuna girememişlerdir. South African Airways, TAP Air Portugal, Asiana Airlines, Aeromexico, SriLankan Airlines, Qatar Airways, Korean Air, Thai Airways, ANA All Nippon Airways, Jet Airways, China Airlines, Air MAuritius, Garuda Indonesia, Singapore Airlines, Sas Scandinavian, Emirates, AirAsia, Icelandair ve Vietnam Airlines pazarlama açısından ortalamanın üzerinde bir etkinlik değerine sahipken finansal açıdan etkinlikleri ortalamanın üzerine çıkamamıştır. Son olarak Air China, Turkish Airlines, Norwegian, JetBlue Airways, Alaska Airlines, Aeroflot, Air France, KLM, Air Canada, Aegean Airlines, United Airlines, Delte Airlines, Air Astana, Westjet, Southwest Airlines, Ryanair, EasyJet ve American Airlines finansal açıdan ortalamanın üzerinde etkinlik

skoru sahibi havayolları iken müşteri memnuniyeti açısından ortalamanın üzerinde bir etkinlik skoru elde edememiştir.

Özetleyecek olursak bir havayolunun finansal açıdan kaynaklarını etkin kullanması bu havayolunun aynı oranda müşteri memnuniyeti açısından da etkin olduğu anlamına gelmemektedir. Aynı şekilde müşteri memnuniyeti etkinliği yüksek olan bir havayolunun finansal açıdan etkin olduğu çıkarımı yapılamamaktadır.

Genelleme yapacak olursak likidite oranlarında 0.50 ve üzeri, kârlılık oranlarında 5 ve üzeri, kapasitesini ortalama %81'ini doldurabilen, filosunda ortalama 170 uçağa sahip ve Skytrax müşteri memnuniyeti anketinden Genel Skor değişkeni bazında 6 ve üzeri puan alabilmiş şirketlerin müşteri memnuniyeti ve finansal açıdan etkin oldukları belirlenmiştir.

İlk olarak şirketlerin kaynaklarını etkin kullanıp finansal açıdan ve pazarlama açısından etkin olup olmadıklarıyla alakalı çıkarımlarda bulunuldu. Bu bölümde ise SSA Model 4 ( Müşteri Memnuniyeti Etkinliği ) ile SSA Model 5 ( Zamanında Kalkış Etkinliği ) değişkenleri bazından şirketler incelenmiştir. SSA Model 5'in önceki diyagram açıklanırken oluşturulma amacına değinilmişti. SSA Model 5 ise havayollarının arz ettikleri kapasite, taşıdıkları yolcu sayısı ve kargo miktarı sonucu elde ettikleri doluluk oranı ve devlet tarafından şirketin ne kadarına sahip olunduğu sonucunda yakalayabildikleri zamanında kalkış performansı açısından etkinlikleri tahmin edilmiştir. Şirketlerin doluluk oranı arttığı veya devlet sahipliği oranının değişkenlik gösterdiği durumlarda zamanında kalkış etkinlikleri nasıl sıralanır sorusunun cevabını bulmak amaçlandı. Şirketler iki model bazında da etkinlikleri hesaplandıktan sonra bazı şirketlerin daha fazla müşteri elde edebilmek için reklamlarında bile kullandığı zamanında kalkış etkinliği açısından etkin olmalarının, müşteri memnuniyeti açısından bir etkinlik kaybı yaratıp yaratmadığının sorusu arandı. Şekil 3.6 verilen diyagram ile şirketler iki boyut açısından değerlendirilmiştir.



**Şekil 3.6 : SSA model 4 ve SSA model 5 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı**

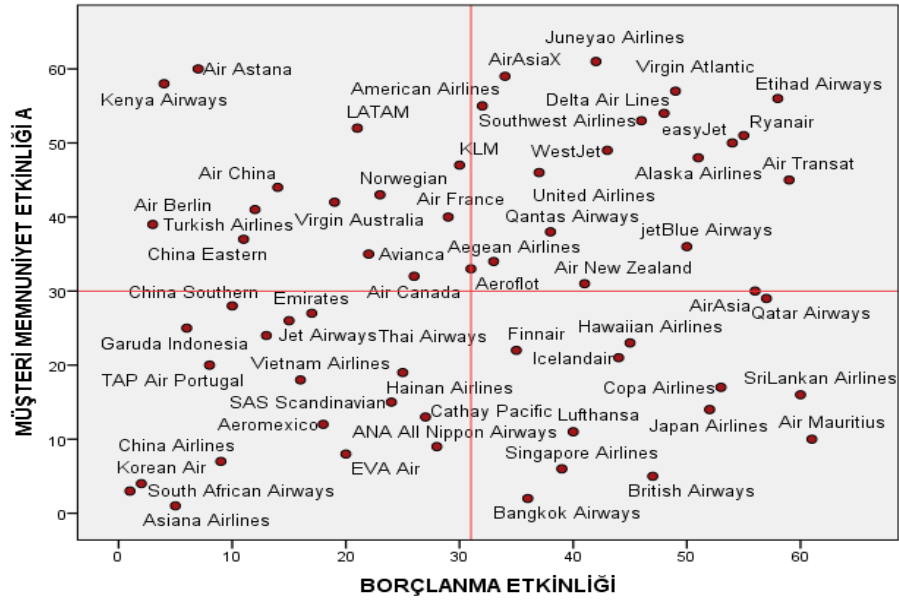
Genel Müşteri Memnuniyeti açısından etkinlik skoru hesaplanırken girdi değişkenlerini Yük Faktörü, Öz Sermaye Kârlılığı, Net Kâr Marjı, Faaliyet Kâr Marjı ve Kısa Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı değişkeni oluştururken çıktı olarak Genel Skor değişkeni oluşturmuştur. Zamanında Kalkış Etkinliği hesaplanmasında ise Taşınan Yolcu Sayısı, Yük Faktörü, Personel Sayısı, Toplam Devlet Sahiplik Oranı Arz Edilen Koltuk-Kilometre (ASK) ve Taşınan Kargo miktarı değişkenleri girdi olarak ve Zamanında Kalkış Performansı değişkeni ise çıktı olarak kullanılmıştır. Hem operasyonel hem de müşteri memnuniyeti açısından etkin olan havayollarına baktığımız zaman: Bangkok Airways, Air Astana, Japan Airlines, South African Airways, Virgin Atlantic, Jet Airways, Garuda Indonesia, TAP Air Portugal, British Airways, Asiana Airlines, Air New Zealand, China Southern, EVA Air ve Korean Air. Juneyao Airlines, Air Transat, Air Canada, Air Berlin, Norwegian, Delta Airlines, SAS Scandinavian, Qantas Airways, Alaska Airlines, JetBlue Airways, Aeroflot, EasyJet, Aegean Airlines ve AirAsiaX havayolları ne Müşteri Memnuniyeti ne de Zamanında Kalkış Etkinliği açısından ortalamanın üzerine çıkamamışlardır. SriLankan Airlines, Ethiad Airways, Qatar Airways, Air France, KLM, Kenya Airways, Hawaian Airlines, Southwest Airlines, Ait Mauritius, Avianca, LATAM, Lufthansa, China Eastern, Air China, Aeromexico ve Vietnam Airlines operasyonel açıdan etkin havayolları iken müşteri memnuniyeti açısından etkinlik ortalamasının altında kalmışlardır. Aegean Airlines, Hainan Airlines, Cathay Pacific, WestJet, Finnair, Icelandair, Singapore Airlines, Virgin Australia, China Airlines, Thai Airways, Emirates, Rynair, Turkish

Airlines, Virgin Atlantic ve AirAsia ise müşteri memnuniyeti açısından etkin fakat operasyonel olarak zamanında kalkış performansı açısından etkinlik ortalamasının üzerinde olabilmeyi başaramamışlardır.

Genel bir yorum yapacak olursak zamanında kalkış performansı olarak ortalama %80 ve üzeri, Skytrax müşteri memnuniyeti Genel Skor değişkeninden ise 7 ve üzeri müşteri memnuniyeti puanı alan şirketlerin iki boyut açısından da etkin oldukları bulunmuştur. Fakat zamanında kalkış performansı açısından ortalama olarak %68.4 ve müşteri memnuniyeti boyutundan ortalama 4,6 puan alan havayollarının hem pazarlama açısından hem de müşteri memnuniyeti açısından etkin olmayan havayolları olarak gruplandırıldığını görmekteyiz.

Genel kabul görmüş bir yaklaşım olarak şirketlerin 0.5 civarında bir borçlanma oranına sahip olması kabul edilebilir bir rakamdır. Havayolu endüstrisinde iste bu oran 0.7 civarındadır. Veri seti incelendiği zaman bu rakamlara yaklaşabilmeyi başarabilen şirket sayısının çok düşük olduğu görülmektedir ve hatta SSA yöntemi ile etkinlik skoru hesaplanan 62 havayolu şirketine ait borçlanma oranı ortalama 35'tir. Kabul görmüş rakamlar ile kıyaslama yapacak olursak ne denli ağır borçlanma ile havayolu şirketlerinin faaliyetlerini sürdürdüğü anlaşılmaktadır.

Şekil 3.7 ile gösterilen diyagramda bu denli borç yoğun bir sektörde firmaların borçlanma yoluyla finanse ettikleri faaliyetleri sonucunda ne kadar müşteri memnuniyeti etkinliği yakaladığı incelenmektedir. Firmalar gerçekten borçlanmaları sonucunda müşterilerini memnun edebilmede etkin midir sorusunun cevabı aranmaktadır. SSA Model 6 ( Borçlanma Etkinliği ) değişkeni oluşturulurken şirketlerin sahip oldukları kârlılık, doluluk oranı ve kısa vadeli yükümlülük karşılayabilme güçleri girdi olarak kullanılmıştır. Başka bir deyişle elde ettikleri kârlılığa, yakalayabildikleri doluluk oranına rağmen şirketler borçlanma açısından ne derece etkin oldukları incelenmiştir. SSA Model 3 ( Müşteri Memnuniyeti Etkinliği A ) modeli oluşturulurken ise şirketlerin karbondioksit salınımı açısından ne kadar çevreci oldukları ve sahip oldukları uçak, personel sayısı ile zamanında kalkış oranı girdileri ile elde ettikleri müşteri memnuniyeti etkinliği ölçülmek istenmiştir. SSA Model 3 ve SSA Model 6 değişkenleriyle oluşturulan saçılma diyagramı ile de şirketlerin müşteri memnuniyeti düzeyinde etkinlik elde etmelerinin borçlanma düzeyindeki etkinlikleri ile ilişkisi incelenmiştir.



**Şekil 3.7 : SSA model 3 ve SSA model 6 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı**

Bu grafik oluşturulurken kullanılan Müşteri Memnuniyeti Etkinliği A önceki grafiklerde kullanılan farklı olarak finansal değişkenler yerine operasyonel değişkenleri girdi olarak kullanarak oluşturulmuş bir modeldir. Bu modelde yine Genel Müşteri Memnuniyeti değişkeni çıktı olarak kullanılırken, Filo Büyüklüğü, Zamanında Kalkış Performansı, Atmosfair Havayolu İndeksi ve Personel sayısı değişkenleri girdi olarak kullanılmıştır. Girdileri değiştirmedeki amaç finansal değişkenleri kullanarak elde ettiğimiz Müşteri Memnuniyeti Etkinliği ile operasyonel değişkenler kullanarak elde ettiğimiz Müşteri Memnuniyeti Etkinliği açısından havayolları arasındaki değişimi gözlemleyebilmek.

Borçlanma etkinliği hesaplanırken ise girdi değişkenleri olarak Yük Faktörü, Öz Sermaye Kârlılığı, Net Kâr Marjı, Faaliyet Kâr Marjı ve Kısa Dönemli Borçların Toplam Varlıklara Oranı değişkenleri girdi olarak kullanılmıştır. Amaç yine havayollarının farklı değişkenler kullanarak etkinliklerinin ne kadar farklılaştığını gözlemleyebilmek. Farklı finansal değişkenler kullanarak, finansal açıdan bile havayollarının ne derece değişkenlik gösterebildiğini gözlemleyebilmek. Borçlanma değişkeninin çıktı olarak seçilmesindeki sebep ise girdilerden de anlaşılacağı üzere şirketlerin faaliyetleri sonucunda elde ettikleri kazançlar ile oluşan kârlılıkları ve bunun sonucunda da sermayelerini oluşturan yapılar açısından bir etkinlik skoru belirlemek.

Emirates, China Southern, Garuda Indonesia, Jet Airways, Thai Airways, Vietnam Airlines, TAP Air Portugal, Vietnam Airlines, SAS Scandinavian, Hainan Airlines, Cathay Pacific, Aeromexico, ANA All Nippon Airways, China Airlines, Korean Air, EVA Air, South African Airways ve Asiana Airlines hem Borçlanma Etkinliği açısından hem de Müşteri Memnuniyeti Etkinliği açısından etkin havayolları olarak gruplanmıştır. Bangkok Airways, British Airways, Singapore Airlines, Lufthansa, Japan Airlines, Air Mauritius, Copa Airlines, SriLankan Airlines, Icelandair, Finnair, Hawaiian Airlines, AirAsia ve Qatar Airways müşteri memnuniyeti etkinliği açısından ortalama üzerinde yer alan havayolları iken Borçlanma Etkinliği konusunda ortalamanın altında yer almaktadır. Daha da açıklayacak olursak Borçlanma Etkinliğinin ölçümünde verilen girdi değişkenleri kullanıldığında bu şirketler teknik etkinlik açısından ortalama üzerinde değerler elde ederken, içinde bulundukları finansal durumun göstergesi olan değişkenler ile Borçlanma Etkinliği hesaplanan bu şirketlerin sermayeleri daha yoğun dış kaynak ile oluşmaktadır ve dolayısıyla görece etkin olmayan şirketler olarak gruplanmışlardır. Air Astana, Kenya Airways, LATAM, Air China, KLM, Norwegian, Air France, Air Berlin, Virgin Australia, China Eastern, Avianca ve Air Canada havayolları ise operasyonel girdiler ile tahmin edilen teknik etkinlik değerleri bakımında ortalamanın altında kalmışlardır fakat Borçlanma Etkinliği açısından ortalama üzerinde performans göstermişlerdir. Juneyao Airlines, AirAsiaX, Virgin Atlantic, Etihad Airways, Delta Airlines, Southwest Airlines, EasyJet, Ryanair, WestJet, Alaska Airlines, Air Transat, United Airlines, Qantas Airways, JetBlue Airways, Aegean Airlines ve Air New Zealand hem operasyonel açıdan tahmin edilen müşteri memnuniyeti etkinlik skorlarında hem de Borçlanma Etkinliği skorlarında ortalamaların altında kalmıştır.

Atmosfair karbondioksit emisyon indeksinden en az C gurubu olan, zamanında kalkış performansı açısından %78 ve üzerinde zamanında kalkış yapabilen, filosunda ortalama 175 uçak bulunan, yıllık ortalama 32 milyon yolcu taşıyabilen ve borçlanma oranı olarak da ortalama 50 rakamını yakalayabilen şirketlerin her iki boyutta da etkin oldukları görülmüştür.

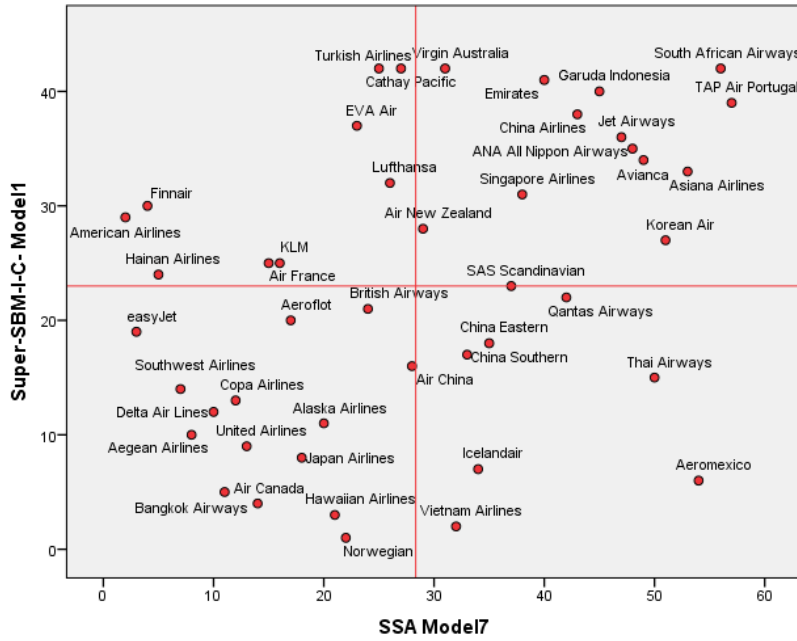
### **3.4 Stokastik Sınır Analizi ve Veri Zarflama Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması**

Etkinlik analizi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiği zaman, çoğu araştırmacının etkinlik skorları hesaplamada farklı açılardan bakma çabalarının olduğunu görmekteyiz. Literatür incelendiği zaman havayollarına özel oranlarla etkinlik skorları hesaplayan, emniyet açısından etkinlik hesaplamaları yapan, sadece finansal girdiler ve finansal çıktılar kullanarak havayollarının sahip oldukları finansman kaynaklarıyla ve ana faaliyetleri vasıtasıyla kâr elde etmede ne derece etkin olduklarını belirleyen çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışma ile havayollarının finansal açıdan operasyonel açıdan yani havayollarına özel oranlarla ve pazarlama açısından yani müşteri memnuniyeti açısından ne kadar etkin oldukları hesaplanmakla kalmayıp incelenen 3 boyut birbirleri ile kıyaslanmak suretiyle her boyutta da etkin olan havayolları belirlenmeye çalışılmıştır.

Öncelikli olarak çalışmada kategorik VZA yöntemi kullanılarak modeller elde edilmiştir fakat elde edilen modeller incelendiği zaman çok fazla etkin havayolu bulunduğu gözlemlenip alternatif model arayışına girilmiştir. Sonraki aşamada süper etkinlik skoru hesaplaması yöntemi yardımıyla, kategorik VZA yönteminde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleriyle süper etkinlik modelleri oluşturulmuş. Çalışmanın sonraki aşamalarına süper etkinlik modellerinin daha düzgün sıralama vermesi nedeniyle bu modellerle devam edilmiştir.

Bu bölümün oluşturulmasındaki amaç veri setinde yer alan şirketlerin farklı yöntemlerle etkinliklerinin incelenmesidir. Bu durumu bir örnek ile açıklayacak olursak: finans boyutunda SSA yöntemiyle etkin olan bir şirketin, süper etkinlik hesaplaması modelinde de etkin olup olmadığı bu diyagramlar yardımıyla incelenmiştir.



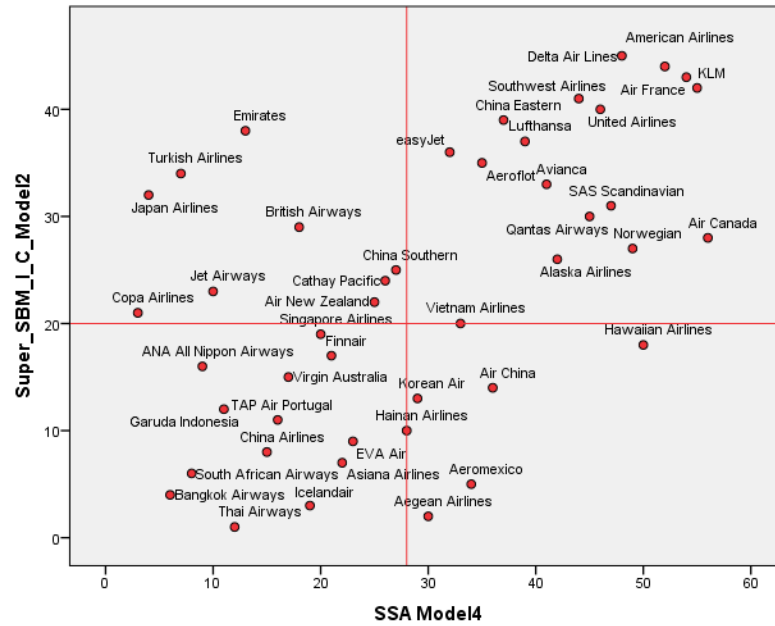
**Şekil 3.8 :** Süper-SBM-I-C VZA Model 1 ve SSA Model 7 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı

SSA Model 7 ve Süper-I-C VZA Model 1 modelleri Stokastik Sınır Analizi yöntemi ve Veri Zarflama Yöntemi kullanılarak, havayollarının finansal açıdan etkinliklerinin ölçmek için oluşturulmuş ve şekil 3.8’de saçılma diyagramı gösterilmiştir. VZA yöntemi ile oluşturulan modelde cari oran, filo büyüklüğü, personel sayısı, arz edilen koltuk mesafesi ve borçlanma oranı değişkenleri girdi olarak kullanılıp, faaliyet kârlılığı, net kâr marjı, aktif kârlılık ve öz sermaye kârlılığı değişkenleri çıktı olarak kullanılmıştır. Bu model ile şirketlerin 2016 yılı itibariyle sahip oldukları sermaye yapılarını, uçaklarını ve personellerinin kâr elde etme açısından ne derece etkin kullandıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

SSA yöntemiyle oluşturulan model 7 ise girdi değişkeni olarak filo büyüklüğü, doluluk oranı, cari oran, likidite ( asit test ) oran ve hazır değerler oranı değişkenleri girdi olarak kullanmıştır. SSA yöntemi tek değişkeni çıktı olarak kullanma kısıtına sahiptir. Bu kısıtın üstesinden gelebilmek için faaliyet kârlılığı, net kâr marjı, aktif kârlılık ve öz sermaye kârlılığı değişkenleri öncelikli olarak faktör analizi yapılarak tek değişken olacak şekilde kârlılık değişkeni oluşturulmuş ve bu modelde çıktı olarak kullanılmıştır.

Bu diyagramın oluşturulmasındaki amaç parametrik olan ve parametrik olmayan iki yöntemle etkinlik skorları hesaplanmasındaki farklılıkları veya benzerlikleri

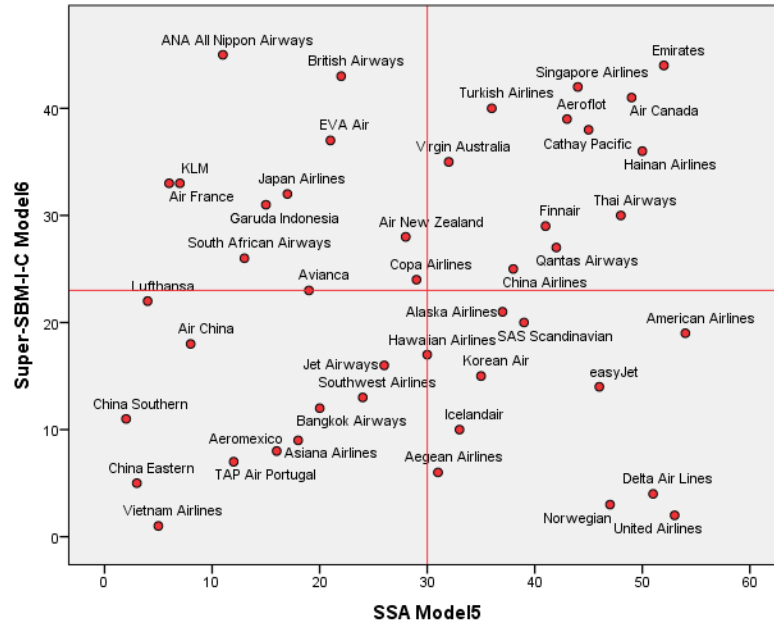
belirlemektir. Saçılım diyagramı incelendiği zaman 4 farklı bölgeye ayrıldığı görülmektedir. Bu ayrıma işlemi iki modelle oluşturulan değişkenlerin, etkinlik skorlarına göre sıralanması sonucunda sıra numaralarının ortancaları (medyanları) alınarak oluşturulmuştur. Tabloyu yorumlayacak olursak British Airways, Aeroflot, EasyJet, Southwest Airlines, Copa Airlines, Delta Air Lines, Alaska Airlines, United Airlines, Aegean Airlines, Japan Airlines, Air Canada, Bangkok Airways, Hawaiian Airlines ve Norwegian şirketleri finansal açıdan hem SSA yöntemiyle hem de VZA yöntemiyle etkin şirketler olarak belirlenmişlerdir. Virgin Australia, South African Airways, TAP Air Portugal, Garuda Indonesia, Emirates, China Airlines, Jet Airways, ANA All Nippon Airways, Avianca, Singapore Airlines, Asiana Airlines, Air New Zealand ve Korean Air şirketleri ne SSA yöntemiyle ne de VZA yöntemiyle finansal açıdan etkin olan şirketler grubuna dâhil olamamışlardır. SAS Scandinavian, Qantas Airways, China Eastern, China Southern, Thai Airways, Icelandair, Aeromexico ve Vietnam Airlines şirketleri Süper-SBM-I-C VZA yönteminde etkin olarak bulunurken SSA yönteminde ortanca değerın altında kalan havayolları olmuşlardır. Turkish Airlines, Cathay Pacific, EVA Air, Lufthansa, KLM, Air France, Hainan Airlines, American Airlines ve Finnair şirketleri de SSA yöntemiyle ortanca değerin üzerinde etkinliğe sahip iken VZA yönteminde ise etkin olan havayolları grubuna dahil olamamışlardır.



**Şekil 3.9 :** Süper-SBM-I-C VZA Model 2 ve SSA Model 4 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı

SSA Model 4 ve Süper-SBM-I-C-Model 2 modelleri pazarlama boyutu açısından havayolu şirketlerinin kıyaslanması için oluşturulmuş modellerdir ve şekil 3.9 ile gösterilen saçılma diyagramı ise bu modeller vasıtasıyla havayolu etkinliklerinin iki yöntem açısından da değerlendirilmesi için oluşturulmuştur. SSA Model 4 oluşturulması için genel skor değişkeni çıktı olarak kullanılmıştır. Girdi değişkenleri olarak da yük faktörü, öz sermaye kârlılığı, net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve kısa dönemli borçların toplam varlıklara oranı değişkenleri girdi olarak kullanılıp şirketlerin elde ettikleri kârı müşteri memnuniyetine çevirme etkinlikleri ölçülmek istenmiştir. Süper-SBM-I-C model 2 oluşturulurken yük faktörü, personel sayısı, filo büyüklüğü, taşınan yolcu sayısı, taşınan kargo miktarı ve zamanında kalkış performansı değişkenleri girdi olarak; Skytrax en iyi 100 havayolu sıralaması, genel skor, genel skor A ve Skytrax 5 yıldızlı havayolu değişkenleri çıktı değişkenleri olarak kullanılıp şirketlerin operasyonel performanslarıyla müşteri memnuniyeti elde etmedeki etkinlikleri ölçülmek istenmiştir.

Şekil 3.9 incelendiğinde Finnair, ANA All Nippon Airways, Virgin Australia, Hainan Airlines, EVA Air, TAP Air Portugal, Garuda Indonesia, China Airlines, Asiana Airlines, South African Airways, Bangkok Airways, Icelandair ve Thai Airways şirketleri pazarlama açısından her iki yöntemle de etkin şirketler olarak belirlenmişlerdir. American Airlines, Delta Air Lines, KLM, Southwest Airlines, Air France, KLM, China Eastern, United Airlines, Lufthansa, EasyJet, Aeroflot, Avianca, SAS Scandinavian, Air Canada, Norwegian, Qantas Airways ve Alaska Airlines şirketleri ise her iki yöntemle de pazarlama boyutu açısından etkinlik elde edemeyen şirketlerdendir. Emirates, Turkish Airlines, Japan Airlines, British Airways, Copa Airlines, Jet Airways, Cathay Pacific, China Southern ve Air New Zealand şirketleri SSA yöntemiyle etkin şirketler iken VZA yöntemiyle etkin olmayan şirketler olarak gruplanmışlardır. Vietnam Airlines, Hawaiian Airlines, Air China, Korean Airlines, Aeromexico ve Aegean Airlines şirketleri ise VZA yönteminde etkin fakat SSA yönteminde etkin olmayan şirketlerdir.



**Şekil 3.10 :** Süper-SBM-I-C VZA Model 2 ve SSA Model 5 ile oluşturulmuş saçılma diyagramı

Süper-SBM-I-C Model6 arz edilen koltuk mesafesi, cari oran, asit test oranı, hazır değerler oranı ve borçlanma oranı değişkenleri girdi değişkenleri olarak; taşınan yolcu sayısı, taşınan kargo miktarı ve yük faktörü değişkenleri çıktı olarak kullanılmıştır. Bu model oluşturulurken şirketlerin sahip olduğu nakit ve benzeri değerleri kullanarak ne derece operasyonel etkinlik sağladığının belirlenmesi amaçlanmıştır. SSA Model 5 oluşturulurken yolcu yük faktörü, öz sermaye kârlılığı, net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve kısa vadeli borçların toplam varlıklara oranı değişkenleri girdi olarak; genel skor değişkeni ise çıktı olarak kullanılıp VZA yöntemindeki modelle aynı yaklaşım gösterilerek sahip oldukları değerleri müşteri memnuniyeti elde etme açısından ne derece etkin kullandıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Şekil 3.10 ile gösterilen diyagram incelendiği zaman Hawaiian Airlines, Air China, Jet Airways, Southwest Airlines, China Southern, Bangkok Airways, Aeromexico, Asiana Airlines, China Easterns, TAP Air Portugal ve Vietnam Airlines şirketleri operasyonel açıdan kullanılan iki modelle de etkin havayolları olarak belirlenmiştir. Emirates, Singapore Airlines, Turkish Airlines, Aeroflot, Air Canada, Virgin Australia, Cathay Pacific, Hainan Airlines, Thai Airways, Finnair, Qantas Airways ve China Airlines şirketleri her iki modelde de etkin olmayan havayolları olarak gruplanmışlardır. ANA All Nippon Airways, British Airways, EVA Air, KLM, Air France, Japan Airlines,

Garuda Indonesia, South African Airways, Air New Zealand ve Copa Airlines şirketleri SSA yöntemiyle ortancanın üstünde olup etkin şirketler olurken VZA yönteminde ortancanın altında kalıp etkin olmayan şirketler olarak belirlenmişlerdir. Alaska Airlines, SAS Scandinavian, American Airlines, Korean Air, EasyJet, Icelandair, Aegean Airlines, Delta Air Lines, Norwegian ve United Airlines şirketleri ise VZA yönteminde etkin; SSA yönteminde ise etkin olmayan şirketler olmuşlardır.

İki yöntem ve üç boyut altında oluşturulan modeller incelendiği zaman Bangkok Airways şirketi, hangi açıdan bakarsak bakalım veya hangi yöntemi kullanırsak kullanalım etkinlik açısından ortalamanın üzerinde yer alan bir şirket olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu noktada Bangkok Airways özel bir şirket olma ünvanı edinmektedir. Tam adı Bangkok Airways Public Company Limited olan şirket Bangkok, Tayland menşeli bir şirkettir. Tayland, Kamboçya, Çin, Hong Kong, Hindistan, Laos, Malezya, Myanmar, Singapur ve Vietnam destinasyonlarına Suvarnabhumi havalimanını merkez noktası olarak kullanarak bölgesel hizmet vermektedir. Şirket 1968 yılında hava taksi hizmeti vermek amacıyla kurulmuş olup bugün Suvarnabhumi havalimanının dışında hub noktası olarak Phuket ve Chiang Mai meydanlarını da kullanmaktadır. Filosunda 36 uçak bulunan ve 28 destinasyona sahip olan şirket slogan olara “Asya’nın Butik Havayolu” sloganını kullanmaktadır.

SSA etkinlik skorlarını hesapladıktan sonra bu skorlar ile şirketleri sıralayabilmek mümkündür fakat VZA şirketlerin sırlanması ile ilgili bir kısıta sahiptir. Şöyle ki SSA ortalama üzerinde olan şirketler de belirli bir sıra düzenine sahipken VZA yönteminde etkinlik skoru 1 olan yani etkin olarak belirlenen şirketler kendi içlerinde sıralanamamaktadır. SSA belirlenen bir etkinlik sınırı kullanarak şirketleri sıraladığı için bu şirketler kendi aralarında da sıralanabilirken VZA etkin olan şirketlerin oluşturdukları kümenin dışında kalan şirketleri etkin olarak kabul etmemektedir. Bu sebeple de iki modelde de etkin olan şirketlere karar verebilmek için VZA 1. sırada olan şirketlerle SSA ortalamaların üzerinde etkinlik skoru elde eden şirketlerin kıyaslanması yoluyla bu sonuca varılmıştır.

Şirketlerin iki yöntemde farklı etkinlik sıralarına sahip olmalarına sebep olabilecek diğer bir konu da SSA tek bir çıktı ile etkinlik skoru hesaplarken; VZA çıktı sayısı 1’den fazla olabilir. Bu kısıtı aşabilmek adına SSA yöntemi uygulanmadan önce çıktı

olarak kullanılmak istenen 1’den fazla değişkenin olduğu durumlarda Faktör Analizi uygulanıp, elde edilen faktör yükleri regresyon skoru olarak kaydedilmek suretiyle tek bir çıktı değişkeni elde edilmiştir.

Değinilmesi gereken başka bir konu ise VZA analizinin teorik kısmının anlatıldığı bölümde de belirtildiği üzere: VZA yönteminde karar verme birimlerinin (KVB) sayısı çoğaldığı zaman yöntem etkinlik skorlarını belirlemede zorluk çekmektedir. Bu sebeple VZA yöntemi uygulanırken şirket sayısı 50’nin altında tutulmaya çalışılmıştır. Ayrıca VZA KVB’lere ait veride eksiklik olduğu durumda etkinlik skorlarını hesaplamada zorluk çekmektedir. SSA veri setinde eksik olmasına rağmen şirketler ile ilgili etkinlik skoru tahmini yapabilmektedir.

Belirtilen bu kısıtlar göz önünde bulundurularak operasyonel, finansal ve pazarlama açısından her iki yöntemde de etkin olarak belirlenen şirketler dışında kalan tüm şirketler etkin olmayan birim olarak belirtilmek durumundadır. SSA yönteminde ortalama üzerindeki şirketlerin etkin olduğu fakat VZA yönteminde etkinlik skoru 1 olamayan şirketler etkin olmayan birim olarak belirlendiği için her iki yöntem kıyaslanırken VZA etkinlik skoru 1 olmayan şirketler dışındakiler iki yöntem açısından da etkin olmayan birimler olarak sınıflandırılmıştır.



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatürde etkinlin ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiği zaman genel olarak taşınan yolcu sayısı, kargo miktarı ve emisyon değişkenleri üzerinden etkinlik analizleri yapılmasına karşın emniyet, deregülasyon gibi farklı açılardan etkinlik ölçümünü amaçlayan çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmanın yapılan çalışmalardan farkı öncelikli olarak pazarlama ile ilgili değişkenlerin kullanılmasıdır. Ayrıca bu çalışma ile havayolları farklı boyutlar kıyaslanarak ilk defa karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Kaldıraç oranları, likidite oranları ve kârlılık oranları finansal değişkenleri; zamanında kalkış performansı, taşınan yolcu sayısı, taşınan kargo miktarı, emisyon indeksi, toplam devlet sahipliği, ücretli yolcu mesafesi, arz edilen koltuk-km, yük faktörü, filo büyüklüğü, personel sayısı gibi operasyonel değişkenlerin yanı sıra, Skytrax en iyi 100 havayolu, 5 yıldızlı havayolu, havayolu şirketinin genel düzeyini ölçmek için kullanılan genel skor, paranın değeri, yiyecek – içecekler, uçuş içi eğlence, koltuk konforu, personel hizmeti, paranın değeri, koltuklar için genel skor, diz mesafesi, arkaya yatırılma, koltuk genişliği, TV görüşü gibi pazarlama değişkenleri de kullanılarak ilk defa pazarlama açısından havayollarının etkinliği ölçülmüştür.

Stokastik Sınır Analizi ve Süper Etkinlik ölçümü Veri Zarflama Analizi yöntemleriyle, önceki paragrafta belirtilen değişkenler ile şirketlerin finansal, operasyonel ve pazarlama açısından etkinliklerini ölçen modeller elde edilmiştir. Sonraki aşamada elde edilen modellerle şirketler boyutlar açısından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken amaç bir boyutta etkinliğe sahip olan şirketlerin diğer boyutlarda da etkinliğe sahip olup olmadığının belirlenmesidir. Çalışmada elde edilen bulgulardan örnek verecek olursak pazarlama açısından etkinlik ölçmek için oluşturulmuş SSA Model 4 ile finansal açıdan etkinlik ölçmek için oluşturulmuş SSA Model 7 saçılma diyagramında incelendiği zaman Bangkok Airways, British Airways, EVA Air, Lufthansa, Cathay Pacific, Japan Airlines, Copa Airlines, Hainan Airlines, Finnair, Air New Zealand ve Hawaiian Airlines hem müşteri memnuniyeti açısından hem de finansal açıdan etkin havayolları olarak gruplanmıştır. Bu verilen örnekteki gibi SSA

yöntemiyle 10 ve Süper SBM VZA yöntemiyle 10 olmak üzere toplam 20 model ile ikili kombinasyonlar şeklinde havayollarının etkinlikleri incelenmiştir.

Kârlılık etkinliği için kullanılan SSA Model 7, kârlılık göstergeleri olan faaliyet kâr marjı, net kâr marjı, aktif kârlılık ve öz sermaye kârlılığı değişkenleriyle yapılan faktör analizi sonucunda %87 varyans açıklama gücü olan tek faktöre indirgenmiş ve çıktı olarak kullanılmıştır. Bu sayede SSA yönteminin kısıtı olan tek çıktı kullanma ortadan kaldırılmıştır.

Finansal açıdan baktığımız zaman British Airways, Aeroflot, EasyJet, Southwest Airlines, Copa Airlines, Alaska Airlines, Delta Air Lines, United Airlines, Aegean Airlines, Japan Airlines, Air Canada, Bangkok Airways, Hawaiian Airlines hem Süper Etkinlik Analizi yönteminde hem de SSA yöntemlerinde etkin havayolları olarak bulunmuştur ve genel olarak Amerika menşeli şirketlerin ağırlıkta olduğu görülmektedir. Müşteri memnuniyeti açısından baktığımız zaman ise her iki yöntemde de etkin olarak bulunanlar: Bangkok Airways, ANA All Nippon Airways, Finnair, Virgin Australia, TAP Air Portugal, Garuda Indonesia, China Airlines, EVA Air, Asiana Airlines, Icelandair ve Thai Airways gibi Uzakdoğu ve Avrupa menşeli şirketleridir. Operasyonel açıdan şirketleri kıyasladığımız zaman belirlenen girdilerle hem VZA hem de SSA yöntemiyle etkin olarak bulunan şirketler Bangkok Airways, Hawaiian Airlines, Jet Airways, Southwest Airlines, China Southern, China Eastern, Aeromexico, Asiana Airlines, TAP Air Portugal ve Vietnam Airlines şirketleridir. Bangkok Airways şirketi ise hangi açıdan bakılsa bakılsın ( operasyonel, pazarlama ve finans) Kategorik VZA yönteminde, Süper Etkinlik Skorları hesaplaması yönteminde ve SSA yönteminde etkin havayolu olarak çıkmaktadır.

Ülkemizin bayrak taşıyıcı şirketi olan Türk Hava Yolları bu çalışmada iki yöntemle de kurulan modeller incelendiği zaman SSA modellerinde ortalamaların üstüne çıkamamıştır ve aynı şekilde VZA analizinde de etkin olan şirketlerin olduğu gruba girmeyi başaramamıştır. Müşteri memnuniyeti ve kârlılık açısından ortalamanın biraz altında kalmıştır fakat genel olarak kurulan modellerde çok yüksek etkinlik skoru elde edememiştir. Bu çalışma kapsamında 2016 yılına ait veriler kullanılmıştır. THY 2015 yılında Skytrax en iyi 100 havayolu şirketi sıralamısında 4. Sıraya kadar çıkmıştır fakat o yıldan sonra sert bir düşüş yaşamıştır. Bu çalışma kapsamında sadece etkinlik açısından yaklaşıldığı için THY ile ilgili durum bu çalışmanın konusu değildir fakat THY'nin etkinlik elde edememe durumuyla alakalı özellikle 2016 yılında başta

Ülkemiz olmak üzere komşu ülkelerde de yaşanan yoğun siyasi gelişmelerin bu durum ile ilgisinin olup olmadığı gelecek çalışmalarda araştırılması gereken bir konudur.





## KAYNAKLAR

- Aydemir, Z. C. (2002).** Bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: veri zarflama analizi uygulaması. DPT, Ankara.
- Aigner, D. J., ve Chu, S. F. (1968).** On estimating the industry production function. *The American Economic Review*, 58(4), 826-839.
- Aigner, D., Lovell, C. K., ve Schmidt, P. (1977).** Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, 6(1), 21-37.
- Atılgan E. (2012).** Hastane etkinliğinin stokastik sınır analizi yöntemiyle değerlendirilmesi: sağlık bakanlığı hastaneleri için bir uygulama. *Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Badı H. Baltagi, James M. Griffin ve Daniel P. Rich (1995).** Airline Deregulation: The Cost Pieces of the Puzzle. *International Economic Review*, 36(1), 245-258.
- Banker, R. D., ve Morey, R. C. (1986).** Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Operations research*, 34(4), 513-521.
- Bhadra, D. (2009).** Race to the bottom or swimming upstream: performance analysis of US airlines. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 227-235.
- Capobianco, H. M. P., ve Fernandes, E. (2004).** Capital structure in the world airline industry. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(6), 421-434.
- 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.
- Chen, Z., Wanke, P., Antunes, J. J. M., ve Zhang, N. (2017).** Chinese airline efficiency under CO2 emissions and flight delays: A stochastic network DEA model. *Energy Economics*, 68, 89-108.
- Chiou Y. ve Chen Y. (2006).** Route-based performance evaluation of Taiwanese domestic airlines using data envelopment analysis. *Transportation Research Part E* 42, 116-127.
- Cui, Q., ve Li, Y. (2015).** The change trend and influencing factors of civil aviation safety efficiency: the case of Chinese airline companies. *Safety science*, 75, 56-63.

- Cui, Q., ve Li, Y. (2017).** Airline efficiency measures using a Dynamic Epsilon-Based Measure model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 121-134.
- Erpolat, S. 2011.** Veri Zarflama Analizi, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- Evgallıoğlu A. E. (2017).** Türkiye’deki Doğal Gaz Dağıtım Şirketlerinin Stokastik Sınır Analizi Yöntemi ile Etkinlik Analizi. Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara.
- Farrell, M. J. (1957).** The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Fethi, M. D., Jackson, P. M., ve Weyman-Jones, T. G. (2000).** Measuring the efficiency of European airlines: an application of DEA and Tobit Analysis. *Efficiency and Productivity Research Unit, University of Leicester*.
- Greene, W. H. (2008).** The Econometric Approach to Efficiency Analysis. In Harold O. Fried, Shelton S. Schmidt (Eds.,) *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, (Vol. 1, issue 1., pp. 92-250). Oxford: Oxford University Press, Oxford.
- Gülcü A., Coşkun A., Yeşilyurt C., Coşkun S. ve Esener T.(2004).** Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi’nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 5(2),87-104.
- Good, D. H., Röller, L. H., ve Sickles, R. C. (1995).** Airline efficiency differences between Europe and the US: implications for the pace of EC integration and domestic regulation. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 508-518.
- Heshmati, A., ve Kim, J. (2016).** *Efficiency and competitiveness of international airlines*. Springer, Singapore.
- Karadayı, M. A., Ekinci, Y., Akkan, C., ve Ülengin, F. (2017).** İstanbul İçin Acil Servis Birimlerinin Etkinliğinin Kategorik Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi. *Journal of Yaşar University*, 12(48), 31-39.
- Kaya, F. Ve diğ. (2015).** *Finansal Yönetim*. Beta Yayınları, İstanbul.
- Meeusen, W., ve van Den Broeck, J. (1977).** Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*,18(2), 435-444.
- Özbek A. (2017).** Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel İle Problem Çözümü. Seçkin Yayınları, İstanbul.
- Prokopenko, J. (2003).** *Verimlilik Yöntemi*, (Çeviri Baykal, O. ve diğerleri). Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- Richmond, J. (1974).** Estimating the efficiency of production. *International economic review*, 15(2),515-521.
- Sarafidis V. (2002).** An Assessment of Comparative Efficiency Measurement Techniques, *Europe Economics*, (16).

- Schefczyk, M. (1993).** Operational performance of airlines: an extension of traditional measurement paradigms. *Strategic Management Journal*, 14(4), 301-317.
- Taşdoğan, C., Mollavelioğlu, M. Ş., ve Mıhçı, H. (2014).** Türkiye'nin kentsel çevresel sürdürülebilirliğinin kategorik veri zarflama analiziyle değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 69(01), 141-164.
- Taşköprü, V., ve Erpolat, S. (2014).** *Klasik Veri Zarflama Analizi ile Kategorik Veri Zarflama Analizi Modellerinin Enerji Verimliliği Üzerinde Karşılaştırmalı İncelenmesi*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tsionas, M. G., Chen, Z., ve Wanke, P. (2017).** A structural vector autoregressive model of technical efficiency and delays with an application to Chinese airlines. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 1-10.
- Yaghi H. (2015).** Comparing the performances of major airlines companies by traditional and airline-specific ratios and measure. *Sakarya University Institute of Social Sciences, Sakarya*.
- Yıldırım B. F. ve Önder E. (2015).** *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Dora Yayınları, Bursa.
- Yu, C. (2016).** Airline Productivity and Efficiency: Concept, Measurement, and Applications. In John D. Bitzan, James H. Peoples, Wesley W. Wilson (Eds.), *Airline Efficiency*. Emerald Group Publishing Limited, (Vol. 5, pp. 11-53). Portland: Oregon, USA.
- Winsten, C. B. (1957).** Discussion on Mr. Farrell's paper. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 282-284.



## **EKLER**

**EK A:** Stokastik Sınır Analizi ve Kategorik Veri Zarflama Analizi Çıktılarına Ait Çizelgeler.



**EK A****Çizelge A.1 : Kategorik VZA yönteminde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri**

|                    | MODEL    | GİRDİLER                                                                                                                  | ÇIKTILAR                                                                                        |
|--------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PAZARLAMA</b>   | Model 2  | Yük Faktörü, Personel Sayısı, Filo Büyüklüğü, Taşınan Yolcu Sayısı, Taşınan Kargo Miktarı                                 | Skytrax En İyi 100 havayolu Sıralaması, Genel Skor, Genel Skor A, Skytrax Yıldız Sayısı         |
|                    | Model 4  | Cari Oran, Borç Öz Sermaye Oranı, Ücretli Yolcu Mesafesi, Faaliyet Kâr Marjı, Taşınan Yolcu Sayısı, Taşınan Kargo Miktarı | Skytrax En iyi 100 havayolu Sıralaması, Genel Skor, Genel Skor A, Skytrax Yıldız Sayısı         |
| <b>FİNANS</b>      | Model 3  | Yük Faktörü, Personel Sayısı, Filo Büyüklüğü, Taşınan Yolcu Sayısı, Taşınan Kargo Miktarı, Zamanında Kalkış Performansı   | Ücretli Yolcu Mesafesi, Faaliyet Kâr Marjı, Net Kâr Marjı, Aktif Kârlılık, Öz Sermaye Kârlılığı |
|                    | Model 7  | Genel Skor, Yiyecek ve İçecekler, Kabin içi Eğlence Sistemi, Koltuk Konforu, Personel Hizmeti, Paranın Karşılığı          | Ücretli Yolcu Mesafesi, Yük Faktörü                                                             |
|                    | Model 9  | Cari Oran, Personel Sayısı, Filo büyüklüğü, Arz Edilen Koltuk-Km, Borçlanma Oranı                                         | Faaliyet Kâr Marjı, Net Kâr Marjı, Aktif Kârlılık, Öz Sermaye Kârlılığı                         |
|                    | Model 10 | Genel Skor, Genel Skor A, Skytrax En iyi 100 Havayolu Sıralaması, Yük Faktörü                                             | Faaliyet Kâr Marjı, Net Kâr Marjı, Aktif Kârlılık, Öz Sermaye Kârlılığı                         |
| <b>OPERASYONEL</b> | Model 5  | Taşınan Yolcu Sayısı, Taşınan Kargo Miktarı, Personel Sayısı, Filo Büyüklüğü, Yük Faktörü                                 | Zamanında Kalkış Performansı, Atmosfair Havayolu İndeksi, Ücretli Yolcu Mesafesi                |
|                    | Model 6  | Ücretli Yolcu Mesafesi, Cari Oran, Likit ( Asit Test) Oranı, Nakit ( Hazır Değerler) Oranı, Borçlanma Oranı               | Taşınan Yolcu Sayısı, Taşınan Kargo Miktarı, Yük Faktörü                                        |
|                    | Model 8  | Cari Oran, Personel Sayısı, Filo büyüklüğü, Arz Edilen Koltuk-Km, Borçlanma Oranı                                         | Skytrax En İyi 100 Havayolu, Zamanında Kalkış Performansı, Yük Faktörü                          |

**Çizelge A.2 : Kategorik VZA model 2 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| Kategorik VZA Model 2 |                        |                |          |               |                    |                |          |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------|---------------|--------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası         | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1                     | Aegean Airlines        | 1              | 1        | 24            | SAS Scandinavian   | 0,9647         | 2        |
| 1                     | Aeromexico             | 1              | 1        | 25            | Japan Airlines     | 0,9619         | 2        |
| 1                     | Air China              | 1              | 3        | 26            | China Eastern      | 0,9598         | 3        |
| 1                     | ANA All Nippon Airways | 1              | 2        | 27            | Hawaiian Airlines  | 0,9483         | 1        |
| 1                     | Asiana Airlines        | 1              | 1        | 28            | Lufthansa          | 0,9439         | 3        |
| 1                     | Bangkok Airways        | 1              | 1        | 29            | Cathay Pacific     | 0,9364         | 2        |
| 1                     | China Airlines         | 1              | 1        | 30            | American Airlines  | 0,9032         | 3        |
| 1                     | EVA Air                | 1              | 1        | 31            | Southwest Airlines | 0,8969         | 3        |
| 1                     | Finnair                | 1              | 1        | 32            | Aeroflot           | 0,8725         | 2        |
| 1                     | Garuda Indonesia       | 1              | 2        | 33            | Avianca            | 0,8717         | 2        |
| 1                     | Hainan Airlines        | 1              | 2        | 34            | Alaska Airlines    | 0,8634         | 2        |
| 1                     | Icelandair             | 1              | 1        | 35            | Air Canada         | 0,8582         | 3        |
| 1                     | Korean Air             | 1              | 2        | 36            | United Airlines    | 0,8400         | 3        |
| 1                     | Singapore Airlines     | 1              | 1        | 37            | Norwegian          | 0,8323         | 1        |
| 1                     | South African Airways  | 1              | 1        | 38            | British Airways    | 0,8315         | 2        |
| 1                     | TAP Air Portugal       | 1              | 1        | 39            | easyJet            | 0,8186         | 2        |
| 1                     | Thai Airways           | 1              | 1        | 40            | Qantas Airways     | 0,8185         | 2        |
| 1                     | Virgin Australia       | 1              | 1        | 41            | Turkish Airlines   | 0,7986         | 2        |
| 19                    | Jet Airways            | 0,9998         | 1        | 42            | KLM                | 0,7955         | 3        |
| 20                    | Vietnam Airlines       | 0,9813         | 1        | 43            | Emirates           | 0,7926         | 2        |
| 21                    | China Southern         | 0,9805         | 3        | 44            | Air France         | 0,7243         | 3        |
| 22                    | Copa Airlines          | 0,9773         | 1        | 45            | Delta Air Lines    | 0,6739         | 3        |
| 23                    | Air New Zealand        | 0,9724         | 1        |               |                    |                |          |

**Çizelge A.3 : Kategorik VZA model 3 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 3   |                   |                |          |               |                        |                |          |
|---------------|-------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB               | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Aegean Airlines   | 1              | 1        | 1             | SAS Scandinavian       | 1              | 2        |
| 1             | Aeroflot          | 1              | 2        | 1             | Singapore Airlines     | 1              | 1        |
| 1             | Air Canada        | 1              | 3        | 1             | South African Airways  | 1              | 1        |
| 1             | Air France        | 1              | 3        | 1             | Southwest Airlines     | 1              | 3        |
| 1             | Alaska Airlines   | 1              | 2        | 1             | TAP Air Portugal       | 1              | 1        |
| 1             | American Airlines | 1              | 3        | 1             | Thai Airways           | 1              | 1        |
| 1             | Bangkok Airways   | 1              | 1        | 1             | United Airlines        | 1              | 3        |
| 1             | British Airways   | 1              | 2        | 1             | Virgin Australia       | 1              | 1        |
| 1             | China Airlines    | 1              | 1        | 32            | Air New Zealand        | 0,9852         | 1        |
| 1             | China Southern    | 1              | 3        | 33            | Air China              | 0,9757         | 3        |
| 1             | Copa Airlines     | 1              | 1        | 34            | Finnair                | 0,9099         | 1        |
| 1             | Delta Air Lines   | 1              | 3        | 35            | China Eastern          | 0,8571         | 3        |
| 1             | easyJet           | 1              | 2        | 36            | Turkish Airlines       | 0,8506         | 2        |
| 1             | Emirates          | 1              | 2        | 37            | Lufthansa              | 0,8406         | 3        |
| 1             | Hainan Airlines   | 1              | 2        | 38            | Asiana Airlines        | 0,7709         | 1        |
| 1             | Hawaiian Airlines | 1              | 1        | 39            | Cathay Pacific         | 0,7271         | 2        |
| 1             | Icelandair        | 1              | 1        | 40            | EVA Air                | 0,7131         | 1        |
| 1             | Japan Airlines    | 1              | 2        | 41            | Vietnam Airlines       | 0,7074         | 1        |
| 1             | Jet Airways       | 1              | 1        | 42            | ANA All Nippon Airways | 0,6788         | 2        |
| 1             | KLM               | 1              | 3        | 43            | Garuda Indonesia       | 0,4552         | 2        |
| 1             | Korean Air        | 1              | 2        | 44            | Aeromexico             | 0,4465         | 1        |
| 1             | Norwegian         | 1              | 1        | 45            | Avianca                | 0,4295         | 2        |
| 1             | Qantas Airways    | 1              | 2        |               |                        |                |          |

**Çizelge A.4 : Kategorik VZA model 4 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 4   |                       |                |          |               |                        |                |          |
|---------------|-----------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB                   | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Aegean Airlines       | 1              | 1        | 24            | Japan Airlines         | 0,7382         | 2        |
| 1             | Aeromexico            | 1              | 1        | 25            | Air China              | 0,7273         | 3        |
| 1             | Asiana Airlines       | 1              | 1        | 26            | Avianca                | 0,6883         | 2        |
| 1             | Bangkok Airways       | 1              | 1        | 27            | Air New Zealand        | 0,6852         | 1        |
| 1             | China Airlines        | 1              | 1        | 28            | Cathay Pacific         | 0,6318         | 2        |
| 1             | China Eastern         | 1              | 3        | 29            | Qantas Airways         | 0,5837         | 2        |
| 1             | China Southern        | 1              | 3        | 30            | Hainan Airlines        | 0,5746         | 2        |
| 1             | EVA Air               | 1              | 1        | 31            | SAS Scandinavian       | 0,5535         | 2        |
| 1             | Garuda Indonesia      | 1              | 2        | 32            | Alaska Airlines        | 0,5096         | 2        |
| 1             | Icelandair            | 1              | 1        | 33            | ANA All Nippon Airways | 0,4595         | 2        |
| 1             | Jet Airways           | 1              | 1        | 34            | easyJet                | 0,4280         | 2        |
| 1             | South African Airways | 1              | 1        | 35            | Aeroflot               | 0,4239         | 2        |
| 1             | TAP Air Portugal      | 1              | 1        | 36            | Lufthansa              | 0,4009         | 3        |
| 1             | Turkish Airlines      | 1              | 2        | 37            | Delta Air Lines        | 0,3944         | 3        |
| 1             | Vietnam Airlines      | 1              | 1        | 38            | United Airlines        | 0,3563         | 3        |
| 16            | Finnair               | 0,9919         | 1        | 39            | Emirates               | 0,3538         | 2        |
| 17            | Korean Air            | 0,9865         | 2        | 40            | British Airways        | 0,3447         | 2        |
| 18            | Singapore Airlines    | 0,9545         | 1        | 41            | KLM                    | 0,2974         | 3        |
| 19            | Virgin Australia      | 0,8791         | 1        | 42            | Air France             | 0,2749         | 3        |
| 20            | Thai Airways          | 0,8419         | 1        | 43            | Air Canada             | 0,2707         | 3        |
| 21            | Hawaiian Airlines     | 0,8287         | 1        | 44            | Southwest Airlines     | 0,2390         | 3        |
| 22            | Copa Airlines         | 0,7956         | 1        | 45            | American Airlines      | 0,1949         | 3        |
| 23            | Norwegian             | 0,7754         | 1        |               |                        |                |          |

**Çizelge A.5 : Kategorik VZA model 5 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| <b>VZA Model 5</b>   |                       |                       |                 |                      |                    |                       |                 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| <b>Sıra Numarası</b> | <b>KVB</b>            | <b>Etkinlik Skoru</b> | <b>Kategori</b> | <b>Sıra Numarası</b> | <b>KVB</b>         | <b>Etkinlik Skoru</b> | <b>Kategori</b> |
| 1                    | Air France            | 1                     | 3               | 25                   | Copa Airlines      | 0,9803                | 1               |
| 1                    | Alaska Airlines       | 1                     | 2               | 26                   | Air New Zealand    | 0,9723                | 1               |
| 1                    | American Airlines     | 1                     | 3               | 27                   | Jet Airways        | 0,9687                | 1               |
| 1                    | Bangkok Airways       | 1                     | 1               | 28                   | Lufthansa          | 0,9648                | 3               |
| 1                    | British Airways       | 1                     | 2               | 29                   | Finnair            | 0,9614                | 1               |
| 1                    | China Airlines        | 1                     | 1               | 30                   | Japan Airlines     | 0,9506                | 2               |
| 1                    | Delta Air Lines       | 1                     | 3               | 31                   | Avianca            | 0,9472                | 2               |
| 1                    | easyJet               | 1                     | 2               | 32                   | Aeroflot           | 0,9400                | 2               |
| 1                    | Emirates              | 1                     | 2               | 33                   | Vietnam Airlines   | 0,9395                | 1               |
| 1                    | EVA Air               | 1                     | 1               | 34                   | Norwegian          | 0,9377                | 1               |
| 1                    | Garuda Indonesia      | 1                     | 2               | 35                   | Korean Air         | 0,9333                | 2               |
| 1                    | Hawaiian Airlines     | 1                     | 1               | 36                   | SAS Scandinavian   | 0,9313                | 2               |
| 1                    | Icelandair            | 1                     | 1               | 37                   | Air China          | 0,9298                | 3               |
| 1                    | KLM                   | 1                     | 3               | 38                   | China Eastern      | 0,9288                | 3               |
| 1                    | Qantas Airways        | 1                     | 2               | 39                   | Southwest Airlines | 0,9222                | 3               |
| 1                    | Singapore Airlines    | 1                     | 1               | 40                   | China Southern     | 0,8889                | 3               |
| 1                    | South African Airways | 1                     | 1               | 41                   | Cathay Pacific     | 0,8824                | 2               |
| 1                    | TAP Air Portugal      | 1                     | 1               | 42                   | Aeromexico         | 0,8714                | 1               |
| 1                    | Thai Airways          | 1                     | 1               | 43                   | Air Canada         | 0,8568                | 3               |
| 1                    | Turkish Airlines      | 1                     | 2               | 44                   | Hainan Airlines    | 0,8291                | 2               |
| 1                    | United Airlines       | 1                     | 3               | 45                   | Asiana Airlines    | 0,8249                | 1               |
| 1                    | Virgin Australia      | 1                     | 1               |                      |                    |                       |                 |

**Çizelge A.6 : Kategorik VZA model 6 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 6   |                    |                |          |               |                        |                |          |
|---------------|--------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB                | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Aegean Airlines    | 1              | 1        | 1             | Vietnam Airlines       | 1              | 1        |
| 1             | Aeroflot           | 1              | 2        | 25            | American Airlines      | 0,9744         | 3        |
| 1             | Aeromexico         | 1              | 1        | 26            | Jet Airways            | 0,9703         | 1        |
| 1             | Asiana Airlines    | 1              | 1        | 27            | Hawaiian Airlines      | 0,9627         | 1        |
| 1             | Bangkok Airways    | 1              | 1        | 28            | Avianca                | 0,8711         | 2        |
| 1             | Cathay Pacific     | 1              | 2        | 29            | Alaska Airlines        | 0,8703         | 2        |
| 1             | China Airlines     | 1              | 1        | 30            | Turkish Airlines       | 0,8679         | 2        |
| 1             | China Eastern      | 1              | 3        | 31            | Air China              | 0,8641         | 3        |
| 1             | China Southern     | 1              | 3        | 32            | Lufthansa              | 0,8001         | 3        |
| 1             | Delta Air Lines    | 1              | 3        | 33            | EVA Air                | 0,7555         | 1        |
| 1             | easyJet            | 1              | 2        | 34            | Garuda Indonesia       | 0,7550         | 2        |
| 1             | Emirates           | 1              | 2        | 35            | ANA All Nippon Airways | 0,7416         | 2        |
| 1             | Hainan Airlines    | 1              | 2        | 36            | Copa Airlines          | 0,7172         | 1        |
| 1             | Icelandair         | 1              | 1        | 37            | South African Airways  | 0,7061         | 1        |
| 1             | Japan Airlines     | 1              | 2        | 38            | Virgin Australia       | 0,6700         | 1        |
| 1             | Korean Air         | 1              | 2        | 39            | Air New Zealand        | 0,6578         | 1        |
| 1             | Norwegian          | 1              | 1        | 40            | British Airways        | 0,6327         | 2        |
| 1             | Qantas Airways     | 1              | 2        | 41            | Thai Airways           | 0,6139         | 1        |
| 1             | SAS Scandinavian   | 1              | 2        | 42            | Air Canada             | 0,6105         | 3        |
| 1             | Singapore Airlines | 1              | 1        | 43            | Finnair                | 0,6011         | 1        |
| 1             | Southwest Airlines | 1              | 3        | 44            | Air France             | 0,5356         | 3        |
| 1             | TAP Air Portugal   | 1              | 1        | 44            | KLM                    | 0,5355         | 3        |
| 1             | United Airlines    | 1              | 3        |               |                        |                |          |

**Çizelge A.7 : Kategorik VZA model 7 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 7   |                    |                |          |               |                        |                |          |
|---------------|--------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB                | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Alaska Airlines    | 1              | 2        | 24            | Qantas Airways         | 0,9272         | 2        |
| 1             | American Airlines  | 1              | 3        | 25            | Turkish Airlines       | 0,9186         | 2        |
| 1             | Bangkok Airways    | 1              | 1        | 26            | SAS Scandinavian       | 0,9015         | 2        |
| 1             | British Airways    | 1              | 2        | 27            | China Airlines         | 0,8939         | 1        |
| 1             | easyJet            | 1              | 2        | 28            | South African Airways  | 0,8506         | 1        |
| 1             | Emirates           | 1              | 2        | 29            | Aegean Airlines        | 0,8347         | 1        |
| 1             | Hawaiian Airlines  | 1              | 1        | 30            | China Eastern          | 0,8236         | 3        |
| 1             | Jet Airways        | 1              | 1        | 31            | Hainan Airlines        | 0,7886         | 2        |
| 1             | Norwegian          | 1              | 1        | 32            | Thai Airways           | 0,7751         | 1        |
| 1             | Singapore Airlines | 1              | 1        | 33            | EVA Air                | 0,7382         | 1        |
| 1             | United Airlines    | 1              | 3        | 34            | Asiana Airlines        | 0,7336         | 1        |
| 12            | Air New Zealand    | 0,9988         | 1        | 35            | Korean Air             | 0,7165         | 2        |
| 13            | Avianca            | 0,9975         | 2        | 36            | Air France             | 0,6997         | 3        |
| 14            | Copa Airlines      | 0,9889         | 1        | 37            | Japan Airlines         | 0,6994         | 2        |
| 15            | Aeromexico         | 0,9876         | 1        | 38            | KLM                    | 0,6929         | 3        |
| 16            | Vietnam Airlines   | 0,9840         | 1        | 39            | Delta Air Lines        | 0,6903         | 3        |
| 17            | Air China          | 0,9732         | 3        | 40            | Southwest Airlines     | 0,6787         | 3        |
| 18            | Icelandair         | 0,9730         | 1        | 41            | Air Canada             | 0,6731         | 3        |
| 19            | Cathay Pacific     | 0,9686         | 2        | 42            | Garuda Indonesia       | 0,6624         | 2        |
| 20            | Virgin Australia   | 0,9680         | 1        | 43            | ANA All Nippon Airways | 0,6424         | 2        |
| 21            | TAP Air Portugal   | 0,9667         | 1        | 44            | China Southern         | 0,4926         | 3        |
| 22            | Finnair            | 0,9529         | 1        | 45            | Lufthansa              | 0,4840         | 3        |
| 23            | Aeroflot           | 0,9513         | 2        |               |                        |                |          |

**Çizelge A.8 : Kategorik VZA model 8 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 8   |                       |                |          |               |                        |                |          |
|---------------|-----------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB                   | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Aeromexico            | 1              | 1        | 25            | Alaska Airlines        | 0,7455         | 2        |
| 1             | Air China             | 1              | 3        | 26            | Air New Zealand        | 0,7389         | 1        |
| 1             | Asiana Airlines       | 1              | 1        | 27            | Copa Airlines          | 0,7267         | 1        |
| 1             | Bangkok Airways       | 1              | 1        | 28            | Virgin Australia       | 0,6861         | 1        |
| 1             | China Eastern         | 1              | 3        | 29            | Finnair                | 0,6621         | 1        |
| 1             | China Southern        | 1              | 3        | 30            | EVA Air                | 0,6616         | 1        |
| 1             | Icelandair            | 1              | 1        | 31            | Garuda Indonesia       | 0,6576         | 2        |
| 1             | Jet Airways           | 1              | 1        | 32            | American Airlines      | 0,6190         | 3        |
| 1             | Korean Air            | 1              | 2        | 33            | easyJet                | 0,5863         | 2        |
| 1             | Norwegian             | 1              | 1        | 34            | Emirates               | 0,5746         | 2        |
| 1             | Qantas Airways        | 1              | 2        | 35            | Cathay Pacific         | 0,5691         | 2        |
| 1             | South African Airways | 1              | 1        | 36            | Turkish Airlines       | 0,5407         | 2        |
| 1             | TAP Air Portugal      | 1              | 1        | 37            | Hainan Airlines        | 0,5384         | 2        |
| 1             | Thai Airways          | 1              | 1        | 38            | British Airways        | 0,5371         | 2        |
| 1             | United Airlines       | 1              | 3        | 39            | Air France             | 0,5346         | 3        |
| 17            | Vietnam Airlines      | 0,9631         | 1        | 39            | KLM                    | 0,5345         | 3        |
| 18            | Hawaiian Airlines     | 0,9412         | 1        | 41            | Japan Airlines         | 0,5288         | 2        |
| 19            | Singapore Airlines    | 0,8812         | 1        | 42            | Aeroflot               | 0,4501         | 2        |
| 20            | Southwest Airlines    | 0,8504         | 3        | 43            | Lufthansa              | 0,4500         | 3        |
| 21            | Delta Air Lines       | 0,8448         | 3        | 44            | Air Canada             | 0,4287         | 3        |
| 22            | China Airlines        | 0,8211         | 1        | 45            | ANA All Nippon Airways | 0,4189         | 2        |
| 23            | Avianca               | 0,7744         | 2        |               |                        |                |          |

**Çizelge A.9 : Kategorik VZA model 9 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 9   |                    |                |          |               |                        |                |          |
|---------------|--------------------|----------------|----------|---------------|------------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB                | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Aegean Airlines    | 1              | 1        | 24            | China Eastern          | 0,9897         | 3        |
| 1             | Alaska Airlines    | 1              | 2        | 25            | Hawaiian Airlines      | 0,9857         | 1        |
| 1             | Asiana Airlines    | 1              | 1        | 26            | American Airlines      | 0,9744         | 3        |
| 1             | Bangkok Airways    | 1              | 1        | 27            | British Airways        | 0,9355         | 2        |
| 1             | Cathay Pacific     | 1              | 2        | 28            | Air Canada             | 0,9290         | 3        |
| 1             | China Airlines     | 1              | 1        | 29            | EVA Air                | 0,9150         | 1        |
| 1             | China Southern     | 1              | 3        | 30            | Air France             | 0,9054         | 3        |
| 1             | Delta Air Lines    | 1              | 3        | 30            | KLM                    | 0,9053         | 3        |
| 1             | easyJet            | 1              | 2        | 32            | Aeroflot               | 0,9004         | 2        |
| 1             | Emirates           | 1              | 2        | 33            | Turkish Airlines       | 0,8714         | 2        |
| 1             | Hainan Airlines    | 1              | 2        | 34            | Jet Airways            | 0,8551         | 1        |
| 1             | Japan Airlines     | 1              | 2        | 35            | Air China              | 0,8531         | 3        |
| 1             | Korean Air         | 1              | 2        | 36            | Copa Airlines          | 0,8430         | 1        |
| 1             | Lufthansa          | 1              | 3        | 37            | Aeromexico             | 0,8237         | 1        |
| 1             | Norwegian          | 1              | 1        | 38            | Avianca                | 0,8180         | 2        |
| 1             | Qantas Airways     | 1              | 2        | 39            | Virgin Australia       | 0,7745         | 1        |
| 1             | SAS Scandinavian   | 1              | 2        | 40            | Finnair                | 0,7706         | 1        |
| 1             | Singapore Airlines | 1              | 1        | 41            | Garuda Indonesia       | 0,7345         | 2        |
| 1             | Southwest Airlines | 1              | 3        | 42            | Icelandair             | 0,7295         | 1        |
| 1             | TAP Air Portugal   | 1              | 1        | 43            | South African Airways  | 0,7292         | 1        |
| 1             | Thai Airways       | 1              | 1        | 44            | ANA All Nippon Airways | 0,7245         | 2        |
| 1             | United Airlines    | 1              | 3        | 45            | Air New Zealand        | 0,6998         | 1        |
| 1             | Vietnam Airlines   | 1              | 1        |               |                        |                |          |

**Çizelge A.10 : Kategorik VZA model 10 ile elde edilen teknik etkinlik skorları.**

| VZA Model 10  |                        |                |          |               |                       |                |          |
|---------------|------------------------|----------------|----------|---------------|-----------------------|----------------|----------|
| Sıra Numarası | KVB                    | Etkinlik Skoru | Kategori | Sıra Numarası | KVB                   | Etkinlik Skoru | Kategori |
| 1             | Air Canada             | 1              | 3        | 25            | KLM                   | 0,9006         | 3        |
| 1             | Air France             | 1              | 3        | 26            | Icelandair            | 0,8820         | 1        |
| 1             | Air New Zealand        | 1              | 1        | 27            | EVA Air               | 0,7958         | 1        |
| 1             | Alaska Airlines        | 1              | 2        | 28            | Aegean Airlines       | 0,7918         | 1        |
| 1             | American Airlines      | 1              | 3        | 29            | easyJet               | 0,7715         | 2        |
| 1             | ANA All Nippon Airways | 1              | 2        | 30            | Finnair               | 0,7246         | 1        |
| 1             | Bangkok Airways        | 1              | 1        | 31            | China Eastern         | 0,6476         | 3        |
| 1             | British Airways        | 1              | 2        | 32            | China Southern        | 0,6213         | 3        |
| 1             | Copa Airlines          | 1              | 1        | 33            | Korean Air            | 0,5314         | 2        |
| 1             | Delta Air Lines        | 1              | 3        | 34            | Vietnam Airlines      | 0,4804         | 1        |
| 1             | Emirates               | 1              | 2        | 35            | Asiana Airlines       | 0,4289         | 1        |
| 1             | Hainan Airlines        | 1              | 2        | 36            | Jet Airways           | 0,3683         | 1        |
| 1             | Hawaiian Airlines      | 1              | 1        | 37            | Avianca               | 0,2891         | 2        |
| 1             | Japan Airlines         | 1              | 2        | 38            | China Airlines        | 0,2461         | 1        |
| 1             | Lufthansa              | 1              | 3        | 39            | Thai Airways          | 0,2312         | 1        |
| 1             | Norwegian              | 1              | 1        | 40            | Garuda Indonesia      | 0,1925         | 2        |
| 1             | Qantas Airways         | 1              | 2        | 41            | TAP Air Portugal      | 0              | 1        |
| 1             | SAS Scandinavian       | 1              | 2        | 42            | Cathay Pacific        | 0              | 2        |
| 1             | Singapore Airlines     | 1              | 1        | 42            | South African Airways | 0              | 1        |
| 21            | Air China              | 0,9927         | 3        | 42            | Turkish Airlines      | 0              | 2        |
| 22            | Southwest Airlines     | 0,9504         | 3        | 42            | Virgin Australia      | 0              | 1        |
| 23            | United Airlines        | 0,9357         | 3        |               |                       |                |          |

**Çizelge A.11 : SSA model 1'e ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA MODEL 1                                                                  |          |               |                    |       |                   |            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|--------------------|-------|-------------------|------------|
| Ücretli Yolcu Mesafesi (Bağımlı Değişken)                                    | KATSAYI  | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |            |
| Arz Edilen Koltuk-Km                                                         | 0.684521 | 0.054604      | 12.54              | 0     | 0.5774995         | 0.7915433  |
| Personel Sayısı                                                              | -0.52208 | 0.2381921     | -2.19              | 0.028 | -0.9889255        | -0.0552296 |
| Filo Büyüklüğü                                                               | 201.3324 | 31.57978      | 6.38               | 0     | 139.4371          | 263.2276   |
| Taşınan Yolcu Sayısı                                                         | -507.897 | 168.035       | -3.02              | 0.003 | -837.2393         | -178.5543  |
| Taşınan Kargo Miktarı                                                        | 0.006472 | 0.0020093     | 3.22               | 0.001 | 0.0025336         | 0.01041    |
| Yük Faktörü                                                                  | 399.1387 | 219.0367      | 1.82               | 0.068 | -30.16541         | 828.4427   |
| Sabit Terim                                                                  | -29698   | 44433         | -0.67              | 0.504 | -116785.1         | 57389.03   |
| /lnsig2v                                                                     | 19.55947 | 0.1924501     | 101.63             | 0     | 19.18228          | 19.93667   |
| /lnsig2u                                                                     | -5.30535 | 1463525       | 0                  | 1     | -2868461          | 2868451    |
| sigma_v                                                                      | 17672.01 | 1700.49       |                    |       | 14634.54          | 21339.92   |
| sigma_u                                                                      | 0.070462 | 51561.77      |                    |       | 0                 | .          |
| sigma2                                                                       | 3.12E+08 | 6.01E+07      |                    |       | 1.95E+08          | 4.30E+08   |
| lambda                                                                       | 3.99E-06 | 51589.87      |                    |       | -101114.3         | 101114.3   |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00 Prob>=chibar2 = 1.000 |          |               |                    |       |                   |            |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |          |               | Gözlem Sayısı : 54 |       |                   |            |

**Çizelge A.12 : SSA model 2'e ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA MODEL 2                                                                  |            |               |                    |       |                   |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--------------------|-------|-------------------|------------|
| Yük Faktörü (Bağımlı Değişken)                                               | KATSAYI    | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |            |
| Cari Oran                                                                    | -13.25708  | 3.431017      | -3.86              | 0     | -19.98176         | -6.532414  |
| Nakit ( Hazır Değerler ) Oran                                                | 10.5546    | 4.080504      | 2.59               | 0.01  | 2.556955          | 18.55224   |
| Borçlanma Oranı                                                              | -0.1696574 | 0.040572      | -4.18              | 0     | -0.249177         | -0.0901378 |
| Uzun Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı                                | 16.1546    | 5.195986      | 3.11               | 0.002 | 5.970656          | 26.33855   |
| Öz Sermaye Kârlılığı                                                         | 0.0469601  | 0.0176595     | 2.66               | 0.008 | 0.0123481         | 0.081572   |
| Filo Büyüklüğü                                                               | -0.0133143 | 0.0044328     | -3                 | 0.003 | -0.0220024        | -0.0046261 |
| Taşınan Yolcu Sayısı                                                         | 0.0936664  | 0.0279763     | 3.35               | 0.001 | 0.0388338         | 0.148499   |
| Sabit Terim                                                                  | 85.93832   | 6.925804      | 12.41              | 0     | 72.364            | 99.51265   |
| /lnsig2v                                                                     | 2.455269   | 0.1924949     | 12.75              | 0     | 2.077986          | 2.832552   |
| /lnsig2u                                                                     | -5.30478   | 235.8371      | -0.02              | 0.982 | -467.537          | 456.9275   |
| sigma_v                                                                      | 3.413146   | 0.3285065     |                    |       | 2.826369          | 4.121742   |
| sigma_u                                                                      | 0.0704825  | 8.3112        |                    |       | 3.00E-102         | 1.66E+99   |
| sigma2                                                                       | 11.65453   | 2.32514       |                    |       | 7.09734           | 16.21172   |
| lambda                                                                       | 0.0206503  | 8.379621      |                    |       | -16.40311         | 16.44441   |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00 Prob>=chibar2 = 1.000 |            |               |                    |       |                   |            |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |            |               | Gözlem Sayısı : 56 |       |                   |            |

**Çizelge A.13 : SSA model 3'e ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA MODEL 3                                                                  |            |               |                    |       |                   |          |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--------------------|-------|-------------------|----------|
| Genel Skor ( Bağımlı Değişken)                                               | KATSAYI    | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |          |
| Filo Büyüklüğü                                                               | -0.0036271 | 0.0011282     | -3.21              | 0.001 | -0.0058383        | -0.00142 |
| Zamanında Kalkış Performansı                                                 | -0.0300084 | 0.018498      | -1.62              | 0.105 | -0.0662638        | 0.006247 |
| Atmosfair Havayolu İndeksi                                                   | -0.0619346 | 0.0228816     | -2.71              | 0.007 | -0.1067817        | -0.01709 |
| Personel Sayısı                                                              | 0.0000176  | 9.58E-06      | 1.84               | 0.066 | -1.15E-06         | 3.64E-05 |
| Sabit Terim                                                                  | 14.32373   | 2.195304      | 6.52               | 0     | 10.02101          | 18.62645 |
| /lnsig2v                                                                     | -0.8382656 | 0.8080221     | -1.04              | 0.3   | -2.42196          | 0.745429 |
| /lnsig2u                                                                     | 0.6846598  | 0.6252822     | 1.09               | 0.274 | -0.5408708        | 1.91019  |
| sigma_v                                                                      | 0.6576168  | 0.2656845     |                    |       | 0.2979052         | 1.451669 |
| sigma_u                                                                      | 1.408225   | 0.4402689     |                    |       | 0.7630472         | 2.598918 |
| sigma2                                                                       | 2.415557   | 0.9627701     |                    |       | 0.5285621         | 4.302552 |
| lambda                                                                       | 2.141406   | 0.6798831     |                    |       | 0.8088597         | 3.473953 |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 1.02 Prob>=chibar2 = 0.156 |            |               |                    |       |                   |          |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |            |               | Gözlem Sayısı : 55 |       |                   |          |

**Çizelge A.14 : SSA model 5'e ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA Model 5                                                                  |            |               |                    |       |                   |          |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--------------------|-------|-------------------|----------|
| Zamanında Kalkış Performansı (Bağımlı Değişken )                             | KATSAYI    | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |          |
| Filo Büyüklüğü                                                               | -0.0126991 | 0.0124243     | -1.02              | 0.307 | -0.03705          | 0.011652 |
| Taşınan Yolcu Sayısı                                                         | 0.0547658  | 0.057464      | 0.95               | 0.341 | -0.05786          | 0.167393 |
| Yük Faktörü                                                                  | -0.0721453 | 0.1019537     | -0.71              | 0.479 | -0.27197          | 0.12768  |
| Personel Sayısı                                                              | 0.0001503  | 0.0001067     | 1.41               | 0.159 | -5.9E-05          | 0.00036  |
| Toplam Devlet Sahipliği                                                      | 0.0049939  | 0.0257867     | 0.19               | 0.846 | -0.04555          | 0.055535 |
| Arz Edilen Koltuk-Km                                                         | -0.0000236 | 0.000024      | -0.98              | 0.326 | -7.1E-05          | 2.35E-05 |
| Taşınan Kargo Miktarı                                                        | -8.03E-07  | 6.81E-07      | -1.18              | 0.238 | -2.14E-06         | 5.32E-07 |
| Sabit Terim                                                                  | 94.18476   | 7.699122      | 12.23              | 0     | 79.09476          | 109.2748 |
| /lnsig2v                                                                     | 2.337193   | 0.690542      | 3.38               | 0.001 | 0.983756          | 3.690631 |
| /lnsig2u                                                                     | 4.400949   | 0.3907002     | 11.26              | 0     | 3.635191          | 5.166708 |
| sigma_v                                                                      | 3.217474   | 1.110901      |                    |       | 1.635384          | 6.330096 |
| sigma_u                                                                      | 9.029298   | 1.763874      |                    |       | 6.157036          | 13.24147 |
| sigma2                                                                       | 91.88037   | 27.52693      |                    |       | 37.92858          | 145.8322 |
| lambda                                                                       | 2.806331   | 2.644944      |                    |       | -2.37766          | 7.990326 |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 4.88 Prob>=chibar2 = 0.014 |            |               |                    |       |                   |          |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |            |               | Gözlem Sayısı : 53 |       |                   |          |

**Çizelge A.15 : SSA model 6'a ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA Model 6                                                                  |          |               |                    |       |                   |          |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|--------------------|-------|-------------------|----------|
| Borçlanma Oranı<br>(Bağımlı Değişken)                                        | KATSAYI  | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |          |
| Yük Faktörü                                                                  | -0.57206 | 0.3481616     | -1.64              | 0.1   | -1.25444          | 0.110325 |
| Öz Sermaye Kârlılığı                                                         | 0.065631 | 0.0576746     | 1.14               | 0.255 | -0.04741          | 0.178671 |
| Ner Kâr Marjı                                                                | -2.02468 | 0.4780221     | -4.24              | 0     | -2.96158          | -1.08777 |
| Faaliyet Kâr Marjı                                                           | 0.608939 | 0.4416396     | 1.38               | 0.168 | -0.25666          | 1.474536 |
| Kısa Vadeli Borçların<br>Toplam Varlıklara<br>Oranı                          | 135.7069 | 30.67532      | 4.42               | 0     | 75.58438          | 195.8294 |
| Sabit Terim                                                                  | 87.63992 | 28.1107       | 3.12               | 0.002 | 32.54396          | 142.7359 |
| /lnsig2v                                                                     | 3.933667 | 0.6201459     | 6.34               | 0     | 2.718203          | 5.14913  |
| /lnsig2u                                                                     | 5.56265  | 0.4662852     | 11.93              | 0     | 4.648748          | 6.476552 |
| sigma_v                                                                      | 7.148005 | 2.216403      |                    |       | 3.892694          | 13.12561 |
| sigma_u                                                                      | 16.14039 | 3.763013      |                    |       | 10.22028          | 25.48974 |
| sigma2                                                                       | 311.6063 | 100.4715      |                    |       | 114.6858          | 508.5268 |
| lambda                                                                       | 2.258028 | 5.598984      |                    |       | -8.71578          | 13.23183 |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 3.22 Prob>=chibar2 = 0.036 |          |               |                    |       |                   |          |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |          |               | Gözlem Sayısı : 56 |       |                   |          |

**Çizelge A.16 : SSA model 7'e ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA Model 7                                                                  |           |               |                    |       |                   |            |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|--------------------|-------|-------------------|------------|
| Kârlılık<br>(Bağımlı Değişken)                                               | KATSAYI   | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |            |
| Filo Büyüklüğü                                                               | 0.0006944 | 0.0003748     | 1.85               | 0.064 | -4E-05            | 0.0014289  |
| Yük Faktörü                                                                  | 0.0451869 | 0.0209417     | 2.16               | 0.031 | 0.004142          | 0.0862319  |
| Cari Oran                                                                    | 1.48917   | 0.7218702     | 2.06               | 0.039 | 0.074331          | 2.90401    |
| Likit ( Asit Test ) Oran                                                     | -2.327119 | 0.9342912     | -2.49              | 0.013 | -4.1583           | -0.495942  |
| Nakit<br>Hazır Değerler ) Oran                                               | 1.80835   | 1.117222      | 1.62               | 0.106 | -0.38137          | 3.998066   |
| Sabit Terim                                                                  | -3.993206 | 1.858726      | -2.15              | 0.032 | -7.63624          | -0.3501706 |
| /lnsig2v                                                                     | -0.876469 | 0.2408675     | -3.64              | 0     | -1.34856          | -0.4043773 |
| /lnsig2u                                                                     | -1.62558  | 0.5583423     | -2.91              | 0.004 | -2.71991          | -0.5312496 |
| sigma_v                                                                      | 0.6451745 | 0.0777008     |                    |       | 0.509523          | 0.8169408  |
| sigma_u                                                                      | 0.4436186 | 0.1238455     |                    |       | 0.256672          | 0.7667267  |
| sigma2                                                                       | 0.6130475 | 0.1269504     |                    |       | 0.364229          | 0.8618658  |
| lambda                                                                       | 0.6875947 | 0.1631697     |                    |       | 0.367788          | 1.007402   |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 5.30 Prob>=chibar2 = 0.011 |           |               |                    |       |                   |            |
| Üssel Dağılım                                                                |           |               | Gözlem Sayısı : 59 |       |                   |            |

**Çizelge A.17 : SSA model 8'e ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA Model 8                                                                  |            |               |                    |       |                   |          |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--------------------|-------|-------------------|----------|
| Skytrax En iyi 100 Havayolu Sıralaması (Bağımlı Değişken)                    | KATSAYI    | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |          |
| Borç Öz Sermaye Oranı                                                        | -0.0379989 | 0.015622      | -2.43              | 0.015 | -0.06862          | -0.00738 |
| Uzun Vadeli Borçların Toplam Varlıklara Oranı                                | 87.92581   | 28.04117      | 3.14               | 0.002 | 32.96612          | 142.8855 |
| Faaliyet Kâr Marjı                                                           | 1.56685    | 0.546427      | 2.87               | 0.004 | 0.495873          | 2.637827 |
| Sabit Terim                                                                  | 9.033661   | 52.82533      | 0.17               | 0.864 | -94.5021          | 112.5694 |
|                                                                              |            |               |                    |       |                   |          |
| /lnsig2v                                                                     | 6.307126   | 0.1925456     | 32.76              | 0     | 5.929743          | 6.684508 |
| /lnsig2u                                                                     | -5.305252  | 1838.818      | 0                  | 0.998 | -3609.32          | 3598.713 |
|                                                                              |            |               |                    |       |                   |          |
| sigma_v                                                                      | 23.41936   | 2.254648      |                    |       | 19.39221          | 28.28281 |
| sigma_u                                                                      | 0.0704659  | 64.78703      |                    |       | 0                 | .        |
| sigma2                                                                       | 548.4713   | 105.7128      |                    |       | 341.278           | 755.6645 |
| lambda                                                                       | 0.0030089  | 64.89695      |                    |       | -127.193          | 127.1987 |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00 Prob>=chibar2 = 1.000 |            |               |                    |       |                   |          |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |            |               | Gözlem Sayısı : 54 |       |                   |          |

**Çizelge A.18 : SSA model 9'a ait SSA çıktı tablosu.**

| Model 9                                                                       |            |               |                    |       |                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--------------------|-------|-------------------|------------|
| Öz Sermaye Kârlılığı                                                          | KATSAYI    | STANDART HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN ARALIĞI |            |
| Personel Sayısı                                                               | -0.0000803 | 0.0001383     | -0.58              | 0.561 | -0.0003514        | 0.0001908  |
| Filo Büyüklüğü                                                                | 0.0031696  | 0.006974      | 0.45               | 0.649 | -0.0104993        | 0.0168384  |
| Arz Edilen Koltuk-Km                                                          | 0.0000395  | 0.0000268     | 1.47               | 0.14  | -0.000013         | 0.0000919  |
| Borçlanma Oranı                                                               | -0.1087461 | 0.0499762     | -2.18              | 0.03  | -0.2066977        | -0.0107944 |
| Cari Oran                                                                     | 7.322203   | 2.675275      | 2.74               | 0.006 | 2.078761          | 12.56565   |
| Sabit Terim                                                                   | 6.065177   | 2.100265      | 2.89               | 0.004 | 1.948734          | 10.18162   |
|                                                                               |            |               |                    |       |                   |            |
| /lnsig2v                                                                      | -27.37281  | 240.3658      | -0.11              | 0.909 | -498.4812         | 443.7355   |
| /lnsig2u                                                                      | 4.902109   | 0.1841149     | 26.63              | 0     | 4.54125           | 5.262967   |
|                                                                               |            |               |                    |       |                   |            |
| sigma_v                                                                       | 1.14E-06   | 0.0001367     |                    |       | 5.70E-109         | 2.27E+96   |
| sigma_u                                                                       | 11.60057   | 1.067919      |                    |       | 9.685453          | 13.89437   |
| sigma2                                                                        | 134.5733   | 24.77695      |                    |       | 86.01133          | 183.1352   |
| lambda                                                                        | 1.02E+07   | 1.067919      |                    |       | 1.02E+07          | 1.02E+07   |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 22.96 Prob>=chibar2 = 0.000 |            |               |                    |       |                   |            |
| Yarı - Normal Dağılım                                                         |            |               | Gözlem Sayısı : 59 |       |                   |            |

**Çizelge A.19 : SSA model 10'a ait SSA çıktı tablosu.**

| SSA Model 10                                                                 |            |                  |                    |       |                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|--------------------|-------|----------------------|------------|
| Skytrax En İyi 100<br>Havayolu Sıralaması<br>( Bağımlı Değişken )            | KATSAYI    | STANDART<br>HATA | Z                  | P>  Z | %95 GÜVEN<br>ARALIĞI |            |
| Filo Büyüklüğü                                                               | 0.1166356  | 0.0266707        | 4.37               | 0     | 0.064362             | 0.1689091  |
| Taşınan Yolcu Sayısı                                                         | -0.4184987 | 0.1797219        | -2.33              | 0.02  | -0.77075             | -0.0662503 |
| Yük Faktörü                                                                  | 1.019464   | 0.2393813        | 4.26               | 0     | 0.550285             | 1.488642   |
| Cari Oran                                                                    | -26.82792  | 8.804085         | -3.05              | 0.002 | -44.0836             | -9.572232  |
| Arz Edilen Koltuk-Km                                                         | -0.0002192 | 0.0000431        | -5.09              | 0     | -0.0003              | -0.0001348 |
| Zamanında Kalkış<br>Performansı                                              | 1.159667   | 0.4225904        | 2.74               | 0.006 | 0.331405             | 1.987929   |
| Sabit Terim                                                                  | -113.3938  | 58.94984         | -1.92              | 0.054 | -228.933             | 2.145744   |
|                                                                              |            |                  |                    |       |                      |            |
| /lnsig2v                                                                     | 5.870253   | 0.1891223        | 31.04              | 0     | 5.499581             | 6.240926   |
| /lnsig2u                                                                     | -5.305289  | 1425.383         | 0                  | 0.997 | -2799                | 2788.393   |
|                                                                              |            |                  |                    |       |                      |            |
| sigma_v                                                                      | 18.82389   | 1.780008         |                    |       | 15.63935             | 22.65687   |
| sigma_u                                                                      | 0.0704646  | 50.21952         |                    |       | 0                    | .          |
| sigma2                                                                       | 354.3437   | 67.11565         |                    |       | 222.7995             | 485.888    |
| lambda                                                                       | 0.0037434  | 50.31921         |                    |       | -98.6201             | 98.62758   |
| Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00 Prob>=chibar2 = 1.000 |            |                  |                    |       |                      |            |
| Yarı - Normal Dağılım                                                        |            |                  | Gözlem Sayısı : 56 |       |                      |            |

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Umut AYDIN  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 24.03.1993 İstanbul  
**E-posta** : uaydin@bandirma.edu.tr

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği (İ.Ö.)
- **Yükseklisans** : 2018, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Bölümü