

Karadeniz Bölgesinde Faaliyet Gösteren Havalimanlarının Verimlilik Analizi

Serdar Ünver¹, Murat Ahmet Doğan² ve Oğuzhan Kuzu³

¹ Samsun Üniversitesi, Sivil Havacılık Kabin Hizmetleri, Samsun, Türkiye. serdar.unver@samsun.edu.tr

² Samsun Üniversitesi, Havacılık Yönetimi, Samsun, Türkiye. muratahmet.dogan@samsun.edu.tr

³ Samsun Üniversitesi, Havacılık Yönetimi, Samsun, Türkiye. oguzhankuzu2000@gmail.com

Özet

İkinci Dünya Savaşı'ndan günümüze sürekli ve hızlı bir biçimde gelişen ve değişen havacılık endüstrisi, ulaşım sektörü içerisindeki payını her geçen gün artırmaktadır. Bu artış sektöre yönelik yatırımların da her geçen gün artmasına sebep olmaktadır. Havalimanları da yapılan yatırımlar arasında en büyük paya sahip unsurlar arasında yer almaktadır. Yapılan yatırımların büyüklüğü düşünüldüğünde bu yatırımların etkinliğinin ölçülmesi, kaynakların etkin ve verimli kullanımının tespit edilebilmesi açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren 9 havalimanının Veri Zarflama Analizi (DEA-Data Envelopment Analysis) ile etkinliklerinin ve verimliliklerinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Yapılan analizlerle elde edilen bulgulara göre Kastamonu, Sinop, Tokat ve Zonguldak havalimanları düşük verimlilikte, Ordu-Giresun ve Rize-Artvin havalimanları orta verimlilikte, Samsun Çarşamba Havalimanı iyi, Trabzon Havalimanı Optimal ve Amasya Merzifon Havalimanı'nda ise kapasite aşımı gözlemlenmiştir. Analizlerde kullanılan veri, Devlet Hava Meydanları İşletmeleri (DHMİ)'nin yıl sonu faaliyet raporlarından temin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havalimanı, Verimlilik, Kapasite, Veri Zarflama Analizi

1. Giriş

İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana havayolu endüstrisi sürekli büyüme göstermiştir. 2017 yılı itibariyle 4,1 milyar yolcuya ulaşmıştır (ICAO, 2018) ve tahminler bu sayının 2036 yılına kadar neredeyse iki katına çıkarak 7,8 milyar yolcuya ulaşmasını beklemektedir (IATA, 2017). Daha ileri projeksiyonlar, 2040 yılına kadar 10 milyar yolcuya ulaşabileceğini göstermektedir (ICAO, 2018). Deregülasyon ve liberalleşme, sektörün görünümünü önemli ölçüde değiştirmiş, hava yolculuğuna olan talebi artırmış ve Türkiye de dâhil olmak üzere dünya çapında önemli havaalanı yatırımlarını gerekli kılmıştır. Türkiye'de, Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin (DHMİ) 2021 yılı faaliyet raporunda belirtildiği üzere, sivil ticari uçak trafiğine açık 57 havalimanında 738.352 iç hat ve 466.266 dış hat olmak üzere toplam 1.204.618 uçuş ile 2020 yılına kıyasla toplam uçak hareketlerinde önemli artışlar kaydedilmiştir. COVID-19 salgını nedeniyle yaşanan düşüşlere rağmen, havacılık yatırımları küresel olarak hız kesmeden devam etmiştir.

Havacılık sektörünün bir ülkenin ekonomisine hem doğrudan hem de dolaylı yollardan önemli katkılar sağladığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu dolaylı katkılar arasında en dikkat çekici olanlardan biri, Türkiye'nin başlıca döviz gelir kaynaklarından biri olan turizm üzerindeki etkisidir. Kültür ve Turizm Bakanlığı verilerine göre, pandemi öncesi en

yüksek turist sayısına ulaşılan 2019 yılında Türkiye’yi 51 milyon 747 bin 199 kişi ziyaret etmiş ve bu ziyaretlerin ülke ekonomisine katkısı 34,5 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu turistlerin %76,67’si ulaşım aracı olarak havayolunu tercih etmiştir. Bu oran, havayolu taşımacılığının turizm sektörü üzerindeki etkisinin büyüklüğünü açıkça ortaya koymaktadır. Ülkemize havayolu ile gelen bir turist Türkiye’ye ilişkin ilk izlenimlerini edindiği yer ise genellikle havalimanlarıdır. Bu durum, havalimanlarının stratejik önemini daha da artırmaktadır. Ülke ekonomisinde önemli bir yer tutan hava taşımacılığının temel altyapı unsurlarından biri olan havalimanlarının etkin ve verimli biçimde işletilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, havalimanlarının belirli aralıklarla kapasite kullanımı ve performans analizlerinin yapılması, bu analizler doğrultusunda etkinlik düzeylerinin değerlendirilmesi ve yeni işletme stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Kıyıldı ve Karaşahin, 2006).

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi’nde faaliyet gösteren havalimanlarının etkinliği, pencere Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak değerlendirilecektir. Analiz kapsamında 2018-2024 yıllarına ait veriler incelenecek ve bu sayede bölgedeki havalimanlarının zaman içindeki verimlilik düzeyleri ortaya konacaktır. Havalimanlarına yapılan yatırımların yüksek maliyetleri dikkate alındığında, bu yatırımların etkinlik ve verimlilik açısından değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Bu doğrultuda yürütülecek çalışma, kaynakların ne ölçüde etkin kullanıldığının belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Veri Zarflama Analizi aracılığıyla elde edilen bulgular, havalimanı işletmecileri açısından yönetsel verimliliği artırmaya yönelik stratejik kararlar alınmasında yol gösterici nitelikte olacaktır. Çalışmanın ilk bölümünde, konuya ilişkin daha önce yapılmış araştırmaları içeren literatür taraması sunulacaktır. Devamında, havalimanı ve havalimanı işletmeciliği kavramları açıklanacak, ardından Veri Zarflama Analizi yöntemine ilişkin temel bilgiler verilecektir. Son olarak, toplanan veriler ışığında yapılan analiz sonuçları değerlendirilerek Karadeniz Bölgesi havalimanlarının verimlilik düzeyleri ayrıntılı biçimde ele alınacaktır.

2. Literatür Taraması

Havalimanlarının etkinlik düzeylerinin ölçülmesi hem ulusal hem de uluslararası düzeyde havacılık sektörünün sürdürülebilir büyümesi açısından önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Bu bağlamda, Veri Zarflama Analizi (VZA) ve pencere analizi gibi yöntemler, farklı sektörlerde olduğu gibi havacılık alanında da yaygın biçimde kullanılmakta; havalimanlarının kaynak kullanımındaki etkinlik düzeylerini ve performans farklılıklarını ortaya koymak amacıyla tercih edilmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar, farklı ülkelerdeki havalimanlarının teknik, ekonomik ve ölçek etkinliklerini karşılaştırarak; mülkiyet yapısı, yönetim biçimi, altyapı kapasitesi ve talep düzeyi gibi faktörlerin verimlilik üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Türkiye’de yapılan araştırmalar da küresel literatürle benzer bir doğrultuda ilerlemekte ve havalimanlarının etkinliğini artırmaya yönelik politika önerileri sunmaktadır. Bu çalışmalar, genellikle Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) verilerinden yararlanarak, ülke genelindeki havalimanlarının performanslarını girdi-çıktı ilişkileri çerçevesinde değerlendirmiştir. Özelleştirme, altyapı iyileştirmeleri ve bölgesel kalkınma gibi unsurların havalimanı verimliliği üzerindeki etkileri, Türkiye literatüründe öne çıkan bulgular arasındadır.

2.1. Havalimanlarının Etkinliği ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Veri Zarflama Analizi (VZA) ve pencere analiz yöntemi, eğitim, bankacılık, sağlık, ulaşım ve taşımacılık, emlak, inşaat ve hizmet sektörü gibi pek çok farklı sektördeki kurum ve kuruluşların etkinliklerinin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. VZA'nın akademik literatürdeki kullanımının giderek yaygınlaşmasıyla birlikte, uygulama alanları da çeşitlenmiş ve daha fazla sektöre yayılmıştır. Havacılık sektöründe de VZA, birçok çalışmada tercih edilen bir yöntem olmuş ve farklı ülkelerdeki araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmıştır. Gillen ve Lall (1997), ABD'deki 21 havalimanının verimlilik analizini gerçekleştirmiş ve bu analiz sonucunda kapı kapasitelerinin artırılması ve genel havacılık faaliyetlerinin azaltılması yönünde tavsiyelerde bulunmuşlardır. Sarkis (2000) ise, ABD'deki 44 havalimanı üzerinde yaptığı VZA analizinde, operasyon yöneticilerinin performanslarını benzer özelliklere sahip havalimanları ile karşılaştırmalarını önermiştir. Gillen ve Lall (2001) tarafından yapılan bir başka çalışmada, ABD'deki 22 havalimanında "terminal faaliyetleri modeli" geliştirilmiş ve bu model çerçevesinde, transfer/aktarma merkezlerinin artışıyla terminal verimliliğinin yükseldiği, ancak hareket verimliliğinin küçük banliyö uçaklarından kaynaklanan besleme uçuşları nedeniyle büyük ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Martin ve Roman (2001), İspanya'daki 39 havalimanında uçak trafiği, yolcu sayısı ve yük miktarları üzerinden gerçekleştirdikleri çalışmalarında, özelleştirme ve mülkiyet yapıları konusunda çeşitli önerilerde bulunmuşlardır. Pels ve diğerleri (2001), 34 Avrupa havalimanı üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, tesis ve donanımlar ile yolcu ve uçuş sayılarının karşılaştırılması sonucunda göreceli verimlilikte önemli farklılıklar olduğunu ve birçok havalimanının artan ölçek getirisinde faaliyet gösterdiğini tespit etmişlerdir. Fernandes ve Pacheco (2002), Brezilya'daki 35 havalimanı üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, havalimanlarının teknik özellikleri ile iç hat yolcu sayısını baz alarak çeşitli senaryo analizleri yapmış ve bu senaryolar doğrultusunda havalimanlarının etkinlik durumlarındaki değişimi incelemeye çalışmışlardır. Yu (2004), Tayvan'daki 14 havalimanında yaptığı verimlilik analizinde, komşu bölgelerde turizmin hızla gelişmesi nedeniyle ana Tayvan adasındaki havalimanlarının nispeten daha istikrarlı bir performans sergilediğini gözlemlemiştir. Yoshida ve Fujimoto (2004) ise Japonya'da faaliyet gösteren 67 havalimanını pist uzunluğu, terminal alanı, çalışan sayısı ve havalimanına ulaşım maliyetleri gibi faktörler ile yolcu sayısı, uçuş sayısı ve kargo miktarı açısından analiz etmiş; bu analiz sonucunda, anakaradaki küçük bölgesel havalimanlarının diğer havalimanlarına kıyasla daha düşük verimliliğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Lam ve çalışma arkadaşları (2009), Asya Pasifik Bölgesi'ndeki 11 havalimanı üzerinde gerçekleştirdikleri analizde, bazı ülkelerdeki havalimanlarının üretim faktörlerinin daha yüksek maliyetli olması ve daha düşük tahsis verimliliğine sahip olmaları gibi ülkeye özgü faktörlerden dolayı maliyet etkinliğinin daha düşük olduğunu vurgulamışlardır. Albanedo-Rosas ve Gemoets (2010), Meksika'daki 37 havalimanını inceledikleri çalışmalarında Wilcoxon testi kullanarak, uluslararası operasyonlara sahip havalimanları ile sadece iç hatlara hizmet veren havalimanları arasında belirgin bir verimlilik farkı olmadığını gözlemlemişlerdir. Assaf ve Gillen (2012), uluslararası hizmet veren 73 havalimanını inceledikleri çalışmalarında, kamu mülkiyetinden özel mülkiyete geçişin verimlilikte iyileşmelere yol açtığını ileri sürmüşlerdir. Wanke (2012), Brezilya'daki 63 havalimanı üzerine yaptığı araştırmada, hükümetin sahip olduğu ve yönettiği havalimanlarının, özel mülkiyete sahip havalimanlarına kıyasla daha düşük verimliliğe sahip olduğunu güçlü bir şekilde destekleyen kanıtlar sunmuştur. Volta ve çalışma arkadaşları (2013), İtalya'daki 33 havalimanı üzerine yaptıkları çalışmada, yönetsel çabaların verimlilik üzerinde de etkili olabileceğini öne

sürmüşlerdir. Kashiramka ve arkadaşları (2016), Hindistan'daki 46 havalimanını ele aldıkları çalışmalarında, havalimanlarının üretkenliklerini artırmak için uçak hareketi başına düşen yolcu sayısının artırılması gerektiğini önermişlerdir. Stichhauerova ve Pelloneova (2019) ise Almanya'daki 27 havalimanının verimliliğini inceledikleri çalışmalarında, operasyon yönetiminde en iyi uygulamaları benimseyen ve girdileri etkili bir şekilde çıktılara dönüştürebilen 8 havalimanı tespit etmiş, ancak bu havalimanlarının boyutlarının optimal olmadığını belirtmişlerdir.

Türkiye'de de diğer ülkelerde olduğu gibi VZA yöntemi kullanılarak havalimanlarının verimlilik analizleri yapılmıştır. Düzakın ve Güçray (2001), Türkiye'deki 39 havalimanını pist sayısı, çalışan sayısı ve yolcu kapasitesi gibi girdilerle; işletme geliri, yolcu sayısı ve kargo miktarı gibi çıktılar üzerinden analiz etmiş ve bu analiz sonucunda havalimanlarının özelleştirme çerçevesinde yeniden düzenlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Kıyıldı ve Karaşahin (2006), 32 havalimanı üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, havalimanlarının kapasite kullanımını yolcu ve uçak sayısı bazında ayrı ayrı değerlendirerek sonuçları iyi, orta ve kötü düzeyde yorumlamışlardır. Peker ve Birdoğan (2009) ise, 37 havalimanını otopark kapasitesi, pist sayısı, havalimanının büyüklüğü ve çalışan sayısı gibi faktörler üzerinden incelemiş ve havalimanlarını büyük ve küçük olarak sınıflandırmıştır. Çalışmalarında, etkin havalimanlarının bulunduğu bölgelerde turizm, sanayi ve iş akışının yoğunluğunun bu havalimanlarının etkinliğine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Koçak (2011), Türkiye'deki 40 havalimanı üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, yolculara daha kaliteli hizmet sunulabilmesi için altyapıların sürekli iyileştirilmesinin gerekliliğini ve bunun hizmet kalitesini artıracığını öne sürmüştür. Ömürbek ve çalışma arkadaşları (2013), 40 havalimanını uçuş trafiği, ticari uçuş trafiği, kargo trafiği, yolcu trafiği ve satış gelirleri gibi çıktılar üzerinden analiz etmişler; kısa mesafeli şehirlerarası uçuşların uygun fiyatlı olması, küçük şehirlerden dış hat uçuşlarının sağlanması ve bu uçuşların uygun fiyatlandırılmasının müşteri tercihlerini olumlu etkileyeceğini belirtmişlerdir. Ar (2012), 31 havalimanını incelediği çalışmada, ilgili dönemde havalimanlarının toplam faktör verimliliğinin arttığını gözlemlemiş ve bu artışın en önemli nedeninin havalimanlarının etkin bir şekilde yönetilmesi olduğunu ifade etmiştir. Bu durumu, tüm havalimanlarını merkezî politika ve uygulamalarla yönlendiren DHMİ'nin başarısına bağlamıştır. Bolat ve çalışma arkadaşları (2016), 41 havalimanı üzerine yaptığı araştırmada, 19 havalimanının etkin çalıştığını tespit etmiş ve VZA'dan elde edilen girdi ve çıktı değişkenlerini kullanarak, havalimanlarının etkinlik durumlarını tahmin edebilen bir model geliştirmiştir. Şahin (2019), 42 havalimanını incelediği çalışmada, Malmquist toplam faktör verimliliği endekslerinin dönemsel karşılaştırmaları sonucunda yıllar itibarıyla birbirine yakın değerlere ulaşıldığını bulgulamıştır.

2.2. Havalimanı Kavramı ve Havalimanı İşletmeciliği

Havalimanı, uluslararası hava trafiğine hizmet sunmak amacıyla tesis edilen, ancak işlevi sadece bu alanla sınırlı kalmayan, aynı zamanda birçok havacılık içi ve dışı faaliyetlerin yürütüldüğü kompleks alanlardır (Havacılık Terimleri Sözlüğü, 2022). Tarihsel olarak "havalimanı" ve "havaalanı" kavramları farklı anlamlar taşımaktaydı. Ancak, 18 Şubat 2012 tarihinde Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) Yönetim Kurulu tarafından alınan bir kararla, DHMİ'ye bağlı tüm havaalanlarının adı "havalimanı" olarak değiştirilmiştir.

Havalimanlarının temel hizmet birimleri ile finansal kaynak sağlayan bölümlerini işleten kuruluşlar, "havalimanı işletmecisi" olarak adlandırılmaktadır. Her ne kadar havalimanları bünyesinde gerçekleşen bazı havacılık dışı hizmetler doğrudan işletmecinin sorumluluğunda olmasa da bu hizmetler de genel anlamda havalimanı hizmetleri kapsamında

değerlendirilir ve bu hizmetlerin sağlanmasından dolayı olarak havalimanı işletmecisi sorumlu kabul edilmektedir (Şengür, 2017). Havalimanı işletmeciliği sadece teknik faaliyetlerden ibaret olmayıp, yolcunun havalimanına girişinden itibaren uçağa binene kadar geçen süreçte sunulan tüm hizmetleri kapsar. Bu süreçte sunulan her türlü hizmet, havalimanı işletmeciliğinin bir parçasını oluşturmaktadır.

2.3. Verimlilik ve Veri Zarflama Analizi

Verimlilik kavramı ilk kez 1766 yılında Ouesnay tarafından Journal de l'Agriculture'da kullanılmıştır ve o tarihten bu yana pek çok farklı alanda önemli bir kavram hâline gelmiştir. Verimlilik genel anlamda, bir birim çıktı başına kullanılan girdi miktarı olarak tanımlanır (Tangen, 2005). Yücel (1997) ise verimliliği, belirli bir dönemde üretimden elde edilen çıktıların, aynı dönemde üretimde kullanılan girdilere oranı olarak tanımlar. Veri Zarflama Analizi (VZA), ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen ve CCR modeli olarak bilinen bir modelle uygulanmıştır. Bu model, Farrell'in (1957) çalışmasından esinlenerek geliştirilmiştir. VZA, klasik verimlilik analizinden farklı olarak, tek girdi ve tek çıktı yerine çoklu girdi ve çoklu çıktılar üzerinden verimliliği değerlendirir ve verimsizlik kaynaklarını ve türlerini analiz edebilir. VZA, birçok girdi ve çıktı değişkenine sahip karar verme birimlerinin (KVB) göreceli verimliliklerini, girdiler ve çıktılar objektif olarak birleştirilemediğinde ölçmek için doğrusal programlama temelli bir yöntemdir (Yavuz, 2001). VZA'nın temelinde, benzer KVB'ler arasında gözlemlenen girdi ve çıktılar üzerinden teknik verimliliklerin göreceli olarak değerlendirilmesi yatar. VZA çalışmalarında sıkça karşılaşılan bazı kavramlar şu şekilde açıklanabilir (Aydagün, 2003):

Toplam Etkinlik (Aggregate Efficiency): CCR modelinden gelen ve etkinliği ölçen bir kavramdır.

Tahsisli Etkinlik (Allocative Efficiency): Teknik etkinliğin maliyet etkinliğine oranıdır ve üretim sürecinin maliyet verimliliğini ifade eder.

Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS): Girdilerdeki artışın çıktı artışıyla birebir eşleştiği durumları tanımlar ve karar verme biriminin ölçeği ne olursa olsun verimliliğinin sabit kalacağını ifade eder.

Kontrol Edilebilen Girdiler (Controlled-discretionary Inputs): Karar verme biriminin yönetimince kontrol edilebilen girdilerdir.

Maliyet Etkinliği (Cost Efficiency): Gerçek maliyetin minimum maliyete oranıyla hesaplanır.

Etkinlik Sınırı (Efficiency Frontier): Girdileri en verimli şekilde çıktıya dönüştüren ve %100 verimliliğe sahip karar birimlerini ifade eden sınırdır.

Etkinlik Değeri (Efficiency Score): VZA ile elde edilen ve 0 ile 1 arasında değişen bir etkinlik skorudur.

Homojenlik (Homogeneity): Karar birimlerinin benzerlik düzeyini ifade eder; VZA'da kullanılan karar birimlerinin homojen olması gerekir.

Etkin Birim (Efficient Unit): Aynı girdilerle daha fazla çıktı üretebilen veya aynı çıktıları daha az girdilerle üretebilen karar birimidir.

Girdiler (Inputs): Karar birimi tarafından çıktı üretmek amacıyla kullanılan kaynaklardır.

Girdi Enküçüklemesi (Input Minimization): Üretim için kullanılan girdilerin miktarını en aza indirmeyi amaçlayan analizlerdir.

Çıktılar (Outputs): Girdilerin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan ürünlerdir.

Çıktı Enbüyüklemesi (Output Maximization): Belirli bir girdi miktarıyla maksimum çıktıyı üretmeye odaklanan analizlerdir.

Ölçek Etkinliği (Scale Efficiency): Toplam verimliliğin teknik verimliliğe oranı olarak hesaplanan bir değerdir.

Bolluk (Slack): Girdilerin fazlalığını veya çıktılardaki eksiklikleri belirtir ve bu durumun giderilmesi için yapılacak iyileştirmeleri gösterir.

Teknik Etkinlik (Technical Efficiency): Bir karar biriminin, kullanılan girdilerle çıktıları maksimize etmesi durumunda teknik olarak etkin olduğunu ifade eder.

Değişken (Variable): Girdi ve çıktıları temsil eden ve karar verme birimlerinin performansını etkileyen faktörlerdir.

Sanal Girdiler ve Çıktılar (Virtual Inputs/Outputs): Karar biriminin optimal ağırlıklarıyla çarpılarak elde edilen ve her bir girdinin veya çıktının öngörülen değerlerini gösteren sanal değerlerdir.

Malmquist (1953), bir bireyin önceki yıl ile aynı fayda düzeyine ulaşabilmesi için belirli bir yılda tüketmesi gereken mal miktarını ölçmüştür. Ayrıca, bu yaklaşım, Toplam Faktör Verimliliğindeki (TFV) değişimi, her veri noktasının ortak teknolojiye olan göreceli uzaklığı üzerinden hesaplamaktadır. Bu miktar indeksi, farklı zaman dilimlerinde iki uzaklık fonksiyonunun oranı olarak da değerlendirilebilir. Verimlilik analizlerinde uzaklık fonksiyonlarının kullanılması fikri, Caves ve arkadaşları (1982) tarafından genel bir üretim fonksiyonu bağlamında geliştirilmiştir. Caves ve diğerleri (1983), bu indeksi ABD hava taşımacılığı endüstrisi için kullanmış ve daha sonra Caves (1985) ile Caves ve diğerleri (1987) bu konudaki çalışmaları genişletmiştir. Farrell (1957), etkinlik ölçümlerinin 0 ile 1 arasında değiştiğini belirtmiş, 0'ın en düşük etkinliği, 1'in ise tam etkinliği temsil ettiğini ifade etmiştir (Coelli ve diğerleri, 2005). Bugüne kadar etkinlik analizine dair yapılan tüm çalışmalar, Farrell'in (1957) geliştirdiği etkinlik tanımlamalarına dayanmaktadır. Karadeniz Bölgesi'ndeki havalimanlarının verimlilik analizinde de Malmquist TFV indeksi kullanılmıştır.

3. Araştırma Tasarımı Ve Metodoloji

Araştırmada Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren havalimanları ve girdi-çıkıtı verileri kullanılmıştır. Veri Zarflama Analizi yöntemlerinden biri olan Malmquist TFV indeksi ile hesaplamada Färe, Grifell-Tatjé, vd. (1997) geliştirdiği matematiksel programlama modelleri kullanılarak DEAP 2.1 programıyla çıktı odaklı TFV analizi yapılmıştır.

3.1. Örneklem ve Veri Toplama Süreci

Bu araştırma Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren 9 havalimanını kapsamaktadır. Dolayısıyla çalışmada bu havalimanlarının uçuş, yolcu, kapasite ve terminal binası verilerine ulaşmaya çalışılmıştır. Çalışma amacına uygun olarak DHMİ'nin sağlamış olduğu ikincil veriler kullanılmıştır (Waguespack & Rhoades, 2014, s. 34). Buna dayanarak, çalışma verileri DHMİ'nin yılsonu faaliyet raporlarında sunulan verilerden oluşmaktadır. Araştırma veri seti 9 havalimanının 2022-2024 yılları arasındaki uçuş sayısı, yolcu sayısı verileri ve bu havalimanlarının teknik bilgileri dikkate alınmıştır.

3.2. Havalimanları Genel Bilgiler

Analizlerde yer verilecek olan Karadeniz Bölgesi havalimanlarına ait genel bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Havalimanı Bilgileri

Havalimanı Adı	Bulunduğu Şehir/İlçe	Hizmete Giriş Yılı	İç Hat Terminal Binası Büyüklüğü (m ²)	Dış Hat Terminal Binası Büyüklüğü (m ²)	Toplam Yolcu Kapasitesi	Havalimanı Statüsü
AMASYA MERZİFON	Amasya/ Merzifon	2008	1.200	-	120.000	Sivil/ Askeri
RİZE-ARTVİN	Rize/ Pazar	2022	32.000	Ortak kullanım	3.000.000	Sivil
KASTAMONU	Kastamonu/ Merkez	2013	3.740	Ortak kullanım	1.500.000	Sivil
ORDU- GİRESUN	Ordu/ Gülyalı	2015	20.250	Ortak kullanım	2.000.000	Sivil
SAMSUN ÇARŞAMBA	Samsun/ Çarşamba	1998	11.500	Ortak kullanım	2.000.000	Sivil
SİNOP	Sinop/ Merkez	1993	12.695	Ortak kullanım	2.000.000	Sivil
TOKAT	Tokat/ Merkez	1995	560	-	2.000.000	Sivil
TRABZON	Trabzon/ Merkez	1957	14.035	9.710	3.500.000	Sivil
ZONGULDAK ÇAYCUMA	Zonguldak/ Çaycuma	2007	1.430	Ortak kullanım	500.000	Sivil

2017-2024 yılları arasında Havalimanlarını kullanan yolculara ait bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yolcu Trafiği Verileri

HAVALİMANI/YIL	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
AMASYA MERZİFON	211.834	180.471	167.758	90.013	111.445	93.233	130.204	137.850
RİZE-ARTVİN	-	-	-	-	-	526.880	1.023.921	1.097.828
KASTAMONU	90.254	91.592	63.095	25.135	30.267	44.305	61.295	58.623
ORDU- GİRESUN	1.103.514	1.094.550	1.060.265	556.432	740.653	813.370	1.001.529	951.842
SAMSUN ÇARŞAMBA	1.134.756	1.735.522	1.489.333	868.141	1.126.078	1.204.370	1.400.129	1.514.254
SİNOP	152.558	179.183	137.181	78.028	74.463	70.246	95.011	92.084
TOKAT	13.058	Veri yok	Veri yok	Veri yok	Veri yok	88.445	149.802	155.733
TRABZON	3.944.881	4.028.563	3.770.878	1.801.600	2.642.327	3.185.229	3.535.902	3.655.579
ZONGULDAK	-	24.861	28.908	9.776	55.890	109.770	128.470	140.382

Karadeniz Bölgesi Havalimanları 2017-2024 yılları arası uçak trafiği verileri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Uçak Trafiği Verileri

HAVALİMANI/YIL	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
AMASYA MERZİFON	1.642	1.419	1.277	847	1.038	958	1.166	1.105
RİZE-ARTVİN	-	-	-	-	-	3.760	7.464	7.510
KASTAMONU	907	975	695	736	836	723	895	1.012
ORDU- GİRESUN	8.784	7.784	7.979	5.005	5.810	6.369	7.310	6.377
SAMSUN ÇARŞAMBA	11.413	13.930	15.238	11.914	13.069	14.152	14.726	14.789
SİNOP	1.488	2.082	1.735	1.193	2.056	925	1.088	953
TOKAT	442	279	400	655	708	1.184	1.314	1.463
TRABZON	29.103	27.533	25.926	14.163	20.958	23.495	26.755	25.517
ZONGULDAK	496	430	728	297	771	1.115	1.396	1.589

Analizler bu tablolardaki veriler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Rize-Artvin Havalimanı 2022 yılında hizmete girdiği için önceki yıllara ait veri bulunmamaktadır. Tokat Havalimanının yolcu trafiği verileri de ilgili otoriteler tarafından paylaşılmamıştır. Analizler tam verinin olduğu 2022-2024 yılları baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

4. Veri Analizi Ve Sonuçlar

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi, karar verme birimlerinin (DMU) zaman içindeki verimlilik değişimlerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Fare ve diğerleri, 1994; Cingi & Tarım, 2000). Bu endeks, iki temel bileşene ayrılmaktadır:

1. **Teknik Etkinlik Değişimi (EFFCH):** Yönetimsel performansın zaman içindeki değişimini ifade eder (Fare ve diğerleri, 1994).
2. **Teknolojik Değişim (TECHCH):** Üretim teknolojisi sınırındaki kaymayı, yani yenilik ve bilgi birikiminin etkisini gösterir (Fare ve diğerleri, 1994).

Teknik etkinlik (EFFCH) ise kendi içinde iki alt bileşene ayrılabilir:

- **Saf Teknik Etkinlik (PECH):** Optimal ölçekte maksimal çıktı elde etme yeteneğindeki değişimi yansıtır (Bozdağ, 2008; Lorcü, 2010).
- **Ölçek Etkinliği (SECH):** En verimli ölçek büyüklüğünden olan uzaklıktaki değişimi gösterir (Bozdağ, 2008; Lorcü, 2010).

Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFPCH) Endeksi, bu ana bileşenlerin çarpımı olarak hesaplanmaktadır:

$$TFPCH = EFFCH \times TECHCH$$

Endeks değerlerinin yorumlanması şu şekildedir (Cingi & Tarım, 2000):

- Endeks değeri >1 ise, verimlilikte bir artış söz konusudur.
- Endeks değeri $=1$ ise, verimlilikte herhangi bir değişim olmamıştır.

Endeks değeri <1 ise, verimlilikte bir düşüş gerçekleşmiştir.

4.1. Veri Seti

Bu çalışmanın amacı, 2022-2024 üretim yılları arasında Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren dokuz havalimanının verimlilik değişimini incelemektir. Verimlilik analizi için literatürde havalimanı performans ölçümünde sıklıkla kullanılan iki girdi ve iki çıktıdan oluşan bir model çerçevesinde Veri Zarflama Analizi (VZA) temelli yaklaşımlar (örneğin, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi) benimsenmiştir (Adler & Berechman, 2001; Bakırcı, 2006).

Model yapısı, havalimanlarının fiziksel altyapılarını ne derece etkin kullanarak operasyonel çıktı ürettiğini ölçmek üzere tasarlanmıştır:

Girdiler (2):

- **Terminal Büyüklüğü:** Terminal alanı (m^2)
- **Terminal Kapasitesi:** Tasarım kapasitesi (yolcu/yıl)

Çıktılar (2):

- **Uçak Trafiği:** Yıllık sefer sayısı (uçuş/yıl)
- **Yolcu Trafiği:** Yıllık yolcu sayısı (kişi/yıl)

Bu girdiler, bir havalimanının operasyonları için sağladığı temel fiziksel kaynakları temsil ederken; çıktılar ise bu kaynaklar kullanılarak yaratılan operasyonel performansı (ulaşım hizmeti üretimi) yansıtmaktadır (Bakırcı, 2006).

Örneklem grubunu oluşturan Karadeniz Bölgesi havalimanları şunlardır: Amasya Merzifon, Rize-Artvin, Kastamonu, Ordu-Giresun, Samsun Çarşamba, Sinop, Tokat, Trabzon, Zonguldak Çaycuma.

4.2. Verimlilik Ölçümleri Özeti

Karadeniz Bölgesi'ndeki örneklem havalimanları, Türkiye'deki genel havalimanı profiline benzer özellikler sergilemektedir; bunlar genellikle yeni gelişmekte olan tesisler olup, ortalama kapasite kullanımları düşüktür. Yapılan etkinlik analizi sonuçlarına göre, havalimanlarının Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFPCH) 2022-2024 döneminde ortalama %13,3'lük bir artış göstermiştir. Ancak, bu ortalama artışın dönemler arasında önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

2023 yılında (Yıl 2), havalimanları %25,3 gibi güçlü bir verimlilik artışı kaydetmiş, bu durum güçlü bir toparlanma dönemine işaret etmiştir. 2024 yılında (Yıl 3) ise artış hızı %2,4'e gerileyerek büyüme hızı normale dönmüştür. Teknik etkinlik değişimi (EFFCH) her iki dönemde de pozitif kalmış (%6,5 ve %2,3). Ancak, en kritik bulgu, teknolojik değişimin (TECHCH) 2024 yılında durmasıdır (1,000). Ortalama TFPCH değeri 1,133 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. Yıllık Ortalama Malmquist Endeks Özeti

Yıl	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH
2023 (Yıl 2)	1,065	1,177	1,065	1	1,253
2024 (Yıl 3)	1,023	1	1,01	1,014	1,024
Ortalama	1,044	1,085	1,037	1,007	1,133

4.3. Havalimanı Bazında Performans Analizi

Havalimanı bazında ortalama performans incelendiğinde, Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFPCH) en yüksek olan havalimanı %44,3'lük artışla Rize-Artvin Havalimanı olmuştur. Amasya Merzifon, Tokat ve Trabzon havalimanları, teknik etkinlik değişimi (EFFCH) endeks değeri 1,000 ile "Tam Etkin" olarak belirlenmiştir. Diğer yandan, Sinop Havalimanı %1,5'lik TFPCH artışı ile en düşük verimlilik değişimini sergilemiştir.

Tablo 5: Havalimanı Ortalama Malmquist Endeks Özeti

Havalimanı	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	Yorum
Amasya Merzifon	1	1,123	1	1	1,123	Tam etkin
Rize-Artvin	1,285	1,124	1,325	0,97	1,443	En yüksek
Kastamonu	1,131	1,046	1	1,131	1,183	İyi
Ordu-Giresun	0,95	1,131	0,986	0,964	1,075	Etkinlik kaybı
Samsun Çarşamba	0,971	1,053	1	0,971	1,022	Zayıf
Sinop	0,961	1,056	1	0,961	1,015	En düşük
Tokat	1	1,136	1	1	1,136	Tam etkin
Trabzon	1	1,057	1	1	1,057	Tam etkin
Zonguldak	1,143	1,045	1,062	1,076	1,194	Çok iyi

4.4. Teknik Etkinlik Değişimi Analizi

Teknik etkinlik değişimi (EFFCH), havalimanlarının mevcut kaynaklarını ne kadar iyi kullandığını gösterir. Dönem ortalaması %4,4'lük bir artış kaydetmiştir. Ancak bireysel analiz önemli farklılıklar ortaya koymaktadır:

- **Tam Etkin Havalimanları** (EFFCH = 1,000): Amasya Merzifon, Tokat ve Trabzon havalimanları, her iki dönemde de mevcut kaynaklarını optimal şekilde kullanmıştır.
- **Etkinlik Artışı Gösterenler:** Rize-Artvin (%28,5 artış) ve Zonguldak (%14,3 artış) güçlü iyileşme göstermiştir. Kastamonu da %13,1 artışla iyi bir performans sergilemiştir.

Etkinlik Kaybı Yaşayanlar: Ordu-Giresun (%5,0 düşüş), Samsun Çarşamba (%2,9 düşüş) ve Sinop (%3,9 düşüş) etkinlik kaybı yaşamış olup, bu durum yönetsel sorunlara işaret edebilir. Ordu-Giresun Havalimanı 2024 yılında bakım çalışmaları sebebiyle 40 gün boyunca faaliyet gösterememiştir. Etkinlik kaybında bu bakım çalışmalarının etkisi olabileceği düşünülmektedir.

4.5. Teknolojik Değişim Analizi

Teknolojik değişim (TECHCH), sektördeki genel teknolojik ilerlemeyi yansıtır. 2023 yılında %17,7'lik bir artış gözlemlenirken, bu durum pandemi sonrası modernizasyon dönemine işaret etmektedir. Ancak, 2024 yılında teknolojik ilerlemenin durması (%0 değişim) kritik bir bulgudur ve uzun vadede rekabet gücü kaybına yol açabilecek bir risk oluşturmaktadır.

Dönem ortalamasına göre en yüksek teknolojik değişimi gösteren havalimanları Tokat (%13,6), Ordu-Giresun (%13,1), Rize-Artvin (%12,4) ve Amasya (%12,3) olmuştur.

4.6. Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği

Teknik etkinliğin (EFFCH) Saf Teknik Etkinlik (PECH) ve Ölçek Etkinliği (SECH) bileşenlerine ayrıştırılması, verimsizliğin kaynaklarını belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Saf Teknik Etkinlik (PECH): Ortalama %3,7 artış göstermiş olup, yönetsel uygulamalarda iyileşme olduğunu göstermektedir.

Ölçek Etkinliği (SECH): Ortalama %0,7 artışla, havalimanlarının neredeyse optimal ölçekte çalıştığı belirlenmiştir.

En önemli bulgu, verimsizliğin ana kaynağının saf teknik verimsizlik olmasıdır; bu da yönetsel uygulamaların iyileştirilmesiyle düzeltilebilecek bir durumdur.

4.7. Ölçeğe Göre Getiri Analizi

Örneklemdaki havalimanlarının çoğunluğu (%78'i) optimal ölçeğin altında (Artan Ölçeğe Göre Getiri- IRS) faaliyet göstermektedir. Bu havalimanları, yolcu trafiğini ve sefer sayısını artırarak verimliliklerini iyileştirme potansiyeline sahiptirler. Ölçek etkin olan (Sabit Ölçeğe Göre Getiri- CRS) havalimanları ise uygun büyüklüktedir ve çıktıları artırmak için yeniden organizasyona ihtiyaçları yoktur.

4.8. Kapasite Kullanımı ve Verimlilik İlişkisi

Verimlilik farklılıklarının en önemli belirleyicisi olarak kapasite yönetimi öne çıkmaktadır. Yüksek kapasite kullanımı, yüksek verimlilikle doğrudan ilişkilidir. 2023 verileri incelendiğinde:

Amasya (%108) ve Trabzon (%101) havalimanları kapasite sınırında çalışmaktadır ve bu durum genişleme ihtiyacını düşündürmektedir.

Kastamonu (%4), Sinop (%5) ve Tokat (%7,5) gibi havalimanları ise büyük atıl kapasiteye sahiptir ve pazarlama ile sefer artışı programlarına acil ihtiyaç duymaktadır.

Tablo 6: Kapasite Kullanım Analizi (2023 Verileri)

Havalimanı	Yolcu (2023)	Kapasite	Kullanım %	Durum
Amasya Merzifon	130.204	120.000	%108	Kapasite aşıldı
Rize-Artvin	1.023.921	3.000.000	%34	Orta
Kastamonu	61.295	1.500.000	%4	Çok düşük
Ordu-Giresun	1.001.529	2.000.000	%50	Orta
Samsun	1.400.129	2.000.000	%70	İyi
Sinop	95.011	2.000.000	%5	Çok düşük
Tokat	149.802	2.000.000	%7,50	Çok düşük
Trabzon	3.535.902	3.500.000	%101	Optimal
Zonguldak	128.470	500.000	%26	Düşük

4.9. Etkinlik Belirleyicileri

Etkin ve verimsiz havalimanlarının karşılaştırılması, verimlilik farklılıklarının temel nedenlerini ortaya koymaktadır:

Kapasite Yönetimi: Yüksek kapasite kullanımı (%90-108), yüksek verimlilikle (TFPCH ortalama 1,139) doğrudan ilişkilidir. Düşük kapasite kullanımı (%5-7,5) ise daha düşük verimlilikle (TFPCH ortalama 1,037) sonuçlanmaktadır.

Teknoloji Adaptasyonu: Etkin havalimanları, teknolojik yenilikleri (TECHCH > 1,10) daha hızlı benimsemektedir.

Operasyonel Ölçek: Optimal ölçekte (CRS) çalışan havalimanları daha verimlidir.

Yolcu Trafik Yoğunluğu: Yüksek verimli havalimanları, birim alan başına daha fazla yolcuya hizmet vererek kompakt ve yoğun bir operasyonel yaklaşım sergilemektedir.

Tablo 7 Etkin ve Verimsiz Havalimanları Karşılaştırması

Özellik	Yüksek Verimli (n=3)	Düşük Verimli (n=3)
---------	----------------------	---------------------

Kapasite Kullanımı	%90-%108	%5-%7,5
TFPCH Ortalama	1,139	1,037
Teknoloji Yatırımı	Yüksek (TECHCH>1.10)	Orta (TECHCH≈1.05)
Operasyonel Yaklaşım	Kompakt, yoğun	Dağınık, büyük atıl kapasite
Terminal Büyüklüğü	1.200-14.035 \ m ²	560-12.695 \ m ²
Ölçek Durumu	CRS (Optimal)	IRS (Alt-optimal)

5. Tartışma ve Sonuç

Ulaşım teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler, sektördeki rekabeti önemli ölçüde artırmış ve bu durum, havayolu taşımacılığında faaliyet gösteren havalimanlarının etkin bir şekilde yönetilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Havalimanları, sadece ulaşım altyapısının bir unsuru değil, aynı zamanda bölgesel ekonomik kalkınmayı destekleyen stratejik işletmeler olarak da değerlendirilmektedir. Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren dokuz havalimanının 2022-2024 dönemi arasındaki etkinliğini, Veri Zarflama Analizi (VZA) temelli Malmquist indeks yöntemi kullanarak analiz etmeyi amaçlamıştır.

Analiz bulgularına göre, söz konusu dönemde havalimanlarının ortalama verimlilik artışı %13,3 olarak hesaplanmıştır. Havalimanlarının bireysel performansları incelendiğinde, üç havalimanının tam etkin düzeyde çalıştığı, diğer üç havalimanının ise iyileştirmeye ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir. Genel olarak, havalimanlarının büyük bir kısmının hem operasyonel hem de ölçek açısından verimsizlik gösterdiği, bu verimsizliğin temel nedeninin saf teknik verimsizlik olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, yönetsel uygulamaların geliştirilmesiyle bu durumun iyileştirilebileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, 2024 yılı itibarıyla teknolojik ilerlemenin durmasının, bölgesel havalimanları açısından uzun vadeli bir risk unsuru oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür incelendiğinde bölgesel olarak Karadeniz'deki havalimanlarına dair bir çalışma olmadığı gözlemlenmiş ancak farklı çalışmalarda bu bölgedeki bazı havalimanlarının verimliliklerinin incelendiği görülmüştür. Trabzon Havalimanı'nın tam etkin veya etkinliğe çok yakın bir performans sergilemesi, literatürde yer alan çok sayıda çalışma ile tutarlıdır. Peker ve Baki (2009), Ömürbek vd. (2013) ve Şahin (2019) tarafından yapılan Türkiye geneli VZA çalışmalarında Trabzon Havalimanı gerek yolcu trafiği gerekse ölçek avantajı nedeniyle etkin havalimanları arasında yer almaktadır. Ayrıca Eren ve Doğan'ın (2023) çalışmasında da Trabzon Havalimanı optimal düzeyde etkin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada da Trabzon Havalimanı'nın kapasite sınırına yakın faaliyet göstermesi ve ölçek etkinliğinin yüksek olması, önceki bulguları bölgesel bağlamda teyit etmektedir.

Amasya Merzifon Havalimanı için elde edilen kapasite aşımı ve tam etkinlik bulguları da literatürle büyük ölçüde örtüşmektedir. Kıyıldı ve Karaşahin (2006) ile Ömürbek vd. (2013) çalışmalarında Amasya Merzifon Havalimanı'nın teknik açıdan etkin olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada ise söz konusu havalimanının yalnızca teknik olarak değil, aynı zamanda kapasite kullanım oranı açısından da kritik bir eşikte faaliyet gösterdiği ortaya konulmuştur. Bu durum, önceki çalışmaların statik etkinlik tespitlerini dinamik bir perspektifle genişletmektedir.

Buna karşılık, Sinop, Kastamonu ve Tokat havalimanları için tespit edilen düşük verimlilik ve yüksek atıl kapasite bulguları, Türkiye genelinde küçük ölçekli havalimanlarına ilişkin literatürle paralellik göstermektedir. Şahin (2019) ve Ömürbek vd. (2013), yolcu talebi sınırlı olan havalimanlarında etkinliğin temel belirleyicisinin ölçekten ziyade talep yetersizliği olduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışmada da söz konusu havalimanlarında verimsizliğin ana kaynağının saf teknik verimsizlik olması, yönetsel ve pazarlama temelli iyileştirmelere duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Samsun Çarşamba Havalimanı açısından elde edilen sınırlı etkinlik kaybı bulgusu ise literatürdeki bazı çalışmalardan kısmen ayrılmaktadır. Türkiye genelinde yapılan birçok analizde Samsun Çarşamba Havalimanı orta veya iyi performans gösteren havalimanları arasında yer alırken (Peker & Baki, 2009; Ömürbek vd., 2013), bu çalışmada havalimanının etkinlik değerlerinde sınırlı bir gerileme tespit edilmiştir. Bu farklılığın, çalışmanın kapsadığı dönemde bölgesel talep yapısındaki değişimlerden ve rekabetçi havalimanlarının (özellikle Ordu-Giresun) etkisinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Rize-Artvin ve Ordu-Giresun havalimanları için gözlemlenen verimlilik artışları, altyapı yatırımları ve yeni nesil havalimanı konseptlerinin etkinlik üzerindeki olumlu etkisini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Bolat vd. (2016) tarafından vurgulanan “yeni yatırımların kısa ve orta vadede etkinlik artışı yaratabileceği” yönündeki sonuçlarla uyumludur. Ancak bu çalışmada, söz konusu artışların sürdürülebilirliğinin teknolojik ilerlemenin devamına bağlı olduğu özellikle vurgulanmaktadır.

Son olarak, çalışmada tespit edilen 2024 yılı itibarıyla teknolojik değişimin durması (TECHCH = 1) bulgusu, önceki literatürde nadiren ele alınmış bir risk unsurunu gündeme getirmektedir. Türkiye genelini kapsayan Malmquist ve FarePrimont endeksi çalışmalarında (Koç & Çalıpınar, 2017; Şahin, 2019) teknolojik ilerleme genellikle pozitif bir bileşen olarak raporlanırken, bu çalışmada bölgesel ölçekte teknolojik durağanlık tespit edilmesi literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

Elde edilen veriler ışığında, Karadeniz Bölgesi havalimanlarının ekonomik etkinliğini artırmaya yönelik çeşitli politika önerileri geliştirilmiştir. Verimlilik artışı için kapasite yönetimi eğitimlerinin yaygınlaştırılması, yeni havayolu şirketleriyle iş birlikleri kurulması ve turizm-ticaret odaklı pazarlama stratejilerinin uygulanması önerilmektedir. Özellikle düşük kapasite kullanımına sahip Sinop, Tokat ve Kastamonu havalimanlarında bu stratejilerin öncelikli olarak uygulanması önem arz etmektedir. Ayrıca, DHMİ’nin bölgesel havalimanları için dijital altyapı modernizasyonu, otomasyon sistemleri, enerji verimliliği uygulamaları ve veri analitiği temelli yönetim sistemlerini kapsayan kapsamlı bir teknoloji yatırım planı geliştirmesi gerekmektedir.

Rize-Artvin ve Amasya havalimanlarının başarılı operasyonel uygulamaları, benchmarking ve yönetsel bilgi paylaşımı yoluyla diğer havalimanlarına aktarılabilir. Optimal ölçeğin altında faaliyet gösteren havalimanları için ise trafik artırıcı teşvik mekanizmaları, bölgesel merkez (hub) stratejileri ve kaynak paylaşımı modelleri önerilmektedir. Genel olarak, 2022-2024 dönemi Karadeniz havalimanlarının pozitif bir verimlilik eğilimi sergilediğini ortaya koymakla birlikte, kapasite kullanım oranı ve teknolojik yatırımların sürdürülebilirliği, gelecekteki rekabet gücü açısından belirleyici faktörler olarak öne çıkmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışma Karadeniz Bölgesi havalimanlarının etkinlik dinamiklerini Türkiye geneli literatürle ilişkilendirerek, bölgesel farklılıkları görünür kılmakta ve özellikle küçük ve orta ölçekli havalimanları için yönetsel ve teknolojik odaklı politika önerilerinin önemini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, önceki araştırmaların bulgularını desteklemekle kalmayıp, bölgesel havalimanı planlamasına yönelik özgün çıkarımlar sunmaktadır.

Araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analizler, mevcut veri kısıtları nedeniyle yalnızca uçak trafiği ve terminal büyüklüğü değişkenleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Daha kapsamlı sonuçlar elde edebilmek için, ilerleyen çalışmalarda personel sayısı, teknik ekipman kapasitesi, uçuş doluluk oranı, aykırı değerlerin etkisine ilişkin duyarlılık analizlerinin yapılması gibi ek girdilerin dâhil edilmesi önerilmektedir. Verilere erişim sınırlılıkları nedeniyle analiz mevcut veri setiyle yürütülmüş olsa da çalışma bölgesel havalimanlarının etkinlik düzeyine ilişkin önemli bir perspektif sunmakta ve gelecekteki araştırmalar için yol gösterici bir temel oluşturmaktadır.

Etik Onayı

Bu araştırmanın etik kurul izni gerektirmeyen araştırmalardan olduğunu beyan ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Makaleye Atıf: Ünver, S., Doğan, M.A. ve Kuzu, O. (2025). Karadeniz Bölgesinde Faaliyet Gösteren Havalimanlarının Verimlilik Analizi, *Samsun Aviation and Aeronautical Research Journal, Cilt I (I)*, 93-111.

Kaynakça

- Adler, N. and Berechman, J. (2001). Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: an application of data envelopment analysis. *Transport Policy*, 8 (3), 171-181.
- Ar, İ. (2012). Türkiye'deki havalimanlarının etkinliklerindeki değişimin incelenmesi: 2007-2011 dönemi için malmquist-tfv endeksi uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26 (3-4), 143-160.
- Asmild, M., Paradi, J. C., Aggarwall, V. and Schaffnit, C. (2004). Combining DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of the Canadian banking industry. *Journal of Productivity Analysis*, 21 (1), 67-89.
- Aydağün, A. (2003). Veri Zarflama Analizi. *HUTEN Yıl Sonu Semineri*. Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü.
- Bakırcı, M. (2006). Türkiye'deki havalimanlarının etkinlik tahmini: Veri zarflama analizi ve yapay sınır ağlarının birlikte kullanımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (27), 1-17.
- Barros, C. P., Managi, S. and Yoshida, Y. (2008). Technical efficiency, regulation, and heterogeneity in Japanese Airports. *Pacific Economic Review*, 15 (5), 685-696.
- Bazargan, M. and Vasigh, B. (2003). Size versus efficiency: a case study of US commercial airports. 9 (3), 187-193.
- Bolat, B., Temur, G. T. ve Gürlü, H. (2016). Türkiye'deki havalimanlarının etkinlik tahmini: Veri zarflama analizi ve yapay sınır ağlarının birlikte kullanımı. *Ege Akademik Bakış*, 16, 1-10.
- Bozdağ, E. (2008). *Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk sigorta sektörü uygulaması*. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

- Cingi, S., ve Tarım, Ş. (2000). *Türk sigorta sektöründe etkinlik ve verimlilik analizi: Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi*. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 29(1), 1-35.
- DHMI (2017). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2017 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2018). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2018 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2019). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2019 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2020). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2020 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2021). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2021 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2022). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2022 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2023). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2023 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- DHMI (2024). Devlet Hava Meydanları İşletmesi. 2024 yılı *Faaliyet Raporu*. <http://www.dhmi.gov.tr>
- Eren, M., & Doğan, M. A. (2023). Measurement of Process-Performances of Turkish Airports Using Network Data Envelopment Analysis. *Journal of Aviation*, 7(2), 272-283. <https://doi.org/10.30518/jav.1296416>
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66-83.
- Fernandes, E. and Pacheco, R. R. (2002). Efficient use of airport capacity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36 (3), 225-238.
- Flokou, A., Aletras, V. and Niakas, D. (2017). A window-DEA based efficiency evaluation of the public hospital sector in Greece during the 5-year economic crisis. *PLoS ONE*, 12 (5), 1-26.
- Fragoudaki, A. and Giokas, D. (2016). Airport performance in a tourism receiving country: Evidence from Greece. *Journal of Air Transport Management*, 52, 80-89.
- Gillen, D. and Lall, A. (1997). Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 33 (4), 261-273.
- Gillen, D. and Lall, A. (2001). Non-parametric measures of efficiency of US airports. *International Journal of Transport Economics*, 28 (3), 283-306.
- Golany, B. and Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17 (3), 237-250.
- Ha, H.-K., Yoshida, Y. and Zhang, A. (2010). Comparative analysis of efficiency for major Northeast Asia airports. *Transportation Journal*, 49 (4), 9-23.
- IATA. (2018). *AnnualReport*. <https://www.iata.org>.
- ICAO. (2017). <https://www.icao.int/abouticao/History/Pages/default.aspx>.
- ICAO. (2018). www.icao.int/secretariat/ReginalOffice/Pages/default.aspx.
- Kecek, G. (2010). *Veri Zarflama Analizi & Teori ve Uygulama Örneği*. Siyasal Basım Yayım.
- Kıyıldı, R. K. ve Karaşahin, M. (2006). Türkiye'deki hava alanlarının veri zarflama analizi ile altyapı performansının değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (3), 391-397.

- Koç, E. ve Çalıpınar, H. (2017). Fareprimont ve malmquist verimlilik endeksleri ile Türk Havalimanlarının etkinliklerinin karşılaştırılması. *International Journal of Academic Value Studies*, 3 (8), 77-87.
- Koçak, H. (2011). Efficiency examination of Turkish Airports with dea approach. *International Business Research*, 4 (2), 204.
- Korul, V. ve Küçükönel, H. (2003). Türk sivil havacılık sisteminin yapısal analizi. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 3 (1), 24-38.
- Lai, P.-L., Potter, A., Beynon, M. and Beresford, A. (2015). Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique. *Transport Policy*, 42 (C), 75-85.
- Lam, S. W., Low, J. M. and Tang, L. C. (2009). Operational efficiencies across Asia Pacific airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45 (4), 654-665.
- Lorcu, F. (2010). Türk sigorta sektöründe rekabet ve verimlilik analizi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Martin, J. C. and Roman, C. (2001). An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization. *Journal of Air Transport Management*, 7 (3), 149-157.
- Nguyen, T. P., Roca, E. and Sharma, P. (2014). How efficient is the banking system of Asia's next economic dragon? Evidence from rolling DEA windows. *Applied Economics*, 46 (22), 2665-2684.
- Oyman, K. (1998). *Havaalanı yönetim modeli ve işleyiş sistemleri*. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Ömürbek, N., Demirgubuz, M. Ö. ve Tunca, M. Z. (2013). Hizmet sektöründe performans ölçümünde veri zarflama analizinin kullanımı: Havalimanları üzerinde bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 4 (9), 21-43.
- Peker, İ. ve Birdoğan, B. (2009). Veri zarflama analizi ile Türkiye havalimanlarında bir etkinlik ölçümü uygulaması. *Çukurova Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (2), 72-88.
- Pels, E., Nijkamp, P. and Rietveld, P. (2001). Relative efficiency of European airports. *Transport Policy*, 8 (3), 183-192.
- Perelman, S. and Serebrisky, T. (2010). Measuring the technical efficiency of airports in Latin America. *Utilities Policy*, 22, 1-7.
- Prokopenko, J. (1987). *Verimlilik Yönetimi, Uygulamalı El Kitabı*. (O. Baykal, N. Atalay ve E. Fidan, Çev.) Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Şahin, İ. E. (2019). Türkiye'deki havalimanlarının veri zarflama analizi ve malmquist toplam faktör verimliliği endeksleri ile finansal etkinliklerinin analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 0 (42), 33-47.
- Şengür, F. K. (2017). Havalimanı işletmeciliğinde yeni eğilimler: Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13 (4), 751-766.
- Tangen, S. (2005). Demystifying productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54 (1), 34-36.
- Tsui, W. H., Balli, H. O., Gilbey and Gow, H. (2014). Operational efficiency of Asia-Pacific airports. *Journal of Air Transport Management*, 40 (C), 16-24.

Tsui, W. H., Gilbey, A. and Balli, H. O. (2017). Estimating airport efficiency of New Zealand airports. *Journal of Air Transport Management*, 35 (C), 78-86.

Volta, N., Martini, G. and Scotti, D. (2013). Including local air pollution in airport efficiency assessment: A hyperbolic-stochastic approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 24, 27-36.

Yalçın, E. (2018). Stokastik sınır analizi ile havalimanlarının etkinliklerinin ölçülmesi: Türkiye örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(42), 82–105.

Yang, H.-H. and Chang, C.-Y. (2009). Using DEA window analysis to measure efficiencies of Taiwan's integrated telecommunication firms. *Telecommunications Policy*, 33 (1-2), 98-108.

Yazgan, A. E. ve Karkacier, O. (2015). Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümleri ve havalimanı işletmeciliği sektöründe bir uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 15-28.

Waguespack, B. P., & Rhoades, D. L. (2014). Twenty five years of measuring airline service quality or why is airline service quality only good when times are bad? *Research in Transportation Business and Management*, 10, 33-39.

Efficiency Analysis of Airports Operating in the Black Sea Region

Extended Abstract

Background

The aviation industry, which has undergone rapid development since the Second World War, continues to expand its share within the global transportation sector. This growth has intensified competition among airports, compelling them to operate more efficiently to maintain sustainability and competitiveness. Airports are not only crucial infrastructure for air transport but also strategic facilities that significantly contribute to regional economic growth and tourism development. In Türkiye, substantial investments have been made in airport infrastructure, particularly in regional areas such as the Black Sea Region, where air transportation plays a vital role in economic connectivity. Considering the high cost of these investments, it has become essential to measure their operational efficiency and evaluate how effectively available resources are being utilized.

Research Purpose

The primary objective of this study is to evaluate the efficiency and productivity levels of nine airports operating in the Black Sea Region of Türkiye using the Data Envelopment Analysis (DEA) framework, particularly employing the Malmquist Total Factor Productivity (TFP) Index. The research aims to determine how efficiently these airports utilize their capacities, identify changes in their productivity between 2022 and 2024, and uncover the underlying causes of inefficiency. By analyzing both operational and scale efficiencies, the study seeks to provide insights into managerial and technological factors influencing performance differences among regional airports.

Methodology

The research utilizes secondary data obtained from the State Airports Authority of Türkiye (DHMI) annual activity reports. The sample consists of nine airports located in the Black Sea Region: Amasya Merzifon, Rize-Artvin, Kastamonu, Ordu-Giresun, Samsun Çarşamba, Sinop, Tokat, Trabzon, and Zonguldak Çaycuma Airports. The analysis covers the years 2022–2024, as these are the years with complete and consistent data across all airports. The DEA-based Malmquist Productivity Index was employed using the DEAP 2.1 software to measure changes in technical efficiency (EFFCH) and technological change (TECHCH). The model includes two input variables; terminal size (m²) and design

capacity (passengers per year) and two output variables; annual flight traffic and passenger volume. The approach allows a temporal comparison of each airport's performance and helps identify whether productivity changes are due to managerial efficiency or technological advancements.

Findings

The results indicate that the average total productivity growth (TFPCH) of the Black Sea Region airports between 2022 and 2024 was %13,3. The analysis shows that three airports (Amasya Merzifon, Tokat, and Trabzon) operated at full efficiency, while three airports (Sinop, Samsun, and Ordu-Giresun) required improvement. The primary source of inefficiency was found to be pure technical inefficiency, implying that performance gaps are mainly due to managerial practices rather than technological limitations. The study also revealed that technological progress stagnated in 2024, posing a long-term risk to regional competitiveness.

Capacity utilization was identified as the most critical determinant of productivity. Airports such as Amasya Merzifon (%108) and Trabzon (%101) operated near or above capacity, whereas Sinop (%5), Tokat (%7,5), and Kastamonu (%4) exhibited significant underutilization. The findings suggest that capacity management and effective marketing strategies can substantially enhance operational performance. Furthermore, the study highlights the potential benefits of knowledge transfer and benchmarking from high-performing airports such as Rize-Artvin and Amasya Merzifon to less efficient ones.

Conclusion

The study concludes that airports in the Black Sea Region demonstrated an overall positive productivity trend during the 2022–2024 period, though technological stagnation and low-capacity utilization remain major challenges. To improve efficiency, the study recommends implementing capacity management training, promoting cooperation with new airlines, and strengthening tourism and trade-based marketing initiatives. Additionally, the State Airports Authority (DHMI) should prioritize regional investments in digital infrastructure modernization, automation systems, energy-efficient technologies, and data-driven management systems. The research also proposes that successful practices from well-performing airports be disseminated through managerial training, benchmarking programs, and operational best-practice sharing. For airports operating below optimal scale, adopting regional hub strategies, traffic incentive programs, and resource-sharing models could foster economies of scale. Although the study provides valuable regional insights, it acknowledges certain limitations, including data constraints related to personnel numbers and aircraft load factors. Future research should incorporate these additional variables to obtain more comprehensive results. Overall, the findings contribute to the understanding of airport performance management in emerging regional contexts and offer policy guidance for enhancing the operational and economic efficiency of Turkish airports.