

**TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN HAVAYOLU
TAŞIMACILIĞINA YÖNELİK PERFORMANSLARININ
VERİ ZARFLAMA VE TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION THE PERFORMANCES OF PROVINCES
OF TURKEY ACCORDING TO AIR TRANSPORTATION
WITH DATA ENVELOPMENT AND PRINCIPAL
COMPONENT ANALYSIS**

BARIŞ ARIBAL

Doç. Dr. DERYA ERSEL

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

İstatistik Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2021

ÖZET

TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN HAVAYOLU TAŞIMACILIĞINA YÖNELİK PERFORMANSLARININ VERİ ZARFLAMA VE TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Barış ARIBAL

Yüksek Lisans, İstatistik Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Derya ERSEL

Ocak 2021, 72 sayfa

Bu çalışmada, Türkiye'deki illerin istatistiksel göstergeleri ile havayolu taşımacılığı istatistikleri arasında nasıl bir ilişki olduğu incelenmiştir. Öncelikle TÜİK İl Göstergelerinde yer alan illere ait istatistiklerden yararlanılarak, hangi göstergelerin havayolu taşımacılığı istatistikleri ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir. Burada havalimanı bulunan illere ait göstergeler kullanılacaktır. Havayolu taşımacılığı istatistikleri ile doğrudan ilişkili olan göstergeler belirlendikten sonra havalimanı olan veya olmayan bütün illere ait göstergeler kullanılarak, Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi yöntemlerinden yararlanılarak iller havayolu taşımacılığı potansiyeline göre sıralanabilmektedir. Bu sayede havalimanı bulunmayan iller arasında havayolu taşımacılığı için potansiyeli en yüksek olan iller ve havalimanı bulunan ancak havayolu taşımacılığı açısından potansiyelinin altında kalmış olan iller belirlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: havayolu taşımacılığı, temel bileşenler analizi, veri zarflama analizi, istatistiksel ilişki, etkinlik

ABSTRACT

EVALUATION THE PERFORMANCES OF PROVINCES OF TURKEY ACCORDING TO AIR TRANSPORTATION WITH DATA ENVELOPMENT AND PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Barış ARIBAL

Master, Department of Statistics

Supervisor: Doç. Dr. Derya ERSEL

January 2021, 72 pages

In this study, the relationship between statistical indicators of provinces in Turkey and air transportation statistics will be examined. First of all, the statistics related to the provinces included in the TUIK Provincial Indicators will be used to determine which indicators are directly related to airline transportation statistics. Indicators of the provinces where the airport is located will be used here. After determining the indicators directly related to air transportation statistics, provinces can be ranked according to air transport potential with the help of Data Envelopment Analysis and Principal Component Analysis methods by using indicators belonging to all provinces with or without airport. In this way, the provinces with the highest potential for air transportation among the provinces that do not have an airport and the provinces which have an airport but which are below the potential in terms of air transport can be identified.

Keywords: air transport, principal component analysis, data envelopment analysis, statistical relationship, efficiency

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatım boyunca hep yanımda olan aileme ve tez çalıőmamın bütün aőamalarında bana destek olan danışmanım Doç. Dr. Derya ERSEL'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ	4
2.1. Temel Bileşenler Analizi ve Tarihsel Gelişimi.....	4
2.2. Temel Bileşenler Analizi'nin Amaçları	5
2.3. Temel Bileşenlerin Elde Edilmesi	6
2.3.1. İlişkili Z _{ij} Değerlerinin İlişkisiz Y _{ij} Değerlerine Dönüştürülmesi.....	6
2.3.2. Y Matrisinin Ortalama Vektörü ve Varyans-Kovaryans Matrisi.....	7
2.3.3. Temel Bileşen Sayısı	10
2.4. Sağlam Temel Bileşenler Analizi.....	10
2.5. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Testi	11
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	12
3.1. Veri Zarflama Analizi ve Tarihsel Gelişimi.....	12
3.2. Veri Zarflama Analizi'nin Avantajları ve Dezavantajları	13
3.3. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Aşamaları	14
3.4. Veri Zarflama Analizi Modelleri	14
3.4.1. Charnes Cooper Rhodes Modeli.....	15
3.4.2. Banker Charnes Cooper Modelleri.....	18
3.5. Veri Zarflama Analizi'nde Etkinlik	21
4. UYGULAMA.....	23
4.1. Türkiye'de Havayolu Taşımacılığı	23
4.1.1. Türkiye'de Havayolu Taşımacılığının Gelişimi	23
4.1.2. Türkiye'de İllere Göre Havayolu Taşımacılığı	24
4.1.3. Havayolu Yolcu Sayısı ve İllere Ait Diğer Göstergeler Arasındaki İlişki.....	27
4.1.3.1 Havayolu Yolcu Sayısı ve Nüfus-Göç İstatistikleri.....	28
4.1.3.2 Havayolu Yolcu Sayısı ve Turizm İstatistikleri.....	29

4.1.3.3 Havayolu Yolcu Sayısı ve Dış Ticaret İstatistikleri	29
4.1.3.4 Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulusal Hesap İstatistikleri	30
4.1.3.5 Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulaştırma İstatistikleri	30
4.1.3.6 Havayolu Yolcu Sayısı ve Tarım İstatistikleri	31
4.1.3.7 Havayolu Yolcu Sayısı ve İnşaat-Konut İstatistikleri	31
4.1.3.8 Havayolu Yolcu Sayısı ve Enerji İstatistikleri	32
4.1.3.9 Havayolu Yolcu Sayısı ve Kültür İstatistikleri	32
4.1.3.10 Havayolu Yolcu Sayısı ve Sağlık İstatistikleri	33
4.1.3.11 Havayolu Yolcu Sayısı ve Eğitim İstatistikleri	33
4.2 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkisi Ölçülen Göstergelere İlişkin Değerlendirme	34
4.3 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergeler.....	35
4.4 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergelerin Analizi	36
4.4.1 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergelerin TBA ile Analizi	36
4.4.1.1 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Testi.....	37
4.4.1.2 Temel Bileşenlerin Öz Değerleri ve Varyans Açıklama Yüzdeleri.....	37
4.4.2 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergelerin VZA ile Analizi	58
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	65
6. YORUM	69
7. KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. BCC ve CCR Modellerinde Etkinlik Sınırları.....	22
--	----

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. İllere Göre Havayolu Yolcu Sayıları.....	25
Çizelge 4.2. Havayolu Yolcu Sayısı ve Nüfus-Göç İstatistikleri.....	28
Çizelge 4.3. Havayolu Yolcu Sayısı ve Turizm İstatistikleri.....	29
Çizelge 4.4. Havayolu Yolcu Sayısı ve Dış Ticaret İstatistikleri.....	29
Çizelge 4.5. Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulusal Hesap İstatistikleri.....	30
Çizelge 4.6. Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulaştırma İstatistikleri.....	30
Çizelge 4.7. Havayolu Yolcu Sayısı ve Tarım İstatistikleri.....	31
Çizelge 4.8. Havayolu Yolcu Sayısı ve İnşaat-Konut İstatistikleri.....	31
Çizelge 4.9. Havayolu Yolcu Sayısı ve Enerji İstatistikleri.....	32
Çizelge 4.10. Havayolu Yolcu Sayısı ve Kültür İstatistikleri.....	32
Çizelge 4.11. Havayolu Yolcu Sayısı ve Sağlık İstatistikleri.....	33
Çizelge 4.12. Havayolu Yolcu Sayısı ve Eğitim İstatistikleri.....	33
Çizelge 4.13. Havayolu Yolcu Sayısıyla İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergeler.	35
Çizelge 4.14. Temel Bileşenlerin Varyans Açıklama Yüzdeleri ve Birikimli Varyans Açıklama Yüzdeleri.....	38
Çizelge 4.15. Değişkenlerin Birinci Temel Bileşen Üzerindeki Ağırlıkları.....	40
Çizelge 4.16. Ortak Faktör Varyanslarının Başlangıç ve Analiz Sonrası Değerleri.....	42
Çizelge 4.17. İllerin TBA Skor Değerleri ve Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyeli	44
Çizelge 4.18. İllerin 2018 Yılı Havayolu Yolcu Sayısı Sıralaması.....	46
Çizelge 4.19. İllerin TBA ile Elde Edilen Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyelleri ve 2018 Yılında Gerçekleşmiş Sıralamaları.....	48
Çizelge 4.20. Havalimanı Bulunmayan İllerin TBA Skor Değerlerine Göre Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyelleri.....	55
Çizelge 4.21. İllerin VZA ile Elde Edilen Etkinlik Değerleri.....	59
Çizelge 4.22. İllerin VZA ile Elde Edilen Etkinlik Değerleri Sıralaması(Büyükten Küçüğe).....	60

KISALTMALAR

TBA	Temel Bileşenler Analizi
VZA	Veri Zarflama Analizi
STBA	Sağlam Temel Bileşenler Analizi
CCR Modeli	Charnes Cooper Rhodes Modeli
BCC Modeli	Banker Charnes Cooper Modeli
MANOVA	Çok Değişkenli Varyans Analizi

1. GİRİŞ

Türkiye’de havayolu taşımacılığı hızla gelişmektedir. 1960’lı yıllarda 1 milyonun altında olan yolcu sayısı, 1988’de 10 milyonu, 2005’te 50 milyonu, 2010’da ise 100 milyonu aşmıştır. 2018 yılında Türkiye havalimanlarında 210 milyonun üzerinde yolcuya hizmet verilmiştir. ACI, EUROCONTROL, IATA gibi havacılık sektöründeki uluslararası kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalarda bu gelişimin hızla devam edeceği ön görülmektedir.

Türkiye 2018 yılında hizmet verilen yolcu sayısı sıralamasında Avrupa’da dördüncü, dünyada onuncu sırada yer almıştır. Havalimanı bazında ise en yoğun havalimanımız olan İstanbul Atatürk Havalimanı Avrupa’da beşinci, dünyada on altıncı sırada yer almıştır [18].

Havacılık sektöründeki bu gelişimle birlikte yeni havalimanlarına ve var olan havalimanlarında yeni yatırımlara olan ihtiyaç artmaktadır. Bu tez çalışmasında da hedef bu yatırımların verimli bir şekilde yapılabilmesi için istatistiksel bir ön görüde bulunulabilmesini sağlamak olacaktır.

Tez çalışmasında, ilk olarak TÜİK İl Göstergelerinde yer alan illere ait istatistiklerden yararlanılarak hangi göstergelerin havayolu taşımacılığı istatistikleri ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenecektir. Daha sonra havalimanı olan veya olmayan bütün illere ait göstergeler kullanılarak, Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi yöntemlerinden yararlanılarak iller havayolu taşımacılığı potansiyeline göre sıralanacaktır.

Bu iki yöntemle elde edilecek olan illere ait havayolu taşımacılığı potansiyelleri illerin gerçekleşmiş olan havayolu taşımacılığı istatistikleri ile karşılaştırılacak ve bu sayede havalimanı bulunmayan illerden hangilerine yapılabilecek havalimanlarının verimli olabileceği ve havalimanı bulunan illerden hangilerine yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceği ön görülebilecektir. Temel Bileşenler Analizi ve Veri Zarflama Analizi ile elde edilen sonuçlar gerçekleşmiş havayolu taşımacılığı istatistikleri dışında kendi aralarında da karşılaştırılacak ve iki yöntemden elde edilen sonuçların tutarlı olup olmadığı belirlenebilecektir.

Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi, literatürde pek çok uygulama alanında kullanılmaktadır. Tez çalışmasında, bu yöntemlerle illerin havayolu taşımacılığı bakımından potansiyelleri değerlendirilecektir. Literatürdeki çoğu çalışmada bu yöntemler havalimanı kalitesini farklı açılardan değerlendirmede kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise, havayolu taşımacılığında uygun rotayı belirlemek için de bu yöntemlere başvurulmuştur.

Ancak literatürde illerin istatistiksel göstergeleri ile havayolu taşımacılığı istatistikleri arasındaki ilişkiden yola çıkılarak yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma, mevcut havaalanlarının potansiyellerini karşılaştırmak ve yeni havaalanı kurulacak bölgeleri belirlemek açısından yol gösterici olacaktır.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde Temel Bileşenler Analizi ele alınacaktır. Yöntem genel olarak açıklanacak ve yöntemin kullanım alanlarından, tarihsel gelişiminden ve kullanımının sağladığı avantajlardan söz edilecektir. Tez çalışmasının üçüncü bölümünde Veri Zarflama Analizi ele alınacaktır. Yöntem genel olarak açıklanacak ve yöntemin kullanım alanlarından, tarihsel gelişiminden ve kullanımının sağladığı avantajlardan söz edilecektir. Yöntemde kullanılan model tipleri ve etkinlik kavramı ele alınacaktır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde ise Uygulama yapılacaktır. İlk olarak Temel Bileşenler Analizi ile illerin havayolu taşımacılığı potansiyeli belirlenecek ve gerçekleşmiş havayolu taşımacılığı istatistikleri ile karşılaştırma yapılarak illerin havayolu taşımacılığı açısından durumları değerlendirilebilecektir. Daha sonra aynı işlemler Veri Zarflama Analizi'nden elde edilecek havayolu taşımacılığı potansiyelleri için de uygulanacak ve son olarak da iki yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak iki yöntem ile elde edilen sonuçların tutarlı olup olmadıkları belirlenebilecektir.

2.TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ

Bu bölümde TBA ele alınacaktır. İlk olarak yöntemin tarihsel gelişimi, kullanım alanları ve kullanım amaçları ele alınacak, sonrasında yöntemden genel olarak bahsedilecektir.

2.1. Temel Bileşenler Analizi ve Tarihsel Gelişimi

TBA, çok değişkenli veri analizinin en eski ve en iyi bilinen tekniğidir. İlk olarak 1901'de Pearson tarafından ortaya atılmış ve 1933'te Hotelling tarafından geliştirilmiştir [1]. Yöntemin en modern hali ise 2002'de Jolliffe tarafından geliştirilmiştir [2]. TBA diğer çok değişkenli analiz yöntemleri gibi ilk ortaya atıldığı dönemde hesaplama zorluğu nedeniyle çok fazla kullanılmamıştır ancak günümüzde geliştirilen paket programlar ile kullanımı artmıştır.

TBA bugüne dek uygulamada tarım, biyoloji, kimya, klimatoloji, demografi, ekoloji, ekonomi bilimi, gıda araştırması, genetik, jeoloji, meteoroloji, psikoloji ve kalite kontrol gibi alanlarda kullanılmıştır [3].

TBA, bir dizi ilişkili değişkeni, temel bileşenler adı verilen daha az sayıda değişkene dönüştürmek için temel matematik ilkelerini kullanan bir tekniğin genel adıdır [1]. TBA, verileri yeni bir koordinata dönüştüren doğrusal bir dönüşümdür [2]. Yöntemin ana fikri, içinde çok sayıda birbiriyle ilişkili değişken bulunan bir veri kümesinin boyutunu düşürürken veri kümesinde mevcut değişimin(varyansın) mümkün olduğunca korunmasını sağlamaktır [1].

TBA'da genel olarak varyansı küçük olan değişkenler yüksek ilişki düzeyinde olmaktadır ancak bu konuda bir kesinlik bulunmamakta olup uygulamalara göre değişim gösterebilmektedir [2].

TBA, MANOVA, diskriminant analizi, kümeleme analizi ve kanonik korelasyon da dahil olmak üzere birçok klasik çok değişkenli yöntemin temelini oluşturmaktadır [4].

TBA, analizin uygulanacağı verinin normal dağılıma uyduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak uygulamada birçok veri normal dağılıma sahip değildir. Aynı şekilde birçok veride aykırı değer olarak adlandırılan gözlemler bulunmaktadır. Verinin normal dağılıma uymaması ya da aykırı değer içermesi durumunda sağlam yöntemlerden olan Sağlam Temel Bileşenler Analizi'nin kullanılması gerekmektedir [15].

2.2. Temel Bileşenler Analizi'nin Amaçları

TBA'nın amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Değişkenler arasındaki bağımlılık yapısının yok edilmesi
- Çok değişkenli veriden en önemli bilgileri ayırabilmek
- Sadece bu önemli bilgileri saklayarak verinin boyutunu azaltabilmek
- Veri setinin açıklanabilmesini kolaylaştırmak
- Gözlemlerin yapısını ve değişkenleri analiz etmek
- Değişkenlerin daha az sayıda temel bileşenlerde toplanması ile birlikte çok fazla bilgi kaybı olmadan boyut sayısını azaltmak

En geniş ifade ile TBA ile elde edilen verinin daha az değişkenle ve en az bilgi kaybı ile ifade edilebileceği dönüşümün gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu dönüşümden sonra elde edilen değişkenler ilk değişkenlerin temel bileşenleri olarak adlandırılmakta ve ilk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan değişken olmaktadır. Diğer temel bileşenler de toplam varyansı açıklama oranlarına göre büyükten küçüğe sıralanmaktadır [15].

2.3. Temel Bileşenlerin Elde Edilmesi

Bu alt bölümde, TBA'da temel bileşenlerin nasıl elde edilebileceği üzerinde durulacaktır. TBA'da öncelikle öz değerler elde edilir. Bulunan öz değerlerden yararlanılarak öz vektörler elde edilir. Bu öz vektörlerden ise öz vektörler matrisi elde edilir. Öz vektörler matrisinin her bir öz değer için öz değer kareköküyle çarpılmasıyla asıl temel bileşenler matrisi elde edilir. Bu matrisin her elemanının karesinin alınmasıyla ise varyans açıklama matrisi elde edilir. Böylece hangi değişkenin hangi değişkeni hangi yüzdeyle açıkladığı belirlenebilir. Yine bu matristen yararlanılarak da önemli temel bileşen sayısı elde edilebilir.

2.3.1. İlişkili Z_{ij} Değerlerinin İlişkisiz Y_{ij} Değerlerine Dönüştürülmesi

TBA'da diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerde olduğu gibi "n" tane gözlem için "p" tane değişken incelenmektedir. TBA ile buradaki "p" sayısının azaltılması ve değişkenler arasındaki bağımlılığın ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır.

TBA'da temel bileşenlerin elde edilmesinde $X_{p \times n}$ ham veri matrisi ya da $Z_{p \times n}$ standartlaştırılmış değerler matrisi kullanılabilir. Temel bileşenlerin bulunmasında ham veri matrisi kullanılıyorsa varyans-kovaryans matrisinden,

standartlaştırılmış veri matrisi kullanılıyorsa korelasyon matrisinden yararlanılmaktadır. Bu iki yolla elde edilen sonuçlar arasında ciddi farklar oluşabilmektedir, hangisinin tercih edileceği konusunda ise verilerin ölçü birimlerine göre karar verilebilmektedir. Verilerin ölçü birimleri ve varyansları birbirine yakınsa varyans-kovaryans matrisi, yakın değilse korelasyon matrisi tercih edilmektedir. Uygulamada verilerin ölçü birimlerinin birbirine yakın olması çok düşük ihtimal olduğundan Z_{pxn} standartlaştırılmış değerler matrisi kullanılmaktadır [7].

Öncelikle $T_{p \times p}$ dönüşüm matrisinden yararlanılarak yapılacak dönüşümle birbirleriyle ilişkili z_{ij} değerlerinden birbirleriyle ilişkisiz y_{ij} değerlerinin elde edilmesi gerekmektedir. ($i=1, \dots, p$; $j=1, \dots, n$) [7].

$$Y_{pxn} = T'_{p \times p} Z_{pxn} \quad (1)$$

2.3.2. Y Matrisinin Ortalama Vektörü ve Varyans-Kovaryans Matrisi

Z Matrisinin dönüştürülmesiyle elde edilen Y Matrisinin ortalama vektörü ve Varyans-Kovaryans Matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$E(Y) = E(T'Z) = T'E(Z) = 0 \quad (2)$$

$$\text{Var}(Y) = T'E(ZZ')T = T'RT$$

Y matrisinin varyansının elde edilmesinde yararlanılan R , $p \times p$ boyutlu korelasyon matrisidir. Y matrisinin vektörlerinin birbirlerine dik olması için $\text{Var}(Y)$ matrisinin köşegen matris olması, yani köşegen dışındaki değerlerinin 0 olması gerekmektedir. Köşegenleştirme işlemi için kullanılması gereken dönüşüm matrislerinden en uygununun seçimi için y vektörleri için bazı kısıtların koyulması gerekmektedir:

- \mathbf{y} vektörlerinin ilki (\mathbf{y}_1) varyansı maksimum olacak şekilde seçilmelidir.

$$Var(\mathbf{y}_1) = \max \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{y}_{1i})^2 \quad (3)$$

- \mathbf{y}_1 vektörünün bulunmasında kullanılan \mathbf{t}_1 vektörünün kareleri toplamı 1 olmalıdır.

$$\mathbf{t}_1' \mathbf{t}_1 = 1 \quad (4)$$

Bu kısıtlar ile elde edilen \mathbf{y}_1 vektörünün i . elemanı ve varyansı;

$$y_{1i} = \mathbf{t}_1' \mathbf{z}_i \quad (5)$$

$$\varphi_1 = \mathbf{t}_1' \mathbf{R} \mathbf{t}_1 - \lambda_1 (\mathbf{t}_1' \mathbf{t}_1 - 1) \quad (6)$$

olarak bulunur ve \mathbf{y}_1 'in varyansının en büyük yapılması beklenir. Bunun gerçekleşmesi için aşağıdaki fonksiyonun \mathbf{t}_1 'e göre türevinin alınıp sıfıra eşitlenmesi gerekmektedir:

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial \mathbf{t}_1} = 2\mathbf{R} \mathbf{t}_1 - 2\lambda_1 \mathbf{t}_1 = 0 \rightarrow (\mathbf{R} - \lambda_1 \mathbf{I}) \mathbf{t}_1 = 0 \quad (7)$$

Burada λ_1 \mathbf{R} matrisinin birinci öz değeri, \mathbf{t}_1 ise \mathbf{R} matrisinin birinci öz vektörüdür. Öz değerler;

$$|\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}| = 0 \quad (8)$$

Determinant açılımından elde edilen denklemden p tane λ_j değeri elde edilir. Eşitlik 8'den elde edilen p tane öz değerden yararlanılarak ise her birine karşılık gelen p tane öz vektör elde edilir.

$$\mathbf{t}'_1 \mathbf{R} \mathbf{t}_1 - \lambda_1 \mathbf{t}'_1 \mathbf{t}_1 = 0 \quad (9)$$

Eşitlik 9'dan yararlanılarak \mathbf{y}_1 'in varyansının λ_1 olduğu sonucuna ulaşılır. λ_1 değeri λ_j 'ler arasında en büyük değerli olandır. Bu değer kullanılması ile elde edilen \mathbf{t}_1 vektörü ise 1. öz vektör olarak adlandırılmaktadır.

Temel bileşenlerin elde edilmesinde öz değerler ve öz vektörlerden yararlanılır. \mathbf{y}_1 birinci temel bileşen;

$$\mathbf{y}_1 = \mathbf{t}'_1 \mathbf{Z} \quad (10)$$

Eşitliği ile; \mathbf{y}_2 ikinci temel bileşen ise;

$$\mathbf{y}_2 = \mathbf{t}'_2 \mathbf{Z} \quad (11)$$

eşitliği ile elde edilir.

Burada \mathbf{y}_2 vektörünün varyansının \mathbf{y}_1 'den sonra ikinci büyük varyans olması, \mathbf{y}_1 ve \mathbf{y}_2 vektörlerinin birbirlerine dik olmaları ve \mathbf{t}_2 vektörünün birim normal bir vektör olması gerekmektedir. Diğer temel bileşenler de ($i=3, \dots, p$) için benzer şekilde elde edilir [7].

2.3.3. Temel Bileşen Sayısı

TBA'da temel bileşen sayısının belirlenmesinde birçok farklı yöntemden yararlanılmaktadır. Genel olarak birden büyük öz değerlerin sayısı, önemli temel bileşen sayısını vermektedir. En yaygın kullanılan yöntemde birden büyük öz değerler("m") dikkate alınmaktadır. Tez çalışmasında yapılacak uygulamada da temel bileşen sayısının belirlenmesinde bu yöntemden yararlanılacaktır.

$$\sum_{j=1}^m \frac{\lambda_j}{p} \geq \frac{2}{3} \quad (12)$$

koşulunu sağlayan en küçük "m" değeri önemli temel bileşen sayısını belirleyecektir. Birikimli varyans açıklama oranının %66,6'nın üzerinde olduğu en küçük "m" değeri önemli temel bileşen sayısını belirlemektedir [7].

2.4. Sağlam Temel Bileşenler Analizi

TBA'nın kullanılabilmesi için verinin normal dağılıma uyuyor olması, aykırı değer bulundurmaması, sürekli ve simetrik olması gibi koşullar bulunmaktadır. Özellikle aykırı değer varlığı analizde ciddi sorunlara yol açmaktadır. Normal dağılıma uymama, çarpıklık, aykırı değer varlığı gibi TBA için varsayım bozulmaları durumunda kullanılmak üzere sağlam bir yöntem olarak Maronna ve arkadaşları tarafından Sağlam Temel Bileşenler Analizi(STBA) geliştirilmiştir.

Sağlam istatistikler genel olarak kestirim değerlerinin varsayımların sağlanmamasından fazla etkilenmeyen istatistikler olarak tanımlanabilmektedir. STBA'nın avantajı varsayım bozulmaları durumunda uygun dönüşümlerle sonuç

elde edilebilmesini sağlaması iken dezavantajı verinin orijinalliğinin bozuluyor olmasıdır.

TBA'da olduğu gibi STBA'da da korelasyon matrisinden ve varyans-kovaryans matrisinden yararlanılabilmektedir. Değişkenlerin ölçekleri birbirinden farklı ise korelasyon matrisi, değişkenlerin ölçekleri yakınsa varyans-kovaryans matrisi kullanılmaktadır.

STBA, TBA'ya varsayım bozulmalarından dolayı uygun olmayan veriye normalleştirme, standartlaştırma, merkezileştirme gibi dönüşümler uygulanması ve veri TBA'ya uygun hale getirildikten sonra klasik TBA'nın uygulanması olarak tanımlanabilir [16].

2.5. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Testi

Bir veriye TBA'nın uygulanabilmesinin ilk şartı yapılacak KMO Testi'nde uygun sonuç elde edilmesidir. Test, modeldeki her değişken ve tüm model için örnekleme yeterliliğini ölçmektedir.

Test sonucunda 0 ile 1 arasında bir KMO değeri elde edilmektedir ve bu değer 1'e ne kadar yakınsa kullanılan verinin TBA uygulanabilmesi için o kadar uygun olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Test sonucunda elde edilen KMO değeri 0,8 ile 1 arasında ise verinin TBA için kesin olarak uygun olduğu, 0,6 ile 0,8 arasında ise yine TBA uygulanabilmesi için uygun olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. KMO değerinin 0,5 ile 0,6 arasında olduğu durumda ise verinin TBA uygulanabilmesi için uygun olup olmadığı konusundaki karar diğer faktörlere de dikkat edilmek üzere kullanıcıya bırakılmaktadır. KMO değerinin 0,5'ten küçük olduğu durumda ise verinin TBA uygulanabilmesi için uygun olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır [17].

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bu bölümde VZA ele alınacaktır. İlk olarak VZA'nın tarihsel gelişimi ve kullanım alanları üzerinde durulacaktır.

3.1. Veri Zarflama Analizi ve Tarihsel Gelişimi

VZA, organizasyonların göreceli performansını değerlendirmek için matematiksel programlama tabanlı bir tekniktir [5]. VZA doğrusal programlama prensiplerine dayanan, parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA aynı tür girdileri kullanarak aynı tür çıktıları üreten karar verme birimlerinin, birbirlerine göre göreceli etkinliklerini ölçmek amacıyla oluşturulmuştur [8].

VZA bugüne dek maliyet fayda analizi ve diğer kriterlerle karşılaştırma gibi alanlarda başarıyla uygulanmıştır. Örneğin ABD'de Memphis kentinde yapılacak bir otoyolun tasarımı ve yeri için en iyi seçimin yapılmasında bu yöntemden yararlanılmıştır [5]. Daha önce tarım alanında uygulanmaya çalışılmış olsa da bugünkü haliyle VZA 1978'de ortaya atılmış olup araştırmacılar tarafından performans değerlendirmeleri için operasyonel süreçleri modellemek için uygun ve kolay kullanılan bir metodoloji olduğunun anlaşılmasıyla kullanımı yaygınlaşmıştır [6].

VZA 1978 yılında parametrik olmayan bir istatistiksel yöntem olarak W. Cooper, A. Charnes ve E. Rhodes tarafından kar amacı gütmeyen kamu sektöründe verimliliği ölçmek hedeflenerek ortaya atılmıştır. Parametrik olmayan bir yöntem olmasının getirdiği uygulama kolaylığının da etkisiyle daha sonra kar amaçlı sektörlerin de ilgisini çekmiş ve bu sektörlerde de kullanılmaya başlanmıştır [7]. 2003 yılında Takamura ve Tone tarafından Japonya'da devlet kurumlarının taşınacağı yeni bir başkent oluşturulması için bu yöntemden yararlanılarak bir çalışma yapılmıştır [6].

VZA birçok alanda kullanılmaya devam edilmektedir. Örneğin 2005 yılında Scheneider tarafından yapılan bir çalışmada yargı alanında, 2010 yılında Bougnol tarafından yapılan bir çalışmada üniversiteler alanında, 2010 yılında Chen tarafından yapılan bir çalışmada madencilik alanında, 2010 yılında Emrouznejad ve Anouze tarafından yapılan bir çalışmada bankacılık alanında, 2012 yılında Wilson tarafından yapılan bir çalışmada ise sağlık alanında VZA'dan yararlanılmıştır [5].

3.2. Veri Zarflama Analizi'nin Avantajları ve Dezavantajları

Bu bölümde VZA'nın avantajlarından ve dezavantajlarından bahsedilecektir.

VZA'nın avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Üretim fonksiyonu için matematiksel forma ihtiyaç duyulmaması.
- Diğer yöntemlerle gizli kalan ilişkilerin ortaya çıkarılmasında yararlı olması.
- Çoklu girdi ve çıktıları işleyebilen herhangi bir girdi-çıkıtı ölçümü ile kullanılabilmesi.
- Diğer yöntemler için verimsiz olan verilerin her bir birim için analiz edilip ölçülebilmesi.

VZA'nın dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sonuçların girdi ve çıktıların seçimine duyarlı olması.
- En iyi sınıflandırmanın test edilememesi.

- Etkin sonuçların sayısının girdi ve çıktı sayısı ile birlikte artma eğiliminde olması [9].

3.3. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Aşamaları

VZA'nın veriye uygulanabilmesi için öncelikle karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Karar verme birimlerinin seçiminin ardından modelde kullanılacak girdiler ve çıktılar seçilmelidir. Kullanılacak verilerin elde edilebilirliği ve elde edilen verilerin güvenilirliği de kontrol edildikten sonra VZA modeli belirlenmeli ve etkinliği ölçülmelidir. Etkinliğin ölçülmesinin ardından etkinlik değerleri ve referans kümeleri belirlenmeli, etkin olmayan karar verme birimleri için izlenecek strateji belirlenmelidir [10].

3.4. Veri Zarflama Analizi Modelleri

VZA'nın temeli doğrusal programla yöntemine dayandığından VZA doğrusal programlama modelinin tüm özelliklerini taşır. Doğrusal programlamada olduğu gibi VZA'da da amaç fonksiyonun maksimizasyonu ya da minimizasyonudur.

VZA girdiye ya da çıktıya yönelik kullanılabilir. Girdiye yönelik VZA'da amaç belirli bir çıktının en etkin şekilde üretilmesi için en uygun girdiyi belirlemekken çıktıya yönelik VZA'da amaç belirli bir girdiden maksimum etkinlik ile çıktı elde edebilmektir [11].

Doğrusal programlamada olduğu gibi VZA'da da dualite yönteminden yararlanılmaktadır. Dualite problemi doğrusal programlama modelinden elde edilmekte olup her ikisinin de optimal çözümleri aynıdır ancak birisinde amaç maksimizasyon ise diğerinde minimizasyondur. Dualite bazı durumlarda primal probleme göre daha kolay hesaplanabilir olması ve yorumlanabilecek ek sonuçlar elde edilebilmesi nedeniyle kullanılmaktadır [10].

3.4.1. Charnes Cooper Rhodes Modeli

Charnes Cooper Rhodes(CCR) Modeli, VZA'nın ilk önerilen modelidir. Bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. CCR Modeli girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere iki farklı şekilde tanımlanabilmekte ve her birinin duali de uygulanabilmektedir [11].

n adet karar verme biriminin her birisi için m adet girdi, s adet çıktı bulunuyorsa VZA modeli:

$$Max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (13)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (14)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (\text{bütün } i \text{ ve } r \text{ değerleri için})$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \quad (15)$$

Eşitlik 13, 14 ve 15'te u değerleri çıktılarına verilen ağırlıkları, v değerleri girdilere verilen ağırlıkları temsil etmektedir. X_{ik} değerleri k. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdiyi, Y_{rk} değerleri k. karar verme birisi tarafından üretilen r. çıktıyı temsil etmektedir.

VZA'da her bir karar verme birimi için ayrı bir model oluşturulup bu modellerin etkinlikleri ölçülmektedir, dolayısıyla n tane modelin çözülmesi gerekmektedir.

Modelin kesirli olması hesaplanabilmesini oldukça zor hale getirdiğinden Cooper ve Charnes tarafından modelin paydası için bir dönüşüm uygulanmış ve bu değer 1'e eşitlenmiştir [11,13].

Yapılan dönüşüm sonucunda girdi yönlü CCR Modeli'nin son hali şu şekilde olmuştur:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \quad (16)$$

(17)

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad (18)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (\text{bütün } i \text{ ve } r \text{ değerleri için})$$

VZA modelleri Doğrusal Programlama Modellerine dayandığından her primal modelin dual hali de bulunmaktadır. Dual modeller hesaplama kolaylığı ve primal model ile erişilemeyecek bazı sonuçlar vermesinden dolayı VZA'da primal modellere göre daha fazla tercih edilmektedir. Doğrusal programlamada olduğu gibi VZA'da da primal modelin amaç fonksiyonu maksimum olduğunda, dual modelin amaç fonksiyonu minimum olmaktadır.

Girdi yönlü CCR Modeli'nin duali ise Eşitlik 19'daki gibidir [11,13].

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \theta_k \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} x_{ij} \leq \theta_k X_{ik} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} y_{rj} \geq Y_{rk} \\
 & \lambda_{jk} \geq 0
 \end{aligned} \tag{19}$$

Çıktı yönlü CCR Modeli'nde ise girdi yönlü modelin aksine primal modelin amaç fonksiyonu minimum, dual modelin amaç fonksiyonu maksimumdur.

Çıktı yönlü CCR Modeli'nin primali eşitlik 20'deki gibidir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \\
 & \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \geq 0 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} = 1 \\
 & u_r, v_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{20}$$

Girdi yönlü CCR Modeli'nde olduğu gibi çıktı yönlü CCR Modeli'nde de hesaplama kolaylığı ve verdiği farklı sonuçlardan dolayı dual modelin kullanımı daha yaygındır. Çıktı yönlü CCR Modeli'nin duali eşitlik 21'deki gibidir:

$$\begin{aligned}
& \text{Max} Z_k \\
& \sum_{j=1}^n \eta_{jk} X_{ij} \leq X_{ik} \\
& Z_k Y_{rk} - \sum_{j=1}^n \eta_{jk} Y_{rj} \leq 0 \\
& \eta_{jk} \geq 0
\end{aligned} \tag{21}$$

3.4.2 Banker Charnes Cooper Modelleri

CCR Modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktayken 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen BCC Modelleri ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayanmaktadır [12]. Banker, Charnes ve Cooper ölçeğe göre değişen getiri durumundaki etkinlikleri belirleyebilmek için CCR Modellerinin dualine aşağıdaki kısıtı eklemiştir:

Burada ağırlıkların toplamına göre getiri türleri belirlenebilmektedir. Ağırlıkların toplamı 1 ise ölçeğe göre sabit getiri, ağırlıkların toplamı 1'den büyükse ölçeğe göre azalan getiri, ağırlıkların toplamı 1'den küçükse ölçeğe göre artan getiri karar birimleri verme için geçerli getirilerdir.

CCR Modellerinde olduğu gibi BCC Modellerinde de girdi yönelimli ve çıktı yönelimli modeller ve bunların dualleri bulunmaktadır.

Girdi Yönelimli BCC Modeli'nin primali eşitlik 22'deki gibidir:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \theta_k \\ & \theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} X_{ij} \geq 0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{rj} \geq Y_{rk} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1 \\ & \lambda_{jk} \geq 0 \end{aligned} \tag{22}$$

Girdi Yönelimli BCC Modeli'nin duali ise eşitlik 23'teki gibidir:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k \\ & \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - u_k \leq 0 \\ & \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \\ & u_r, v_i \geq 0 \end{aligned} \tag{23}$$

Çıktı Yönelimli BCC Modeli'nin primali eşitlik 24'teki gibidir:

$$\begin{aligned} & \text{Max} Z_k \\ & Z_k Y_{rk} - \sum_{j=1}^n \eta_{jk} Y_{rj} \leq 0 \\ & \sum_{j=1}^n \eta_{jk} X_{ij} \leq X_{ik} \\ & \sum_{j=1}^n \eta_{jk} = 1 \\ & \eta_{jk} \geq 0 \end{aligned} \tag{24}$$

Çıktı Yönelimli BCC Modeli'nin duali eşitlik 25'teki gibidir:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - V_k - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - v_k \\ & \sum_{i=1}^m u_r Y_{rk} = 1 \\ & u_r, v_i \geq 0 \end{aligned} \tag{25}$$

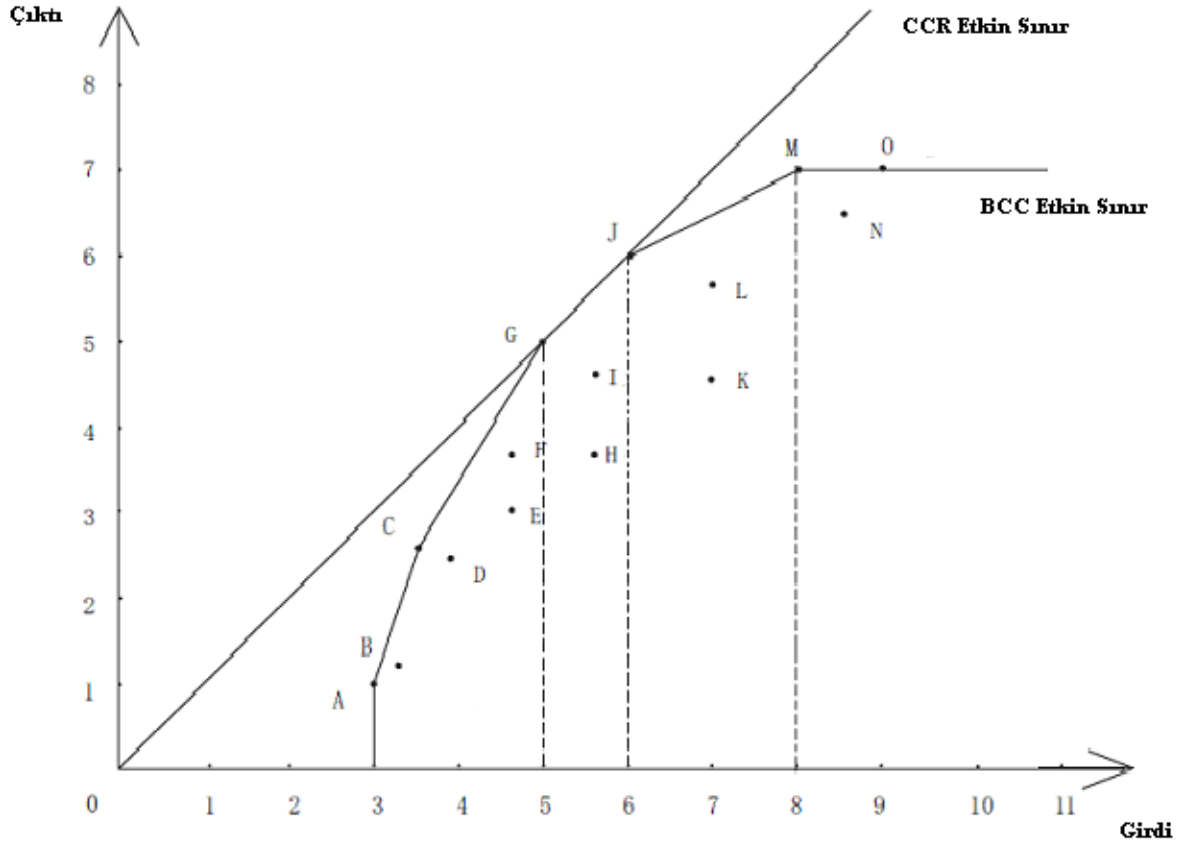
Girdi Yönlü CCR Modeli ile etkin olduğu belirlenmiş olan karar verme biriminin çıktı yönlü CCR Modeli ile de etkin bulunması kesindir, BCC Modeli'nde ise böyle bir kesinlikten bahsedilememektedir [10]. Girdi yönlü modellerde amaç gereken çıktı düzeyini karşılayabilecek girdilerin minimum düzeyde tutulması, çıktı yönlü modellerde ise elde bulunan girdilerle elde edilecek çıktının maksimum düzeyde tutulması amaçlanmaktadır [11].

3.5. Veri Zarflama Analizi'nde Etkinlik

Etkinlik 1951'de Koopsman tarafından bir çıktı miktarını diğer çıktıyı azaltmadan artırmanın mümkün olmadığı vektör olarak tanımlamıştır. Farrell ise etkinliği 1957'de eldeki girdilerden olabilecek maksimum çıktıyı üretme başarısı olarak tanımlamıştır. VZA'da etkinlik çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranı ile hesaplanmaktadır. 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes; 1984'te Banker, Charnes ve Cooper geliştirdikleri VZA modelleri için etkin sınırın belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır.

VZA'da modellere göre etkinlik sınırları arasında da farklılıklar bulunmaktadır. CCR Modeli'nde etkinlik sınırı ölçeğe göre sabit getiri varsayımından dolayı orijinden geçen bir doğru şeklindedir. BCC Modeli'nde ise ölçeğe göre değişen getiri varsayımından dolayı etkinlik sınırı iç bükey ve parçalı doğrusaldır [14].

BCC ve CCR Modellerindeki etkinlik sınırları Şekil 3.1'de gösterilmiştir:



Şekil 3.1 BCC ve CCR Modellerinde Etkinlik Sınırları

4. UYGULAMA

Bu bölümde Temel Bileşenler Analizi ve Veri Zarflama Analizi yöntemlerinden yararlanılarak Türkiye'deki iller havayolu taşımacılığı potansiyellerine göre sıralanacak ve gerçekleştirmelerle yapılacak karşılaştırma sonucunda havalimanı bulunmayan illerin hangilerine yapılabilecek hava limanının verimli olacağı ya da havalimanı bulunan illerden hangilerine yapılabilecek ek yatırımın verimli olabileceği ön görülebilecektir. Uygulama bölümünde TBA için SPSS, VZA için R paket programlarından yararlanılmıştır.

4.1. Türkiye'de Havayolu Taşımacılığı

Bu bölümde Türkiye'de havayolu taşımacılığının gelişimi ve illerin havayolu taşımacılığı konusundaki durumları ele alınacaktır.

4.1.1. Türkiye'de Havayolu Taşımacılığının Gelişimi

Türkiye'de havayolu taşımacılığı hızla gelişmektedir. 1960'lı yıllarda 1 milyonun altında olan yolcu sayısı, 1988'de 10 milyonu, 2005'te 50 milyonu, 2010'da ise 100 milyonu aşmıştır. 2018 yılında Türkiye havalimanlarında 210 Milyonun üzerinde yolcuya hizmet verilmiştir. ACI, EUROCONTROL, IATA gibi havacılık sektöründeki uluslararası kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalarda bu gelişimin hızla devam edeceği ön görülmektedir.

Türkiye 2018 yılında hizmet verilen yolcu sayısı sıralamasında Avrupa'da dördüncü, dünyada onuncu sırada yer almıştır. Havalimanı bazında ise en yoğun havalimanımız olan İstanbul Atatürk Havalimanı Avrupa'da beşinci, dünyada on altıncı sırada yer almıştır [18].

Havacılık sektöründeki bu gelişimle birlikte yeni havalimanlarına olan ihtiyaç artmaktadır. TBA ve VZA'dan yararlanılarak yapılacak analiz sonucunda şu anda havalimanı bulunmayan illerden hangilerine yapılabilecek havalimanlarının verimli olabileceği ve şu anda havalimanı bulunan illerden hangilerinde kapasite artırımının yapılabileceği belirlenebilecektir.

4.1.2. Türkiye’de İllere Göre Havayolu Taşımacılığı

Türkiye’de havayolu taşımacılığının en fazla kullanıldığı il İstanbul’dur. 2018 yılında Türkiye’de gerçekleşen yolcu trafiğinin %48,7’si İstanbul’daki havalimanlarında gerçekleşmiştir. İstanbul Havalimanı’nın bütün fazlarının tamamlanmasıyla birlikte gerçekleşecek kapasite artışıyla bu oranın daha da artması beklenmektedir.

2018 yılında İstanbul Atatürk Havalimanı 68 milyonun üzerinde yolcuyla Avrupa’da beşinci, dünyada on altıncı en yoğun havalimanı olmuştur. İstanbul Atatürk Havalimanı’nın son yıllarda yolcu sayısı bakımında rekabet içinde bulunduğu Avrupa havalimanlarının kapasite durumları ve İstanbul Havalimanı’nın transit uçuşlarda coğrafi konumunun avantajı düşünüldüğünde tam kapasite ile çalışmaya başladığında İstanbul Havalimanı’nın Avrupa’nın en yoğun havalimanı olması ön görülmektedir [18].

Antalya Havalimanı son 2 yılda birinci grup havalimanları arasında(yılda 25 milyonun üzerinde yolcuya hizmet verilen) Avrupa genelinde en hızlı büyüme gösteren havalimanlarından birisi olmuştur.

Bütün bu göstergeler ülkemizin havayolu taşımacılığı konusundaki potansiyelinin ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

Türkiye’de 2019 yılı itibarıyla 50 ilde 56 aktif havalimanı bulunmaktadır. Ancak Aydın Çıldır Havalimanı, Balıkesir Merkez Havalimanı ve Çanakkale Gökçeada Havalimanı ticari uçuşlara kapalı olduğundan bu havalimanlarında yolcu trafiği gerçekleşmemektedir [18].

2018 yılı verilerine göre Türkiye'deki illerin havayolu taşımacılığı yolcu sayıları Çizelge 4.1'de yer almaktadır:

Çizelge 4.1. İllere Göre Havayolu Yolcu Sayıları

İl Kodu	İl Adı	İç Hat Havayolu Yolcu Sayısı	Dış Hat Havayolu Yolcu Sayısı	Toplam Havayolu Yolcu Sayısı
1	ADANA	4.929.255	701.419	5.630.674
2	ADİYAMAN	277.986	3.050	281.036
3	AFYONKARAHİSAR	31.448	11.710	43.158
4	AĞRI	325.813	907	326.720
5	AMASYA	171.379	9.092	180.471
6	ANKARA	14.498.102	2.241.901	16.740.003
7	ANTALYA	8.151.089	24.754.670	32.905.759
8	ARTVİN	0	0	0
9	AYDIN	0	0	0
10	BALIKESİR	503.558	10.452	514.010
11	BİLECİK	0	0	0
12	BİNGÖL	224.708	769	225.477
13	BİTLİS	0	0	0
14	BOLU	0	0	0
15	BURDUR	0	0	0
16	BURSA	224.023	18.548	242.571
17	ÇANAKKALE	218.578	10.829	229.407
18	ÇANKIRI	0	0	0
19	ÇORUM	0	0	0
20	DENİZLİ	567.971	88.639	656.610
21	DİYARBAKIR	2.016.126	53.180	2.069.306
22	EDİRNE	0	0	0
23	ELAZIĞ	1.002.767	36.411	1.039.178
24	ERZİNCAN	500.222	405	500.627
25	ERZURUM	1.324.804	9.992	1.334.796
26	ESKİŞEHİR	787	98.544	99.331
27	GAZİANTEP	2.340.849	296.178	2.637.027
28	GİRESUN	398.532	7.279	405.811
29	GÜMÜŞHANE	0	0	0
30	HAKKARİ	190.666	0	190.666
31	HATAY	1.066.555	258.454	1.325.009
32	ISPARTA	87.971	85.010	172.981
33	MERSİN	0	0	0
34	İSTANBUL	41.795.577	60.780.029	102.575.606
35	İZMİR	10.679.606	2.730.772	13.410.378
36	KARS	577.562	0	577.562
37	KASTAMONU	89.449	2.143	91.592
38	KAYSERİ	1.863.373	320.474	2.183.847
39	KIRKLARELİ	0	0	0
40	KIRŞEHİR	0	0	0
41	KOCAELİ	49.656	4.454	54.110

Çizelge 4.1. İllere Göre Havayolu Yolcu Sayıları (Devamı)

İl Kodu	İl Adı	İç Hat Havayolu Yolcu Sayısı	Dış Hat Havayolu Yolcu Sayısı	Toplam Havayolu Yolcu Sayısı
42	KONYA	1.044.470	116.415	1.160.885
43	KÜTAHYA	25.050	9.327	34.377
44	MALATYA	860.036	11.479	871.515
45	MANİSA	0	0	0
46	KAHRAMANMARAŞ	332.614	1.396	334.010
47	MARDİN	709.404	3.371	712.775
48	MUĞLA	4.285.775	4.441.827	8.727.602
49	MUŞ	457.504	2.359	459.863
50	NEVŞEHİR	378.085	2.625	380.710
51	NİĞDE	0	0	0
52	ORDU	676.386	12.353	688.739
53	RİZE	0	0	0
54	SAKARYA	0	0	0
55	SAMSUN	1.627.368	108.154	1.735.522
56	SİİRT	97.912	0	97.912
57	SİNOP	178.653	530	179.183
58	SİVAS	574.523	6.844	581.367
59	TEKİRDAĞ	102.783	3.424	106.207
60	TOKAT	51.744	0	51.744
61	TRABZON	3.754.162	274.401	4.028.563
62	TUNCELİ	0	0	0
63	ŞANLIURFA	837.286	19.479	856.765
64	UŞAK	37.642	6.115	43.757
65	VAN	1.544.074	3.764	1.547.838
66	YOZGAT	0	0	0
67	ZONGULDAK	0	24.861	24.861
68	AKSARAY	0	0	0
69	BAYBURT	0	0	0
70	KARAMAN	0	0	0
71	KIRIKKALE	0	0	0
72	BATMAN	662.285	3.021	665.306
73	ŞIRNAK	425.345	0	425.345
74	BARTIN	0	0	0
75	ARDAHAN	0	0	0
76	İĞDIR	289.251	0	289.251
77	YALOVA	0	0	0
78	KARABÜK	0	0	0
79	KİLİS	0	0	0
80	OSMANİYE	0	0	0
81	DÜZCE	0	0	0

Tez çalışmasının uygulama bölümünde 2018 yılı istatistiklerinden yararlanılacaktır. Ancak kullanılacak verinin tutarlı olması adına 2017 ve 2018 yıllarında tadilatta olan Tokat Havalimanı ve Siirt Havalimanı için 2016 yıllarına ait veri dikkate alınmıştır.

Kütahya il sınırında yer alsa da bölgesel bir havalimanı olan Zafer Havalimanı'nın yolcu trafiği ortak hizmet verdiği Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak illerine nüfuslarıyla orantılı olarak dağıtılmıştır. Uşak ilinin kendisine ait bir havalimanı da bulunduğundan bu havalimanının yolcu trafiği ile Zafer Havalimanı'nın yolcu trafiğinden nüfusuna göre düşen payın toplamı Uşak ilinin toplam yolcu trafiği olarak kabul edilmiştir.

Ordu il sınırında yer alsa da Ordu ve Giresun il merkezlerine yaklaşık olarak aynı mesafede bulunan ve iki ile birlikte hizmet veren Ordu-Giresun Havalimanı'nın yolcu trafiği iki ile nüfuslarıyla orantılı olarak dağıtılmıştır.

Birden fazla havalimanı bulunan illerde bu havalimanlarının toplam yolcu trafiği o ilin yolcu trafiği olarak kabul edilmiştir. İstanbul ilinin yolcu trafiği İstanbul Atatürk Havalimanı, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı ve İstanbul Havalimanı'nın toplamı, Muğla ilinin yolcu trafiği Muğla Milas Bodrum Havalimanı ile Muğla Dalaman Havalimanı'nın toplamı, Antalya ilinin yolcu trafiği Antalya Havalimanı ile Alanya Gazipaşa Havalimanı'nın toplamı olarak değerlendirilmiştir.

4.1.3. Havayolu Yolcu Sayısı ve İllere Ait Diğer Göstergeler Arasındaki İlişki

Uygulamanın ilk aşamasında TÜİK tarafından yayınlanan illere ait göstergeler arasından havayolu yolcu trafiği istatistikleri ile ilişkili olan göstergeler belirlenecektir. Aradaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson Korelasyon Katsayısı'ndan yararlanılacaktır. Aradaki ilişkinin pozitif yönlü ve

yüzde kırkın üzerinde olduğu göstergeler yapılacak analizlerde değerlendirmeye alınacakken diğer göstergeler değerlendirmeye alınmayacaktır.

4.1.3.1 Havayolu Yolcu Sayısı ve Nüfus-Göç İstatistikleri

Çizelge 4.2 ile verilen Nüfus ve Göç istatistiklerinden toplam nüfus, nüfus yoğunluğu(kilometreye düşen kişi sayısı), toplam hane halkı sayısı, Türkiye'den yurt dışına giden göç ve yurt dışından Türkiye'ye gelen göç göstergeleri ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Havayolu Yolcu Sayısı ve Nüfus-Göç İstatistikleri

Nüfus ve Göç İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Toplam Nüfus	91,9
Nüfus Yoğunluğu (kilometrekareye düşen kişi sayısı)	92
Genç Bağımlılık Oranı	-0,05
Net Göç Hızı (binde)	-15,8
Ortalama Hane Halkı büyüklüğü	-0,05
Toplam Hane Halkı Sayısı	91,7
Toplam Yaş Bağımlılık Oranı	-18
Yaşlı Bağımlılık Oranı	-17
Yıllık Nüfus Artış Hızı (binde)	-11,9
Türkiye'den Yurt Dışına Giden Göç	95,5
Yurt Dışından Türkiye'ye Gelen Göç	96,4

4.1.3.2 Havayolu Yolcu Sayısı ve Turizm İstatistikleri

Çizelge 4.3 ile verilen Turizm istatistiklerinden geceleme sayısı, yabancı geceleme sayısı, toplam geliş sayısı, yabancı geliş sayısı göstergeleri ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3. Havayolu Yolcu Sayısı ve Turizm İstatistikleri

Turizm İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Geceleme Sayısı	57,7
Yabancı Geceleme Sayısı	53,6
Toplam Geliş Sayısı (kişi)	92,5
Yabancı Geliş Sayısı (kişi)	86

4.1.3.3 Havayolu Yolcu Sayısı ve Dış Ticaret İstatistikleri

Çizelge 4.4 ile verilen Dış ticaret istatistiklerinden ihracat(bin\$) ve ithalat(bin\$) göstergeleri ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Havayolu Yolcu Sayısı ve Dış Ticaret İstatistikleri

Dış Ticaret İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
İhracat(Bin\$)	93,2
İthalat(Bin\$)	93,8

4.1.3.4 Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulusal Hesap İstatistikleri

Çizelge 4.5 ile verilen Ulusal hesap istatistiklerinden GSYH(Bin TL), kişi başına GSYH(\$) ve kişi başına GSYH(TL) ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulusal Hesap İstatistikleri

Ulusal Hesap İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
GSYH(Bin TL)	94,7
Kişi Başına GSYH(\$)	47,2
Kişi Başına GSYH(TL)	47,2

4.1.3.5 Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulaştırma İstatistikleri

Çizelge 4.6 ile verilen Ulaştırma istatistiklerinden trafik kaza sayıları, motorlu kara taşıtları sayısı ve otomobil sayısı ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Havayolu Yolcu Sayısı ve Ulaştırma İstatistikleri

Ulaştırma İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Trafik Kaza Sayıları	74,3
Bin Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı	23,7
Motorlu Kara Taşıtları Sayısı	90,5
Otomobil Sayısı	91,5

4.1.3.6 Havayolu Yolcu Sayısı ve Tarım İstatistikleri

Çizelge 4.7 ile verilen Tarım istatistiklerinden herhangi birisi ile havayolu yolcu sayısı arasında %40'ın üzerinde bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bu nedenle yapılacak analizde tarım istatistiklerinden yararlanılmayacaktır.

Çizelge 4.7. Havayolu Yolcu Sayısı ve Tarım İstatistikleri

Tarım İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Bitkisel Üretim Değeri (Bin TL)	12,6
Hayvansal Ürünler Değeri (Bin TL)	5,6
Toplam İşlenen Tarım Alanı (Hektar)	0
Kişi Başına Tarımsal Üretim Değeri (TL)	10,2
Toplam Tarımsal Üretim Değeri (Bin TL)	-23,8

4.1.3.7 Havayolu Yolcu Sayısı ve İnşaat-Konut İstatistikleri

Çizelge 4.8 ile verilen İnşaat-Konut istatistiklerinden konut satış sayısı, konut satış sayıları (ilk satış), yapı ruhsatına göre daire sayısı, yapı ruhsatına göre yüzölçümü ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8. Havayolu Yolcu Sayısı ve İnşaat-Konut İstatistikleri

İnşaat ve Konut İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Konut Satış Sayısı	88,3
Konut Satış Sayıları (ilk satış)	89,8
Yapı Ruhsatına Göre Daire Sayısı	83,5
Yapı Ruhsatına Göre Yüzölçümü	79,9

4.1.3.8 Havayolu Yolcu Sayısı ve Enerji İstatistikleri

Çizelge 4.9 ile verilen Enerji istatistiklerinden herhangi birisi ile havayolu yolcu sayısı arasında %40'ın üzerinde bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bu nedenle yapılacak analizde enerji istatistiklerinden yararlanılmayacaktır.

Çizelge 4.9. Havayolu Yolcu Sayısı ve Enerji İstatistikleri

Enerji İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi(Kwh)	-0,07

4.1.3.9 Havayolu Yolcu Sayısı ve Kültür İstatistikleri

Çizelge 4.10 ile verilen Kültür istatistiklerinden müze ziyaretçi sayısı, sinema seyirci sayısı ve tiyatro seyirci sayısı ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. Havayolu Yolcu Sayısı ve Kültür İstatistikleri

Kültür İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Halk Kütüphaneleri Kullanıcı Sayısı	37,1
Müze Ziyaretçi Sayısı	80,5
Sinema Seyirci Sayısı	94,9
Tiyatro Seyirci Sayısı	94,3

4.1.3.10 Havayolu Yolcu Sayısı ve Sağlık İstatistikleri

Çizelge 4.11 ile verilen Sağlık istatistiklerinden hastane sayısı ve hastane yatak sayısı ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.11. Havayolu Yolcu Sayısı ve Sağlık İstatistikleri

Sağlık İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Bin Kişi Başına Düşen Toplam Hekim Sayısı	17,8
Hastane Sayısı	93,2
Hastane Yatak Sayısı	89,4
Yüz Bin Kişi Başına Hastane Yatak Sayısı	0

4.1.3.11 Havayolu Yolcu Sayısı ve Eğitim İstatistikleri

Çizelge 4.12 ile verilen Eğitim istatistiklerinden ilkokul okul sayısı, ortaokul okul sayısı ve ortaöğretim okul sayısı ile havayolu yolcu sayısı arasındaki ilişkinin %40'ın üzerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Havayolu Yolcu Sayısı ve Eğitim İstatistikleri

Eğitim İstatistikleri	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Okuma Yazma Bilen Oranı (%)	19,7
İlkokul Okullaşma Oranı (%)	0,5
Ortaokul Okullaşma Oranı (%)	0,5
Ortaöğretim Okullaşma Oranı (%)	0,6
İlkokul Okul Sayısı	59,3
Ortaokul Okul Sayısı	80,7
Ortaöğretim Okul Sayısı	89,1

4.2 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkisi Ölçülen Göstergelere İlişkin Değerlendirme

Tez çalışmasında kullanılan göstergeler değerlendirildiğinde genel olarak nüfus yoğunluğunu ve sosyoekonomik gelişmişliği ifade eden göstergeler ile havayolu yolcu sayısı arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Kırsal nüfusun yüksekliğini gösteren göstergeler ile ise havayolu yolcu sayısı arasında ilişki olmadığı veya negatif ilişki olduğu görülmektedir.

Nüfus göstergeleri incelendiğinde nüfus ile havayolu taşımacılığı arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir.

Turizm istatistikleri, dış ticaret istatistikleri, ulusal hesap istatistikleri, inşaat-konut istatistiklerinde ise bütün göstergeler için havayolu taşımacılığı arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir.

Okuma yazma bilme oranı, okullaşma oranı, bin kişi başına düşen toplam hekim sayısı gibi sosyoekonomik gelişmişliği ifade eden bazı göstergelerde ise iller arasında önemli bir fark olmadığından bu göstergeler ile havayolu yolcu sayısı arasında %40'ın üzerinde bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Yapılacak tez çalışmasında havayolu taşımacılığı ile ilişkisi yüzde 40'ın üzerinde olduğu belirlenen göstergelerden yararlanılacaktır.

4.3 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergeler

Havayolu yolcu sayısı ile ilişkisinin %40'ın üzerinde olduğu belirlenen göstergeler ve ilişki yüzdeleri Çizelge 4.13'te yer almaktadır [19].

Çizelge 4.13. Havayolu Yolcu Sayısıyla İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergeler

Gösterge	Havayolu Yolcu Sayısı ile Arasındaki İlişki (%)
Yurt Dışından Türkiye'ye Gelen Göç	96,4
Türkiye'den Yurt Dışına Giden Göç	95,5
Sinema Seyirci Sayısı	94,9
GSYH(bin TL)	94,7
Tiyatro Seyirci Sayısı	94,3
İthalat(bin\$)	93,8
İhracat(bin\$)	93,2
Hastane Sayısı	93,2
Toplam Geliş Sayısı (kişi)	92,5
Nüfus Yoğunluğu (kilometrekareye düşen kişi sayısı)	92
Toplam Nüfus	91,9
Toplam Hane Halkı Sayısı	91,7
Otomobil Sayısı	91,5
Motorlu Kara Taşıtları Sayısı	90,5
Konut Satış Sayıları (ilk satış)	89,8
Hastane Yatak Sayısı	89,4
Ortaöğretim Okul Sayısı	89,1
Konut Satış Sayısı	88,3
Yabancı Geliş Sayısı (kişi)	86
Yapı Ruhsatına Göre Daire Sayısı	83,5
Ortaokul Okul Sayısı	80,7
Müze Ziyaretçi Sayısı	80,5
Yapı Ruhsatına Göre Yüzölçümü	79,9
Trafik Kaza Sayıları	74,3
İlkokul Okul Sayısı	59,3
Geceleme Sayısı	57,7
Yabancı Geceleme Sayısı	53,6
Kişi Başına GSYH(\$)	47,2
Kişi Başına GSYH(TL)	47,2

4.4 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergelerin Analizi

4.4.1 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergelerin TBA ile Analizi

Öncelikle havayolu yolcu sayısı ile ilişkili olduğu belirlenen 29 göstergeden yararlanılarak TBA ile iller için skor değerleri elde edilecek ve böylece illerin havayolu taşımacılığı potansiyelleri belirlenebilecektir. Bu potansiyellerin belirlenmesiyle birlikte havayolu yolcu sayısı konusunda illerin gerçekleştirmeleri ile potansiyellerini karşılaştırabilme imkânı oluşacaktır. Böylece şu anda havalimanı bulunmayan illerden hangilerine yapılabilecek havalimanının verimli olabileceği ve şu anda havalimanı bulunan illerden hangilerine yapılacak kapasite artırımının verimli olabileceği belirlenebilecektir.

Bu durum değerlendirilirken sadece TBA skor değerleri dikkate alınmayacaktır. İllerin konumları, özellikle de büyük bir havalimanına yakın olup olmamaları da dikkate alınacaktır. Örneğin Bursa ve Kocaeli illeri başta sanayi olmak üzere birçok açıdan ülkemizin en gelişmiş illerinden olup bu analizde de skor değerlerinin yüksek çıkması beklenmektedir. Ancak ülkemizde havacılığın merkezi durumunda olan İstanbul'a konum olarak yakın olmaları, özellikle de İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı ile olan yakınlıklarından dolayı bu illerde yapılabilecek havalimanı yatırımı analizin göstereceği ölçüde verimli olamayacaktır.

4.4.1.1 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Testi

Bir veriye TBA'nın uygulanabilmesinin ilk şartı yapılacak KMO Testi'nde uygun sonuç elde edilmesidir. KMO Testi ile örneklem büyüklüğünün yeterli olup olmadığı test edilir. Test sonucunda elde edilecek KMO değerinin 0,50'den büyük olması ve anlamlılık katsayısının(p) 0,05'ten küçük olması gerekmektedir. Bu veride KMO değeri 0,77; p değeri 0 olduğundan veri TBA uygulanabilmesi için uygundur.

4.4.1.2 Temel Bileşenlerin Öz Değerleri ve Varyans Açıklama Yüzdeleri

TBA'da öz değerler elde edildikten sonra önemli temel bileşen sayısına karar verilebilmektedir. Genel olarak öz değeri 1'den büyük olan temel bileşenler önemli temel bileşen olarak kabul edilmektedir.

Önemli temel bileşen sayısının belirlenmesinde varyans açıklama yüzdesinden de yararlanılabilmektedir. Önemli temel bileşen sayısının belirlenebilmesi için birikimli varyans açıklama yüzdesinin %67'yi geçmesi beklenmektedir.

Çizelge 4.14'te temel bileşenlerin varyans açıklama yüzdeleri ve birikimli varyans açıklama yüzdeleri yer almaktadır.

Çizelge 4.14. Temel Bileşenlerin Varyans Açıklama Yüzdeleri ve Birikimli Varyans Açıklama Yüzdeleri

Temel Bileşenler	Öz Değerler		
	Varyans	Varyans Açıklama Yüzdesi (%)	Birikimli Varyans Açıklama Yüzdesi(%)
1	23,046	79,468	79,468
2	2,297	7,920	87,388
3	1,607	5,542	92,929
4	1,175	4,052	96,981
5	0,324	1,118	98,100
6	0,240	0,828	98,928
7	0,090	0,312	99,240
8	0,079	0,272	99,511
9	0,031	0,106	99,618
10	0,022	0,075	99,693
11	0,019	0,067	99,760
12	0,016	0,055	99,815
13	0,014	0,048	99,863
14	0,010	0,035	99,897
15	0,008	0,027	99,924
16	0,006	0,020	99,944
17	0,004	0,015	99,959
18	0,003	0,011	99,970
19	0,002	0,008	99,978
20	0,002	0,006	99,985
21	0,001	0,004	99,989
22	0,001	0,003	99,992
23	0,001	0,003	99,994
24	0,001	0,002	99,996
25	0,000	0,001	99,998
26	0,000	0,001	99,999
27	0,000	0,001	99,999
28	0,000	0,001	100,000
29	3,461E-09	1,193E-08	100,000

TBA'da Çizelge 4.14'te verildiği gibi öz değerler elde edilmiştir, buradan yararlanılarak önemli temel bileşen sayısına karar verilecektir. Öz değeri 1'den büyük olan temel bileşenler, önemli temel bileşen olarak kabul edildiğinden bu analizde 4 temel bileşen olacaktır. Ancak varyansı 23,046 olan birinci temel bileşen tek başına %79,46 varyans açıklama yüzdesine sahiptir. Değişken sayısı ve veri değerlendirildiğinde birinci temel bileşenin varyans açıklama yüzdesinin kritik sınır olan %67'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla birinci temel bileşen üzerinde analiz için gereken skor değerleri hesaplanabilecek ve illerin skor değerleri ortaya çıkabilecektir.

Değişkenlerin yaklaşık yüzde 80'i tek bir temel faktör tarafından açıklanmaktadır. Bu temel faktöre genel nedensel faktör adı verilmektedir.

Değişkenlerin birinci temel bileşen üzerinde farklı ağırlıkları bulunmaktadır. Bu değerler pozitif veya negatif olabilmekte olup ağırlığı pozitif olan değişkenlerin havayolu taşımacılığı ile aynı yönde, negatif olan değişkenlerin zıt yönde ilişkili olduğu söylenebilmektedir. Değişkenlerin temel bileşen üzerindeki ağırlıkları ne kadar büyükse o değişkenin havayolu taşımacılığı ile ilişkisi o kadar yüksektir.

Çizelge 4.15'te değişkenlerin birinci temel bileşen üzerindeki ağırlıkları verilmektedir:

Çizelge 4.15. Değişkenlerin Birinci Temel Bileşen Üzerindeki Ağırlıkları

Temel Bileşenler	Öz Değerler
Toplam Hane Halkı Sayısı	0,992
Hastane Sayısı	0,989
Toplam Nüfus	0,989
Konut satış sayıları (ilk satış)	0,989
Motorlu Kara Taşıtları Sayısı	0,987
Sinema Seyirci Sayısı	0,985
Otomobil Sayısı	0,985
Ortaöğretim Okul Sayısı	0,983
GSYH(Bin TL)	0,981
Konut Satış Sayısı	0,981
Türkiye'den Yurt Dışına Giden Göç	0,980
Hastane Yatak Sayısı	0,979
Tiyatro Seyirci Sayısı	0,963
Yurt Dışından Türkiye'ye Gelen Göç	0,959
Yapı Ruhsatına Göre Daire Sayısı	0,956
Yapı Ruhsatına Göre Yüzölçümü	0,944
İhracat(bin\$)	0,932
İthalat(bin\$)	0,925
Nüfus Yoğunluğu (kilometrekareye düşen kişi sayısı)	0,915
Ortaokul Okul Sayısı	0,908
Trafik Kaza Sayıları	0,895
Toplam geliş sayısı (kişi)	0,832
Müze Ziyaretçi Sayısı	0,813
Yabancı geliş sayısı (kişi)	0,757
İlkokul Okul Sayısı	0,694
Kişi Başına GSYH(TL)	0,605
Kişi Başına GSYH(\$)	0,605
Geceleme Sayısı	0,489
Yabancı Geceleme Sayısı	0,432

Çizelge 4.15'te verildiği gibi birinci temel bileşen üzerindeki ağırlığı en yüksek olan değişken 0,992 ile toplam hane halkı sayısı olmuştur. Toplam hane halkı sayısını 0,989 ile hastane sayısı, toplam nüfus ve konut satışları(ilk satış) izlemiştir.

Analizde yer alan 29 değişkenden 20'sinin birinci temel bileşen üzerindeki ağırlığı 0,90'ın üzerindedir. Birinci temel bileşen üzerindeki ağırlıkları en düşük olan değişkenler ise 0,489 ile geceleme sayısı ve 0,432 ile yabancı geceleme sayısı olmuştur.

Analizin tutarlılığını gösterecek faktörlerden birisi de orijinal değişkenlerin açıklanan oranlarıdır. TBA'nın ortak varyanslı olma varsayımı gereğince başlangıç değerleri 1 kabul edilen açıklama oranlarının analiz sonrasında da 1'e olabildiğince yakın olması hedeflenmektedir.

Analizde kullanılan 29 değişken için başlangıçta 1 olarak kabul edilen ortak faktör varyanslarının analiz sonrasındaki değerleri Çizelge 4.16'da yer almakta olup ilgili değerler incelendiğinde hedeflendiği gibi 1'e yakın değerler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16.Ortak Faktör Varyanslarının Başlangıç ve Analiz Sonrası Değerleri

Ortak Faktör Varyansları		
Değişken	Başlangıç Değeri	Analiz Sonrası Değer
GSYH(Bin TL)	1,000	0,9974
Toplam Nüfus	1,000	0,9970
Toplam Hane Halkı Sayısı	1,000	0,9951
Sinema Seyirci Sayısı	1,000	0,9944
Ortaöğretim Okul Sayısı	1,000	0,9942
Konut satış sayıları (ilk satış)	1,000	0,9907
İthalat(bin\$)	1,000	0,9900
Hastane Sayısı	1,000	0,9875
Geceleme Sayısı	1,000	0,9872
Hastane Yatak Sayısı	1,000	0,9846
Yapı Ruhsatına Göre Yüzölçümü	1,000	0,9840
Yabancı Geceleme Sayısı	1,000	0,9839
Konut Satış Sayısı	1,000	0,9835
Motorlu Kara Taşıtları Sayısı	1,000	0,9830
Kişi Başına GSYH(TL)	1,000	0,9822
Kişi Başına GSYH(\$)	1,000	0,9822
İhracat(bin\$)	1,000	0,9807
Yurt Dışından Türkiye'ye Gelen Göç	1,000	0,9806
Tiyatro Seyirci Sayısı	1,000	0,9784
Otomobil Sayısı	1,000	0,9774
Türkiye'den Yurt Dışına Giden Göç	1,000	0,9770
Yabancı geliş sayısı (kişi)	1,000	0,9741
Ortaokul Okul Sayısı	1,000	0,9740
Trafik Kaza Sayıları	1,000	0,9714
Toplam geliş sayısı (kişi)	1,000	0,9674
Yapı Ruhsatına Göre Daire Sayısı	1,000	0,9634
Nüfus Yoğunluğu (kilometrekareye düşen kişi sayısı)	1,000	0,9535
İlkokul Okul Sayısı	1,000	0,9100
Müze Ziyaretçi Sayısı	1,000	0,6998

Çizelge 4.16'da verilen Ortak faktör varyansları incelendiğinde değişkenlerin analiz sonrası değerlerinin başlangıç değeri olan 1'e yakın olduğu, dolayısıyla TBA'nın tutarlı olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda başlangıç değeri olan 1'e en yakın olan değişkenler 0,9974 ile GSYH(Bin TL), 0,9970 ile Toplam Nüfus ve 0,9951 ile Toplam Hane Halkı Sayısı değişkenleri olmuştur. Analizde kullanılan 29 değişkenden 28'inin analiz sonrasındaki değeri 0,91 ve üzeri olarak gerçekleşmiştir. Başlangıç değeri olan 1'e en uzak olan değişken ise 0,6998 ile Müze Ziyaretçi Sayısı olmuştur.

TBA uygulanması için gerekli olan adımlardan öncelikle temel bileşen sayısı belirlenmiş ve bir temel bileşenin tek başına yaklaşık yüzde 80'lik varyans açıklama yüzdesine sahip olduğu görülmüştür. Böylelikle önemli temel bileşen sayısı 1 olarak belirlenmiştir. Sonrasında bu temel bileşen üzerinde değişkenlerin hangi oranda etkili oldukları belirlenmiş, son olarak ise ortak faktör varyanslarından yararlanılarak analizin tutarlılığının kontrolü yapılmıştır. Tutarlılığının kontrolü yapılmış ve önemli temel bileşen sayısı belirlenmiş TBA'da artık havayolu yolcu sayısı potansiyeli bakımından iller için skor değerleri elde edilebilecektir.

İllerin TBA sonucunda elde edilen havayolu yolcu sayısı potansiyeli skor değerleri Çizelge 4.17'de yer almaktadır:

Çizelge 4.17.İllerin TBA Skor Değerleri ve Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyeli Sıralamaları

HAVAYOLU YOLCU SAYISI POTANSİYELİ SIRALAMASI	İLLER	TBA SKOR DEĞERİ	HAVAYOLU YOLCU SAYISI POTANSİYELİ SIRALAMASI	İLLER	TBA SKOR DEĞERİ
1	İSTANBUL	7,7251	42	DÜZCE	-0,2737
2	ANKARA	2,4457	43	BOLU	-0,2759
3	ANTALYA	1,6537	44	ISPARTA	-0,2772
4	İZMİR	1,6440	45	AKSARAY	-0,2844
5	BURSA	0,9244	46	TOKAT	-0,2859
6	KONYA	0,6961	47	ADİYAMAN	-0,2884
7	KOCAELİ	0,6645	48	OSMANİYE	-0,2912
8	ADANA	0,3459	49	UŞAK	-0,2918
9	MERSİN	0,3417	50	KASTAMONU	-0,2974
10	GAZİANTEP	0,3413	51	YOZGAT	-0,3090
11	MUĞLA	0,2317	52	GİRESUN	-0,3266
12	MANİSA	0,2192	53	BİLECİK	-0,3294
13	HATAY	0,2180	54	RİZE	-0,3350
14	KAYSERİ	0,1534	55	ARTVİN	-0,3379
15	DENİZLİ	0,1492	56	BURDUR	-0,3429
16	ŞANLIURFA	0,1400	57	AMASYA	-0,3443
17	BALIKESİR	0,1102	58	KIRIKKALE	-0,3451
18	SAMSUN	0,1090	59	NİĞDE	-0,3466
19	TEKİRDAĞ	0,1087	60	KARAMAN	-0,3657
20	AYDIN	0,1047	61	BATMAN	-0,3661
21	SAKARYA	0,0746	62	AĞRI	-0,3755
22	DİYARBAKIR	0,0388	63	ERZİNCAN	-0,3756
23	ESKİŞEHİR	-0,0090	64	KARABÜK	-0,3776
24	KAHRAMANMARA	-0,0572	65	KIRŞEHİR	-0,3820
25	TRABZON	-0,0898	66	ŞIRNAK	-0,3829
26	ÇANAKKALE	-0,1403	67	KARS	-0,4089
27	ERZURUM	-0,1458	68	BİTLİS	-0,4135
28	AFYONKARAHİSAR	-0,1587	69	ÇANKIRI	-0,4169
29	EDİRNE	-0,1623	70	MUŞ	-0,4194
30	VAN	-0,1668	71	SİNOP	-0,4235
31	MALATYA	-0,1925	72	SİİRT	-0,4354
32	SİVAS	-0,2039	73	BİNGÖL	-0,4377
33	ORDU	-0,2214	74	BARTIN	-0,4448
34	KÜTAHYA	-0,2274	75	TUNCELİ	-0,4509
35	MARDİN	-0,2277	76	İĞDIR	-0,4598
36	YALOVA	-0,2365	77	GÜMÜŞHANE	-0,4639
37	ZONGULDAK	-0,2411	78	KİLİS	-0,4696
38	ÇORUM	-0,2445	79	HAKKARİ	-0,4740
39	ELAZIĞ	-0,2505	80	ARDAHAN	-0,4996
40	KIRKLARELİ	-0,2599	81	BAYBURT	-0,5156
41	NEVŞEHİR	-0,2634			

Çizelge 4.17’de verildiği gibi TBA sonrası elde edilen skor değerleri incelendiğinde 22 ilin skor değerlerinin pozitif, diğer 59 ilin ise negatif olduğu görülmüştür.

Skor değeri en yüksek il 7,7251 ile İstanbul olurken skor değerleri en düşük il -0,5156 ile Bayburt olmuştur. İllerin skor değerleri incelendiğinde genel olarak sosyoekonomik gelişmişlik seviyesi ve nüfusu yüksek olan illerin skor değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

İllerin havayolu yolcu sayısı potansiyelleri bu skor değerleri ile elde edilmiş olup analizin bir sonraki aşamasında illerin gerçekleşen havayolu yolcu sayısı sıralamasıyla bu potansiyeller karşılaştırılacaktır. Böylece TBA sonunda elde edilen potansiyeller ile gerçekleştirmeler üzerinden bir değerlendirme yapılabilecektir.

İllerin 2018 yılında gerçekleşen havayolu yolcu sayılarının sıralaması Çizelge 4.18’de yer almaktadır.

Çizelge 4.18. İllerin 2018 Yılı Havayolu Yolcu Sayısı Sıralaması

HAVAYOLU YOLCU SAYISI SIRALAMASI	İLLER	HAVAYOLU YOLCU SAYISI	HAVAYOLU YOLCU SAYISI SIRALAMASI	İLLER	HAVAYOLU YOLCU SAYISI
1	İSTANBUL	102.575.606	42	TEKİRDAĞ	106.207
2	ANTALYA	32.905.759	43	ESKİŞEHİR	99.331
3	ANKARA	16.740.003	44	SİİRT	97.912
4	İZMİR	13.410.378	45	KASTAMONU	91.592
5	MUĞLA	8.727.602	46	KOCAELİ	54.110
6	ADANA	5.630.674	47	TOKAT	51.744
7	TRABZON	4.028.563	48	UŞAK	43.757
8	GAZİANTEP	2.637.027	49	AFYONKARAHİSAR	43.158
9	KAYSERİ	2.183.847	50	KÜTAHYA	34.377
10	DİYARBAKIR	2.069.306	51	ZONGULDAK	24.861
11	SAMSUN	1.735.522	52	ARTVİN	0
12	VAN	1.547.838	52	AYDIN	0
13	ERZURUM	1.334.796	52	BİLECİK	0
14	HATAY	1.325.009	52	BİTLİS	0
15	KONYA	1.160.885	52	BOLU	0
16	ELAZIĞ	1.039.178	52	BURDUR	0
17	MALATYA	871.515	52	ÇANKIRI	0
18	ŞANLIURFA	856.765	52	ÇORUM	0
19	MARDİN	712.775	52	EDİRNE	0
20	ORDU	688.739	52	GÜMÜŞHANE	0
21	BATMAN	665.306	52	MERSİN	0
22	DENİZLİ	656.610	52	KIRKLARELİ	0
23	SİVAS	581.367	52	KIRŞEHİR	0
24	KARS	577.562	52	MANİSA	0
25	BALIKESİR	514.010	52	NIĞDE	0
26	ERZİNCAN	500.627	52	RİZE	0
27	MUŞ	459.863	52	SAKARYA	0
28	ŞIRNAK	425.345	52	TUNCELİ	0
29	GİRESUN	405.811	52	YOZGAT	0
30	NEVŞEHİR	380.710	52	AKSARAY	0
31	KAHRAMANMARAŞ	334.010	52	BAYBURT	0
32	AĞRI	326.720	52	KARAMAN	0
33	İĞDIR	289.251	52	KIRIKKALE	0
34	ADİYAMAN	281.036	52	BARTIN	0
35	BURSA	242.571	52	ARDAHAN	0
36	ÇANAKKALE	229.407	52	YALOVA	0
37	BİNGÖL	225.477	52	KARABÜK	0
38	HAKKARİ	190.666	52	KİLİS	0
39	AMASYA	180.471	52	OSMANİYE	0
40	SİNOP	179.183	52	DÜZCE	0
41	ISPARTA	172.981			

Çizelge 4.18'de verildiği gibi 2018 yılında Türkiye'de havayolu yolcu sayısı en fazla olan il 102.575.606 yolcuyla İstanbul olmuştur. İstanbul ulaştığı bu yolcu sayısı ile tek başına Türkiye genelindeki yolcu sayısının %48.7'sini oluşturmaktadır. İstanbul için bu yolcu sayısı İstanbul'da yer alan üç havalimanı olan İstanbul Atatürk Havalimanı, İstanbul Havalimanı ve İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı'nın yolcu sayılarının toplamını temsil etmektedir.

İkinci sırada 32.905.759 yolcuyla Antalya yer almıştır. Antalya için bu yolcu sayısı Antalya'da yer alan iki havalimanı olan Antalya Havalimanı ve Alanya Gazipaşa Havalimanı'nın yolcu sayılarının toplamını temsil etmektedir. Üçüncü sırada ise 16.740.003 yolcuyla Ankara yer almıştır.

Ülkemizde 30 ilimizde ise havalimanı bulunmaması veya bulunan havalimanının ticari uçak trafiğine kapalı olmasından dolayı yolcu trafiği gerçekleşmemiştir.

İllerin havayolu yolcu sayıları incelendiğinde genel olarak TBA sonucunda elde edilen skor değerleriyle paralellik görülmektedir. İllerin TBA sonucunda elde edilen skor değerleri ve havayolu yolcu sayıları Çizelge 4.19'da yer almaktadır:

Çizelge 4.19. İllerin TBA ile Elde Edilen Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyelleri ve 2018 Yılında Gerçekleşmiş Sıralamaları

HAVAYOLU YOLCU SAYISI SIRALAMASI	HAVAYOLU YOLCU SAYISI POTANSİYELİ SIRALAMASI	İLLER	HAVAYOLU YOLCU SAYISI	TBA SKOR DEĞERİ
1	1	İSTANBUL	102.575.606	7,7251
2	3	ANTALYA	32.905.759	1,6537
3	2	ANKARA	16.740.003	2,4457
4	4	İZMİR	13.410.378	1,6440
5	11	MUĞLA	8.727.602	0,2317
6	8	ADANA	5.630.674	0,3459
7	25	TRABZON	4.028.563	-0,0898
8	10	GAZİANTEP	2.637.027	0,3413
9	14	KAYSERİ	2.183.847	0,1534
10	22	DİYARBAKIR	2.069.306	0,0388
11	18	SAMSUN	1.735.522	0,1090
12	30	VAN	1.547.838	-0,1668
13	27	ERZURUM	1.334.796	-0,1458
14	13	HATAY	1.325.009	0,2180
15	6	KONYA	1.160.885	0,6961
16	39	ELAZIĞ	1.039.178	-0,2505
17	31	MALATYA	871.515	-0,1925
18	16	ŞANLIURFA	856.765	0,1400
19	35	MARDİN	712.775	-0,2277
20	33	ORDU	688.739	-0,2214
21	61	BATMAN	665.306	-0,3661
22	15	DENİZLİ	656.610	0,1492
23	32	SİVAS	581.367	-0,2039
24	67	KARS	577.562	-0,4089
25	17	BALIKESİR	514.010	0,1102
26	63	ERZİNCAN	500.627	-0,3756
27	70	MUŞ	459.863	-0,4194
28	66	ŞIRNAK	425.345	-0,3829
29	52	GİRESUN	405.811	-0,3266
30	41	NEVŞEHİR	380.710	-0,2634
31	24	KAHRAMANMARAŞ	334.010	-0,0572
32	62	AĞRI	326.720	-0,3755
33	76	İĞDIR	289.251	-0,4598
34	47	ADIYAMAN	281.036	-0,2884
35	5	BURSA	242.571	0,9244
36	26	ÇANAKKALE	229.407	-0,1403
37	73	BİNGÖL	225.477	-0,4377
38	79	HAKKARİ	190.666	-0,4740
39	57	AMASYA	180.471	-0,3443
40	71	SİNOP	179.183	-0,4235
41	44	ISPARTA	172.981	-0,2772

Çizelge 4.19. İllerin TBA ile Elde Edilen Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyelleri ve 2018 Yılında Gerçekleşmiş Sıralamaları (Devamı)

HAVAYOLU YOLCU SAYISI SIRALAMASI	HAVAYOLU YOLCU SAYISI POTANSİYELİ SIRALAMASI	İLLER	HAVAYOLU YOLCU SAYISI	TBA SKOR DEĞERİ
42	19	TEKİRDAĞ	106.207	0,1087
43	23	ESKİŞEHİR	99.331	-0,0090
44	72	SİİRT	97.912	-0,4354
45	50	KASTAMONU	91.592	-0,2974
46	7	KOCAELİ	54.110	0,6645
47	46	TOKAT	51.744	-0,2859
48	49	UŞAK	43.757	-0,2918
49	28	AFYONKARAHİSAR	43.158	-0,1587
50	34	KÜTAHYA	34.377	-0,2274
51	37	ZONGULDAK	24.861	-0,2411
52	55	ARTVİN	0	-0,3379
52	20	AYDIN	0	0,1047
52	53	BİLECİK	0	-0,3294
52	68	BİTLİS	0	-0,4135
52	43	BOLU	0	-0,2759
52	56	BURDUR	0	-0,3429
52	69	ÇANKIRI	0	-0,4169
52	38	ÇORUM	0	-0,2445
52	29	EDİRNE	0	-0,1623
52	77	GÜMÜŞHANE	0	-0,4639
52	9	MERSİN	0	0,3417
52	40	KIRKLARELİ	0	-0,2599
52	65	KIRŞEHİR	0	-0,3820
52	12	MANİSA	0	0,2192
52	59	NİĞDE	0	-0,3466
52	54	RİZE	0	-0,3350
52	21	SAKARYA	0	0,0746
52	75	TUNCELİ	0	-0,4509
52	51	YOZGAT	0	-0,3090
52	45	AKSARAY	0	-0,2844
52	81	BAYBURT	0	-0,5156
52	60	KARAMAN	0	-0,3657
52	58	KIRIKKALE	0	-0,3451
52	74	BARTIN	0	-0,4448
52	80	ARDAHAN	0	-0,4996
52	36	YALOVA	0	-0,2365
52	64	KARABÜK	0	-0,3776
52	78	KİLİS	0	-0,4696
52	48	OSMANİYE	0	-0,2912
52	42	DÜZCE	0	-0,2737

TBA skor değerleri ile belirlenen illerin havayolu yolcu potansiyelleri ile gerekleşmelerden elde edilen sıralama karşılaştırıldığında genel olarak paralellik olduğu görülmüştür.

Örneğin 102.575.606 yolcuyla Türkiye'deki havayolu yolcu trafiğinin %48.7'sine sahip olan İstanbul'un TBA skor değeri 7,7251 olup 2,4457 ile ikinci sırada yer alan Ankara'nın çok önünde yer almaktadır.

Bununla birlikte TBA skor değeri ile belirlenen havayolu yolcu sayısı potansiyelinin altında veya üzerinde yer alan da birçok il bulunmaktadır. Bu durumun pek çok nedeni bulunmakta olup genel olarak potansiyelinin altında kalmış illerde o ile yakın büyük bir havalimanı, potansiyelinin üzerinde olan illerde ise o ildeki havalimanının sadece o ile değil bölgesel olarak hizmet veriyor olması etkili olmuştur.

TBA skor değeri yüksek olmasına rağmen yakın illerde yer alan büyük bir havalimanı nedeniyle hiç havalimanı bulunmayan veya potansiyelinin altında sayıda yolcusu olan illerin bulunması otomatik olarak skor değeri daha düşük illeri gerçekleşmede ne taşımaktadır.

Bu çalışmadaki amaç illerin potansiyellerini belirledikten sonra diğer faktörlerle birlikte değerlendirmek ve havalimanı olmayan iller arasından hangilerine havalimanı yapılmasının verimli olabileceğini ya da havalimanı bulunan illerden hangisine yapılabilecek yeni yatırımların verimli olabileceğini belirlemektir.

İllerin potansiyelleri ve gerçekleşmeleri incelendiğinde İstanbul, Antalya, İzmir, Adana, Gaziantep, Muğla, Hatay, Kayseri, şanlıurfa, Samsun, Diyarbakır, Trabzon, Erzurum, Van, Malatya, Sivas, Ordu, Mardin, Elazığ, Nevşehir, Isparta, Tokat, Adıyaman, Uşak, Kastamonu, Giresun, Amasya, Batman, Ağrı, Erzincan, şırnak, Kars, Muş, Sinop, Siirt, Bingöl, Iğdır ve Hakkari illerinin gerçekleşmelerinin potansiyelleriyle paralel veya potansiyellerinin üzerinde oldukları görölmüş olmuş olup bu iller için il bazlı özel bir inceleme yapılma gerekliliği kalmamıştır.

Potansiyel olarak 5. sırada yer alan Bursa'nın gerçekleşmede 35. sırada yer almasında, potansiyel olarak 7. sırada olan Kocaeli'nin gerçekleşmede 46. sırada yer almasında; potansiyel olarak 21. sırada yer alan Sakarya'da havalimanı bulunmamasında ve potansiyel olarak 36. Sırada yer alan Yalova'da havalimanı bulunmamasında İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı'nın varlığı en önemli faktör durumundadır.

İstanbul'un Anadolu yakasında bulunan ve yılda 30 milyonun üzerinde yolcu trafiği gerçekleşen İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı bu illerin de havayolu taşımacılığı ihtiyacını karşılamaktadır. İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı Yalova il merkezine 57 kilometre, Kocaeli il merkezine 67 kilometre, Sakarya il merkezine 110 kilometre, Bursa il merkezine 118 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.

Potansiyel olarak 19. Sırada yer alan Tekirdağ'ın gerçekleşmede 42. Sırada yer almasında ise İstanbul Atatürk Havalimanı'nın ve İstanbul Havalimanı'nın varlığı ana faktör durumundadır. Tekirdağ Çorlu'da yer alan havalimanı İstanbul Atatürk Havalimanı'na 99 kilometre, İstanbul Havalimanı'na 82 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.

Bölgedeki diğer illerden potansiyel olarak Edirne 29. sırada, Kırklareli 40. Sırada yer almaktadır. İstanbul Havalimanı'na Kırklareli 187, Edirne 213 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır. Dolayısıyla bu iki ilin ortak kullanımında olacak bir havalimanının verimli olabileceği görülmektedir.

İç Anadolu'da ise potansiyel olarak 6. sırada yer alan Konya'nın gerçekleşmede 15. sırada yer almasında ve potansiyel olarak 23. sırada yer alan Eskişehir'in gerçekleşmede 43. sırada yer almasında Ankara Esenboğa Havalimanı'nın varlığı etkili olmuştur. Mesafe olarak arada Marmara bölgesindeki illerle İstanbul arasında olan mesafeden çok daha yüksek mesafeler olmakla birlikte(Eskişehir-Ankara Esenboğa Havalimanı 271 kilometre, Konya-Ankara Esenboğa Havalimanı 303 kilometre) bu bölgede hızlı tren varlığı ikinci bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır. Ancak özellikle Konya ilinde gerçekleştirilebilecek bir kapasite artışının verimli olabileceği görülmektedir.

Ankara ise potansiyel olarak 2. sırada olmasına rağmen gerçekleşmede Antalya'nın gerisinde yer almış ve 3. sırada yer almıştır. Bu durumda Antalya'nın turistik bir il olması etkili olmuştur ancak Ankara'nın TBA skor değeri incelendiğinde şu anki gerçekleşmesinden çok daha yüksek bir hava yolu yolcu sayısına ulaşabilecek potansiyelde olduğu görülmektedir.

Kahramanmaraş ili potansiyel olarak 24. sırada olmasına rağmen gerçekleşmede 31. sırada yer almıştır. Burada daha önce kullanılan havalimanı terminali yıllık 400 bin yolcu kapasiteli olup 2020 yılı itibariyle kullanıma açılan yeni terminal ile birlikte bu kapasite yıllık 2 milyon yolcuya ulaşmıştır. TBA skor değeri ile elde edilen havayolu yolcu sayısı potansiyeli ve yolcu sayısı gerçekleşmesi değerlendirildiğinde bu kapasite artırımının verimli olabileceği görülmektedir [18].

Kahramanmaraş ile benzer bir durum Balıkesir ili için de geçerlidir. Balıkesir potansiyel olarak 17. sırada yer almasına rağmen gerçekleşmede 25. sırada yer almıştır. Balıkesir ilinde iki havalimanı bulunmaktadır ve diğer illerde olduğu gibi analizde ilin havayolu yolcu sayısı bu iki havalimanının yolcu sayılarının toplanmasıyla elde edilmiştir. Bu havalimanlarından Balıkesir Merkez Havalimanı'nda ticari uçuş trafiği olmadığından yolcu trafiği gerçekleşmemektedir. Ancak 2020 yılı itibariyle Balıkesir Merkez Havalimanı'nda yıllık 1 milyon yolcu kapasiteli yeni terminal tamamlanmış olup bu havalimanında da yolcu trafiği gerçekleşmeye başlayacaktır [18].

Kahramanmaraş ve Balıkesir illerinin yapılan analize göre potansiyellerinin altında kalmış görünüyor olmaları ve bu illere yapılan yeni terminal binalarıyla yıllık yolcu sayıları kapasitelerin artırılıyor oluşu uygulanan TBA'nın tutarlı olduğunu göstermektedir.

Potansiyel olarak 15. sırada yer alan Denizli ise gerçekleşmede 22. sırada yer almıştır. İlin turizm potansiyeli de düşünüldüğünde gerçekleşebilecek bir kapasite artışının verimli olabileceği görülmektedir.

Potansiyel olarak 26. sırada yer alan Çanakkale gerçekleşmede 36. sırada yer almıştır. Denizli ile benzer durum Çanakkale için de geçerli olup ilin turizm potansiyeli de düşünüldüğünde gerçekleşebilecek bir kapasite artışının verimli olabileceği görülmektedir.

Potansiyel olarak 37. Sırada yer alan Zonguldak ise gerçekleşmede 51. sırada yer almıştır. İlin turizm potansiyeli de bulunmaktadır ancak ülkemizdeki yüksek nüfuslu illerin birçoğuna yakın konumda oluşu ilin havayolu potansiyelini sınırlamıştır. Ancak TBA skor değerine göre bu ilde de gerçekleşebilecek bir kapasite artışının verimli olabileceği görülmektedir.

Havayolu yolcu sayısı bakımından TBA ile belirlenen potansiyelinin altında kalmış diğer iki il ise Kütahya ve Afyonkarahisar olmuştur. Afyonkarahisar potansiyel olarak 28. sırada yer alırken gerçekleşmede 49. sırada, Kütahya ise potansiyel olarak 34. sırada yer alırken gerçekleşmede 50. sırada yer almıştır. İki il Uşak ili ile birlikte bölgesel bir havalimanı olan Zafer Havalimanı'nı ortak kullanmakta olup havayolu yolcu sayıları Zafer Havalimanı'nın yolcu sayısının illere nüfuslarıyla orantılı olarak paylaştırılmasıyla elde edilmiştir.

Zafer Havalimanı'nı ortak kullanmakta olan iki ilin de TBA ile belirlenen potansiyelinin altında kaldığı görülmekte olup Zafer Havalimanı'nın şu ankinden daha yüksek havayolu yolcu sayısına ulaşabileceği görülmektedir.

Havalimanı bulunmayan iller için de elde edilen TBA skor değerlerinden yararlanılarak benzer bir analiz yapılabilecektir. Ordu-Giresun Havalimanı'nın iki, Zafer Havalimanı'nın üç il tarafından ortak kullanıldığı, Aydın'da havalimanı bulunmasına rağmen bu havalimanına büyük gövdeli uçaklarla sefer düzenlenemediği düşünüldüğünde ülkemizde 2018 yılında 30 ilde havayolu yolcu trafiği gerçekleşmemiştir.

Bu 30 il ve bu illerin TBA skor değerlerinin büyükten küçüğe sıralanmış hali Çizelge 4.20'de yer almaktadır:

Çizelge 4.20. Havalimanı Bulunmayan İllerin TBA Skor Değerlerine Göre Havayolu Yolcu Sayısı Potansiyelleri

HAVAYOLU YOLCU SAYISI POTANSİYELİ SIRALAMASI	İLLER	HAVAYOLU YOLCU SAYISI	TBA SKOR DEĞERİ
9	MERSİN	0	0,3417
12	MANİSA	0	0,2192
20	AYDIN	0	0,1047
21	SAKARYA	0	0,0746
29	EDİRNE	0	-0,1623
36	YALOVA	0	-0,2365
38	ÇORUM	0	-0,2445
40	KIRKLARELİ	0	-0,2599
42	DÜZCE	0	-0,2737
43	BOLU	0	-0,2759
45	AKSARAY	0	-0,2844
48	OSMANİYE	0	-0,2912
51	YOZGAT	0	-0,3090
53	BİLECİK	0	-0,3294
54	RİZE	0	-0,3350
55	ARTVİN	0	-0,3379
56	BURDUR	0	-0,3429
58	KIRIKKALE	0	-0,3451
59	NİĞDE	0	-0,3466
60	KARAMAN	0	-0,3657
64	KARABÜK	0	-0,3776
65	KIRŞEHİR	0	-0,3820
68	BİTLİS	0	-0,4135
69	ÇANKIRI	0	-0,4169
74	BARTIN	0	-0,4448
75	TUNCELİ	0	-0,4509
77	GÜMÜŞHANE	0	-0,4639
78	KİLİS	0	-0,4696
80	ARDAHAN	0	-0,4996
81	BAYBURT	0	-0,5156

Bu illerden Sakarya, Yalova, Edirne ve Kırklareli için daha önce değerlendirme yapılmış ve İstanbul yakınlarında yer alan iller arasında yeni bir havalimanı için en uygun şartlara sahip görünen ilin Edirne olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu ilin sınıra yakın olması operasyonel açıdan sorunlara neden olabilecektir.

TBA skor değerlerine göre havalimanı bulunmayan iller arasından potansiyeli en yüksek olan il Mersin olarak belirlenmiştir. Ülkemizin en yüksek nüfuslu 10. ili olan ve turizm potansiyeli de yüksek olan Mersin havayolu taşımacılığı açısından da önemli bir potansiyel durumundadır. Mersin il sınırlarında yer alan ve Adana ile ortak kullanımın gerçekleşeceği Çukurova Havalimanı'nın inşaat aşamasında olması uygulanan TBA'nın tutarlılığını göstermektedir.

TBA skor değerlerine göre havalimanı bulunmayan iller arasında Mersin'den sonra en potansiyelli il Manisa olarak belirlenmiştir. Manisa il merkezinin İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na uzaklığı yalnızca 54 kilometre olmakla birlikte ilde ciddi bir havayolu taşımacılığı potansiyeli olduğu görülmektedir.

TBA skor değerlerine göre havalimanı bulunmayan iller arasında en potansiyelli üçüncü il ise Aydın olarak belirlenmiştir. Aydın il merkezinin İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na uzaklığı 94 kilometre iken ilin turizm potansiyeli yüksek ilçelerinin Muğla Milas Bodrum Havalimanı'na uzaklıkları 80-120 kilometre aralığında olmakla birlikte ilde ciddi bir havayolu taşımacılığı potansiyeli olduğu görülmektedir.

TBA skor değerlerine göre havalimanı bulunmayan iller arasında orum'un da potansiyeli yüksek iller arasında olduğu görülmektedir. orum il merkezi Amasya Merzifon Havalimanı'na sadece 68 kilometre uzaklıkta bulunmakla birlikte ilde belirli bir havayolu taşımacılığı potansiyeli olduğu görülmektedir.

Düzce ve Bolu illeri ise havayolu yolcu sayısı potansiyeli bakımından TBA skor değerlerine göre 42. ve 43. sırada yer almaktadır. 21. Sırada yer alan ancak İstanbul'a yakınlığı nedeniyle değerlendirme dışında tutulan Sakarya'nın da potansiyelinin bir bölümünün bu bölgede yer alacak bir havalimanına kayabileceği düşünüldüğünde bölgede belirli bir havayolu taşımacılığı potansiyeli olduğu görülmektedir.

Bu iller dışında havalimanı bulunmayan iller arasından TBA skor değerlerine göre diğer illere göre daha potansiyelli durumda bulunan iller ise Aksaray, Osmaniye, Yozgat, Bilecek, Rize ve Artvin olup bu illerden Rize ve Artvin'in ortak kullanımında olacak havalimanı inşaat aşamasındadır [18].

4.4.2 Havayolu Yolcu Sayısı ile İlişkili Olduğu Belirlenen Göstergelerin VZA ile Analizi

Tez çalışmasının bir önceki bölümünde havayolu yolcu sayısı ile ilişkili olduğu belirlenen göstergeler TBA ile analiz edilmiş ve illerin TBA skor değerleri ile havayolu yolcu sayısındaki gerçekleştirmeleri dikkate alınarak illerin havayolu taşımacılığı konusundaki durumları incelenmiştir. Bu bölümde ise VZA ile illerin havayolu taşımacılığı konusundaki durumları incelenecektir. Yapılacak çalışmada Girdi Yönlü CCR Modeli'nden yararlanılacaktır.

Veriye uygulanacak VZA'da havayolu taşımacılığı ile ilişkili olduğu belirlenmiş olan değişkenler girdi, havayolu yolcu sayısı ise çıktı olarak değerlendirilecektir. VZA ile illerin havayolu taşımacılığı konusundaki etkinlikleri belirlenecektir. Etkinlik değeri 0 ile 1 arasında olacak olup 1'e yakın olması o ilin havayolu taşımacılığı konusunda potansiyelini değerlendirdiği, 0'a yakın olması ise o ilin havayolu taşımacılığı konusundaki potansiyeline ulaşamadığı sonucunu verecektir.

Değerlendirilme şekilleri farklı olsa da TBA ve VZA ile elde edilen sonuçlar arasında tutarlılık olması beklenmektedir.

İller için VZA ile elde edilen etkinlik değerleri Çizelge 4.21'de yer almaktadır:

Çizelge 4.21. İllerin VZA ile Elde Edilen Etkinlik Değerleri

İL KODU	İL ADI	ETKİNLİK DEĞERİ	İL KODU	İL ADI	ETKİNLİK DEĞERİ
1	ADANA	0,21772736	42	KONYA	0,07479615
2	ADIYAMAN	0,16379794	43	KÜTAHYA	0,14659433
3	AFYONKARAHİSAR	0,11762978	44	MALATYA	0,18111784
4	AĞRI	0,19558404	45	MANİSA	0,05754863
5	AMASYA	0,28186020	46	KAHRAMANMARAŞ	0,09264752
6	ANKARA	0,23160830	47	MARDİN	0,16045610
7	ANTALYA	1,00000000	48	MUĞLA	0,72765361
8	ARTVİN	0,47281191	49	MUŞ	0,28194892
9	AYDIN	0,07494812	50	NEVŞEHİR	0,36667798
10	BALIKESİR	0,09692855	51	NİĞDE	0,22558931
11	BİLECİK	0,36820200	52	ORDU	0,17014089
12	BİNGÖL	0,34969552	53	RİZE	0,23600721
13	BİTLİS	0,23547493	54	SAKARYA	0,08140299
14	BOLU	0,26385940	55	SAMSUN	0,15415405
15	BURDUR	0,30480206	56	SIİRT	0,26908940
16	BURSA	0,03324533	57	SİNOP	0,43251728
17	ÇANAKKALE	0,18239878	58	SİVAS	0,19128806
18	ÇANKIRI	0,38026086	59	TEKİRDAĞ	0,08722928
19	ÇORUM	0,15335807	60	TOKAT	0,14030949
20	DENİZLİ	0,12556011	61	TRABZON	0,45705192
21	DİYARBAKIR	0,13258143	62	TUNCELİ	0,93283294
22	EDİRNE	0,19992321	63	ŞANLIURFA	0,07039300
23	ELAZIĞ	0,26240958	64	UŞAK	0,23234790
24	ERZİNCAN	0,49966012	65	VAN	0,17132842
25	ERZURUM	0,23098299	66	YOZGAT	0,19359454
26	ESKİŞEHİR	0,10256118	67	ZONGULDAK	0,14014555
27	GAZİANTEP	0,13316118	68	AKSARAY	0,19961084
28	GİRESUN	0,24494266	69	BAYBURT	1,00000000
29	GÜMÜŞHANE	0,50553002	70	KARAMAN	0,32659688
30	HAKKÂRİ	0,33461209	71	KIRIKKALE	0,28706708
31	HATAY	0,10973816	72	BATMAN	0,21643672
32	ISPARTA	0,21430435	73	ŞIRNAK	0,21475795
33	MERSİN	0,04534332	74	BARTIN	0,41343926
34	İSTANBUL	1,00000000	75	ARDAHAN	0,83183192
35	İZMİR	0,24015140	76	İĞDIR	0,52102316
36	KARS	0,42722996	77	YALOVA	0,31374269
37	KASTAMONU	0,23162473	78	KARABÜK	0,33173127
38	KAYSERİ	0,17114948	79	KİLİS	0,57719533
39	KIRKLARELİ	0,22799424	80	OSMANİYE	0,15395152
40	KIRŞEHİR	0,34016075	81	DÜZCE	0,21213168
41	KOCAELİ	0,04517887			

İller için VZA ile elde edilen etkinlik değerlerinin büyükten küçüğe sıralanmış hali ise Çizelge 4.22'de yer almaktadır:

Çizelge 4.22. İllerin VZA ile Elde Edilen Etkinlik Değerleri Sıralaması(Büyükten Küçüğe)

ETKİNLİK SIRALAMASI	İL ADI	ETKİNLİK DEĞERİ	ETKİNLİK SIRALAMASI	İL ADI	ETKİNLİK DEĞERİ
1	ANTALYA	1,00000000	42	ADANA	0,21772736
1	İSTANBUL	1,00000000	43	BATMAN	0,21643672
1	BAYBURT	1,00000000	44	ŞIRNAK	0,21475795
4	TUNCELİ	0,93283294	45	ISPARTA	0,21430435
5	ARDAHAN	0,83183192	46	DÜZCE	0,21213168
6	MUĞLA	0,72765361	47	EDİRNE	0,19992321
7	KİLİS	0,57719533	48	AKSARAY	0,19961084
8	İĞDIR	0,52102316	49	AĞRI	0,19558404
9	GÜMÜŞHANE	0,50553002	50	YOZGAT	0,19359454
10	ERZİNCAN	0,49966012	51	SİVAS	0,19128806
11	ARTVİN	0,47281191	52	ÇANAKKALE	0,18239878
12	TRABZON	0,45705192	53	MALATYA	0,18111784
13	SİNOP	0,43251728	54	VAN	0,17132842
14	KARS	0,42722996	55	KAYSERİ	0,17114948
15	BARTIN	0,41343926	56	ORDU	0,17014089
16	ÇANKIRI	0,38026086	57	ADİYAMAN	0,16379794
17	BİLECİK	0,36820200	58	MARDİN	0,16045610
18	NEVŞEHİR	0,36667798	59	SAMSUN	0,15415405
19	BİNGÖL	0,34969552	60	OSMANİYE	0,15395152
20	KIRŞEHİR	0,34016075	61	ÇORUM	0,15335807
21	HAKKÂRİ	0,33461209	62	KÜTAHYA	0,14659433
22	KARABÜK	0,33173127	63	TOKAT	0,14030949
23	KARAMAN	0,32659688	64	ZONGULDAK	0,14014555
24	YALOVA	0,31374269	65	GAZİANTEP	0,13316118
25	BURDUR	0,30480206	66	DİYARBAKIR	0,13258143
26	KIRIKKALE	0,28706708	67	DENİZLİ	0,12556011
27	MUŞ	0,28194892	68	AFYONKARAHİSAR	0,11762978
28	AMASYA	0,28186020	69	HATAY	0,10973816
29	SİİRT	0,26908940	70	ESKİŞEHİR	0,10256118
30	BOLU	0,26385940	71	BALIKESİR	0,09692855
31	ELAZIĞ	0,26240958	72	KAHRAMANMARAŞ	0,09264752
32	GİRESUN	0,24494266	73	TEKİRDAĞ	0,08722928
33	İZMİR	0,24015140	74	SAKARYA	0,08140299
34	RİZE	0,23600721	75	AYDIN	0,07494812
35	BİTLİS	0,23547493	76	KONYA	0,07479615
36	UŞAK	0,23234790	77	ŞANLIURFA	0,07039300
37	KASTAMONU	0,23162473	78	MANİSA	0,05754863
38	ANKARA	0,23160830	79	MERSİN	0,04534332
39	ERZURUM	0,23098299	80	KOCAELİ	0,04517887
40	KIRKLARELİ	0,22799424	81	BURSA	0,03324533
41	NİĞDE	0,22558931			

VZA ile elde edilen etkinlik değerleri ile illerin havayolu taşımacılığı konusunda potansiyellerini hangi ölçüde kullandıkları belirlenebilecektir. Etkinlik değeri 1'e yakın olan illerin havayolu taşımacılığı konusunda potansiyellerini verimli bir şekilde kullandıkları, etkinlik değeri 0'a yakın olan illerin ise potansiyellerinin altında kaldıkları değerlendirilecektir.

Havalimanı bulunmayan illerde ise etkinlik değeri 1'e yakın olan illerde şu an için havalimanı ihtiyacının bulunmadığı, etkinlik değeri 0'a yakın olan illerde ise havalimanı ihtiyacının bulunduğu değerlendirilecektir.

Tez çalışmasının ana amacı havalimanı bulunmayan illerden hangilerine havalimanı yapılmasının verimli olabileceğini ve havalimanı bulunan illerden hangilerine yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceğini belirlemek olduğundan VZA ile elde edilen sonuçlarda öncelikle incelenmesi gereken iller etkinlik değeri düşük olan iller olacaktır.

VZA ile elde edilen etkinlik değeri en düşük olan iki il Bursa ve Kocaeli olmuştur. Yüksek nüfuslarına ve gelişmişlik endekslerine rağmen bu iki ilde havayolu yolcu sayısının oldukça düşük olmasında İstanbul'un Anadolu yakasında bulunan ve yılda 30 milyonun üzerinde yolcu trafiği gerçekleşen İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı etkili olmuştur, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı bu illerin de havayolu taşımacılığı ihtiyacını karşılamaktadır. İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı Kocaeli il merkezine 67 kilometre, Bursa il merkezine 118 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.

VZA ile elde edilen etkinlik değeri en dūşük olan üçüncü ve dördüncü iller ise Mersin ve Manisa olmuştur. Her ikisinde de havalimanı bulunmayan bu iki il VZA ile elde edilen sonuçlara göre yeni havalimanları yapılabilmesi için en uygun iki il olarak ortaya çıkmıştır. Mersin ülkemizin en yüksek nüfuslu 10. ili olmakla birlikte turizm potansiyeli de yüksek olan bir il olduğundan havayolu taşımacılığı açısından da önemli bir potansiyel durumdadır. Mersin il sınırlarında yer alan ve Adana ile ortak kullanımın gerçekleşeceği Çukurova Havalimanı'nın inşaat aşamasında olması VZA'nın tutarlı olduğunu göstermektedir. Havalimanı bulunmayan iller arasında Mersin'den sonra etkinlik değeri en dūşük olan il ise Manisa olmuştur. Manisa il merkezinin İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na uzaklığı yalnızca 54 kilometre olmakla birlikte ilde ciddi bir havayolu taşımacılığı potansiyeli olduğu görülmektedir.

VZA ile elde edilen etkinlik değeri en dūşük olan beşinci il Şanlıurfa olmuştur, buradan havalimanı bulunan bu ile yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceği, ilin havayolu yolcu sayısı potansiyelinin gerçekleşmenin üzerinde olduğu değerlendirilebilecektir.

Etkinlik değeri en dūşük olan altıncı il olan Konya'nın durumunda Ankara Esenboęa Havalimanı'nın varlığı etkili olmuştur. Mesafe olarak arada Marmara bölgesindeki illerle İstanbul arasında olan mesafeden çok daha yüksek mesafeler olmakla birlikte (303 kilometre) bu bölgede hızlı tren varlığı ikinci bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır.

Etkinlik değeri en dūşük yedinci il olan Aydın'ın il merkezinin İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na uzaklığı 94 kilometre iken ilin turizm potansiyeli yüksek ilçelerinin Muęla Milas Bodrum Havalimanı'na uzaklıkları 80-120 kilometre aralığında olmakla birlikte ilde ciddi bir havayolu taşımacılığı potansiyeli olduğu görülmektedir. Aydın'da havalimanı bulunmakta ancak bu havalimanında 2020 yılı itibariyle sadece eğitim uçuşları gerçekleştirilmektedir.

Etkinlik değeri en dūřuk sekizinci il olan Sakarya'da havalimanı bulunmamaktadır ancak etkinlik değerleri en dūřuk iki il olan Bursa ve Kocaeli için geçerli olan durum Sakarya için de geçerlidir, bu illerin de havayolu taşımacılığı ihtiyaını karşılayan İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı Sakarya il merkezine sadece 110 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.

Etkinlik değeri en dūřuk dokuzuncu il olan Tekirdaę'ın durumunda ise İstanbul Atatürk Havalimanı'nın ve İstanbul Havalimanı'nın varlığı ana faktör durumundadır. Tekirdaę orlu'da yer alan havalimanı, İstanbul Atatürk Havalimanı'na 99 kilometre, İstanbul Havalimanı'na 82 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.

Etkinlik değeri en dūřuk iller arasında onuncu ve on birinci sırada yer alan Kahramanmarař ve Balıkesir havalimanı bulunan iki ilimiz olup VZA sonucunda bu illerdeki havalimanlarına yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceği, illerin havayolu yolcu sayısı potansiyellerinin geerleşmenin üzerinde olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Her iki ilde de havalimanlarında yeni terminal binalarının inřa edilmiş olması analizin tutarlılığını göstermektedir.

Etkinlik değeri en dūřuk on ikinci il olan Eskiřehir'de ise Konya ile benzer şekilde Ankara Esenboęa Havalimanı'na olan yakınlığı ve hızlı tren bağlantısının varlığı etkili olmuştur.

Etkinlik değeri dūřuk olan illerden Hatay, Afyonkarahisar, Denizli, Diyarbakır, Gaziantep, Zonguldak, Tokat, Kütahya, Samsun, Mardin, Adıyaman, Kayseri havalimanı bulunan illerdir ve VZA ile elde edilen sonuçlara göre bu illerin havayolu yolcu sayısı potansiyelinin geerleşmelerinin üzerinde olduğu değerlendirilebilecektir.

Havalimanı bulunmayan illerden ise Çorum, Osmaniye, Yozgat, Aksaray, Edirne ve Düzce etkinlik değeri düşük olan, bir başka ifade ile havayolu taşımacılığı potansiyelinin olduğu belirlenen iller olarak öne çıkmaktadır.

İller etkinlik puanlarına göre büyükten küçüğe sıralandığında ülkemizin en yüksek nüfuslu üçüncü ili olan İzmir'in otuz üçüncü sırada, ülkemizin en yüksek nüfuslu ikinci ili olan Ankara'nın otuz sekizinci sırada olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre bu iki büyük ilimizin de havayolu taşımacılığı potansiyellerinin gerçekleşmelerinin üzerinde olduğu değerlendirilebilecektir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sunulan tez çalışmasında iki farklı istatistiksel yöntemden yararlanılarak illerin havayolu taşımacılığı potansiyellerinin hangi seviyede olduğu ve bunların hangi ölçüde değerlendirildiği araştırılmıştır. Bu sayede havalimanı bulunmayan illerden hangilerine yapılabilecek havalimanlarının verimli olabileceğinin ve havalimanı bulunan illerden hangilerine yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceğinin belirlenebilmesi amaçlanmıştır.

Öncelikle illere ait çeşitli istatistiksel göstergelerin hangilerinin havayolu taşımacılığı ile ilişkili olduğu Pearson İlişki Katsayısı ile belirlenmiş ve havayolu taşımacılığı ile ilişkili olan göstergelerden yararlanılarak Temel Bileşenler Analizi ve Veri Zarflama Analizi yöntemleri kullanılmıştır.

İlk olarak TBA yönteminden yararlanılmış olup önemli temel bileşen sayısı 1 olarak belirlendikten sonra öncelikle illerin havayolu taşımacılığını gösterecek olan skor değerleri elde edilmiştir.

Daha sonra TBA ile elde edilmiş olan illere ait skor değerleri ile illerin gerçekleşmiş havayolu taşımacılığı trafiği sıralamaları karşılaştırılmış ve illerin havayolu taşımacılığı konusundaki potansiyellerini hangi ölçüde kullandıkları yorumlanmıştır.

TBA ile beklenen sonuçlar elde edilmiş olup analizin tutarlılığını artırılması adına ikinci bir yöntemden yararlanılmak istenilmiş ve havayolu taşımacılığı ile ilişkili olduğu belirlenmiş olan göstergeler kullanılarak aynı amaçla Veri Zarflama Analizi yönteminden yararlanılmıştır.

VZA uygulanırken havayolu taşımacılığı ile ilişkili olduğu belirlenmiş olan istatistiksel göstergeler girdi, illerin havayolu yolcu sayıları çıktı olarak kullanılmıştır. VZA ile illerin 0 ile 1 arasında değer alan etkinlik değerleri belirlenmiştir. İllerin etkinlik değerinin 1'e yakın olması havayolu taşımacılığı açısından potansiyelini değerlendirdiği, etkinlik değerinin 0'a yakın olması ise ilin havayolu taşımacılığı potansiyelinin gerçekleşmesinden daha yüksek olduğu sonucunu vermektedir.

VZA ile elde edilmiş olan etkinlik değerlerinden yararlanılarak illerin havayolu taşımacılığı konusunda potansiyellerini hangi ölçüde kullandıkları değerlendirilmiş ve hangi illere yapılabilecek yeni havalimanlarının veya ilde havalimanı varsa yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceği yorumlanmıştır.

Tez çalışmasında kullanılan iki farklı yöntem ile elde edilen sonuçların birbirleriyle tutarlı olmaları hedeflenmiştir. İki farklı yöntemle elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde sonuçların büyük oranda tutarlı oldukları görülmüştür.

Örneğin havalimanı bulunmayan iller arasında en yüksek TBA skor değerine sahip olan, yani yapılabilecek bir havalimanının en verimli olacağı değerlendirilen iki il Mersin ve Manisa olmuştur. Bu iki il VZA ile elde edilen sonuçlarda ise havalimanı bulunmayan iller arasında en düşük etkinlik değerine sahip olan, yani var olan havayolu taşımacılığı potansiyelini kullanamıyor şeklinde değerlendirilen iki il olmuştur. Kullanılan her iki yöntemle de havalimanı bulunmayan iller arasında yapılabilecek bir havalimanının en verimli olacağı değerlendirilen ilk iki il aynı iller olmuştur. Bu illerden Mersin'de Adana ile ortak kullanımlarında olacak olan Çukurova Havalimanı inşaat aşamasındadır.

Benzer şekilde havayolu taşımacılığı yüksek olan ancak il merkezlerine oldukça yakın olan İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı nedeniyle havayolu yolcu sayıları düşük olan ya da havalimanı bulunmayan Bursa, Kocaeli ve Sakarya TBA'da skor değerleri en yüksek illerden olurken VZA'da ise etkinlik değerleri en düşük illerden olmuştur.

Ankara Esenboğa Havalimanı'na yakınlıkları ve hızlı tren bağlantısı nedeniyle havayolu taşımacılığı konusunda potansiyellerinin gerisinde kalmış olan Konya ve Eskişehir için de her iki analizde ortak sonuçlar elde edilmiştir. Bu iki ilin TBA skor değerleri yüksekken VZA etkinlik değerleri düşük olmuştur.

İstanbul Atatürk Havalimanı'na ve İstanbul Havalimanı'na yakınlığı nedeniyle havayolu taşımacılığı konusunda potansiyellerinin gerisinde kalmış olan Tekirdağ için her iki analizde benzer sonuçlar elde edilmiş olup ilin TBA skor değeri yüksekken VZA etkinlik değeri düşük olmuştur.

İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na yakınlığı nedeniyle havayolu taşımacılığı konusunda potansiyellerinin gerisinde kalmış olan Aydın için her iki analizde benzer sonuçlar elde edilmiş olup ilin TBA skor değeri yüksekken VZA etkinlik değeri düşük olmuştur.

Havalimanı bulunan iller arasında Balıkesir ve Kahramanmaraş'ın her iki analizde de havayolu taşımacılığı açısından potansiyellerinin altında kaldıkları görülmektedir. Bu illerdeki havalimanlarına yapılabilecek ek yatırımların verimli olabileceği, illerin havayolu yolcu sayısı potansiyellerinin gerçekleşmenin üzerinde olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Her iki ilde de 2020 itibarıyla havalimanlarında yeni terminal binaları inşa edilmiştir [18].

Tez çalışmasında uygulanan iki farklı yöntemle elde edilen sonuçlar arasında ön plana çıkan iller bunlar olmakla birlikte diğer birçok il için de iki farklı yöntemle elde edilen sonuçlar benzerlik taşımaktadır ve iki yöntemle elde edilen sonuçlar arasında hedeflenen tutarlılığın çok büyük oranda sağlandığı görülmektedir.

Tez çalışması 29 değişken ile geniş bir perspektiften bakılarak yapılmıştır ancak uygun veriye ulaşılabilmesi durumunda farklı değişkenler ile daha farklı sonuçlar elde edilebilecektir.

6. YORUM

Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi, literatürde pek çok uygulama alanında kullanılmaktadır. Ancak literatürde illerin istatistiksel göstergeleri ile havayolu taşımacılığı istatistikleri arasındaki ilişkiden yola çıkılarak yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın mevcut havalimanlarının potansiyellerini değerlendirip değerlendiremediklerini ve yeni havalimanı yapılacak bölgeleri belirlemek açısından yol gösterici olabileceği değerlendirilmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan iki farklı yöntemle birbirine yakın sonuçlar elde edilmiş olması yapılan çalışmanın tutarlı olduğunu göstermektedir.

7. KAYNAKLAR

[1] Mishra, S., Sarkar, U., Taraphder, S., Datta, S., Swain, D., Saikhom, R., Panda, S. , Laishram, M., Principal Component Analysis, International Journal of Livestock Research, **2017**

[2] Sewell, M., Principal Component Analysis, **2007**

[3] Jolliffe, I.T., Principal Component Analysis, Second Edition, **2002**

[4] Newsom, A., Structural Equation Modeling, **2018**

[5] Santos, J., Cavique, L., Negas, E., Introduction to Data Envelopment Analysis, **2013**

[6] Seiford, L., Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations, **2011**

[7] Tatlıdil, H. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatiksel Analiz, 2002

[8] Akal, Z., "İşletmelerde Performans Ölçüm Ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri", *MPM Yayınları*, **1993**.

[9] Berg,S., Water Utility Benchmarking: Measurement, Methodology, and PerformanceIncentives, International Water Association, London, **2010**.

[10] Sarı, Z., “Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2015**.

[11] Charnes, A., Cooper W., Arie Y., Lewin ve Seifod L. M., *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Akademic Publishers, Boston, **1994**.

[12] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, **1984**.

[13] Özden, H., Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi, **2008**.

[14] Okursoy A., Tezsürücü D., Veri Zarflama Analizi ile Göreli Etkinliklerin Karşılaştırılması: Türkiye’deki İllerin Kültürel Göstergelerine İlişkin Bir Uygulama, **2014**.

[15] I. Stanimirova, M. Daszykowski, B. Walczak, Dealing with Values and Outliers in Principal Component Analysis, **2007**.

[16] R. Maronna, *Robust Statistics: Theory and Methods*, 2006.

[17] Vogt, W.P. *Dictionary of Statistics & Methodology: A Nontechnical Guide for the Social Sciences.* , **2005**

[18] DHMİ İstatistikleri, <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2019)

[19] TÜİK İl Göstergeleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge> (Erişim tarihi: 3 Aralık 2019)