



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



# Türkiye'deki teknoloji geliştirme bölgelerinin etkinliğinin iki aşamalı veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi

*Evaluation of the effectiveness of technology development zones in Türkiye using two-stage data envelopment analysis*

**Yazar(lar) (Author(s)):** Tuğba GÜZEL<sup>1</sup>, Hülya ÜNLÜ<sup>2</sup>

ORCID<sup>1</sup>: 0000-0001-9520-8688

ORCID<sup>2</sup>: 0000-0002-6429-7582

**To cite to this article:** Güzel, T., ve Ünlü, H., “Evaluation of the effectiveness of technology development zones in Türkiye using two-stage data envelopment analysis”, *Journal of Polytechnic*, \*(\*) : \*, (\*).

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz:** Güzel, T., ve Ünlü, H., “Türkiye'deki Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Etkinliğinin İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi”, *Politeknik Dergisi*, \*(\*) : \*, (\*).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.1375638

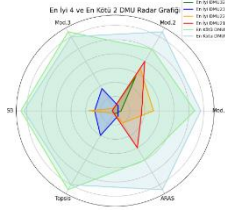
# Türkiye'deki Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Etkinliğinin İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi

## Evaluation of the Effectiveness of Technology Development Zones in Türkiye Using Two-Stage Data Envelopment Analysis

### Önemli Noktalar (Highlights)

- Türkiye'deki Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, inovasyon ve teknolojik ilerleme için kritik öneme sahiptir. / Technology Development Zones in Türkiye are of critical importance for innovation and technological progress.
- İki aşamalı Veri Zarflama Analizi kullanılarak TGB'lerin etkinliği değerlendirilmiştir. / The effectiveness of TDZs was evaluated using two-stage Data Envelopment Analysis.
- Yüksek performanslı TGB'ler etkili kaynak kullanımı ve yenilik yönetimi sergilerken, bazı düşük performanslı TGB'ler belirgin verimsizlikler göstermektedir. / While high-performing TDZs demonstrate effective resource utilization and innovation management, some low-performing TDZs show significant inefficiencies.
- Stratejik iyileştirme planları önerilmekte ve kaynak optimizasyonunun önemi vurgulanmaktadır. / Strategic improvement plans are proposed and the importance of resource optimization is emphasized.

### Grafik Özet (Graphical Abstract)



**Şekil.** Radar grafiği, en iyi performansı sergileyen dört TGB ile en alt iki sırada yer alan iki TGB arasındaki performans farklarını görselleştirmektedir. Performans kriterleri açısından en yüksek ve en düşük değerler grafik üzerinde gösterilmiştir. / The radar chart visualizes the performance differences between the four best-performing TDZs and the two lowest-ranked TDZs. The highest and lowest values in terms of performance criteria are shown on the chart.

### Amaç (Aim)

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki Teknoloji Geliştirme Bölgeleri'nin (TGB) etkinliğini VZA ile değerlendirip stratejiler önermektir. / This study aims to evaluate the effectiveness of Technology Development Zones (TDZ) in Türkiye using DEA and propose strategies.

### Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

32 TGB'nin etkinliği VZA ile analiz edilmiş, TOPSIS ve ARAS yöntemleriyle performans skorları hesaplanmıştır. / The efficiency of 32 TDZs was analysed using DEA, and performance scores were calculated with TOPSIS and ARAS methods.

### Özgünlük (Originality)

Bu çalışma, Türkiye'deki TGB'lerin hem teknik hem de ölçek etkinliğini iki aşamalı VZA ile değerlendiren ilk çalışmalardan biridir. Ayrıca, düşük performanslı TGB'ler için stratejik iyileştirme önerileri sunarak, verimliliği niteliksel olarak ele almaktadır. / This study is one of the first to assess both technical and scale efficiency of TDZs in Türkiye using two-stage DEA. It also provides strategic improvement suggestions for low-performing TDZs, focusing on qualitative efficiency.

### Bulgular (Findings)

Verimlilik sorunları firma ve çalışan sayısı ile ilişkilidir. Bazı TGB'ler kaynaklarını optimal kullanmaktadır. / Efficiency issues are linked to the number of firms and employees. Some TDZs optimally use their resources.

### Sonuç (Conclusion)

TGB'lerin etkinliğini artırmak için kaynak tahsisi ve stratejik yönetim iyileştirilmelidir. / Resource allocation and strategic management should be improved to enhance TDZ efficiency.

### Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar (lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

# Türkiye'deki Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Etkinliğinin İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi

(Bu çalışma, Tuğba Güzel'in Doç. Dr. Hülya Ünlü'nün danışmanlığında yürütülen yüksek lisans tezinin geliştirilmiş bir versiyonudur. / This study is an extended version of Tuğba Güzel's master's thesis, supervised by Assoc. Prof. Dr. Hülya Ünlü.)

Araştırma Makalesi / Research Article

Tuğba GÜZEL<sup>1\*</sup>, Hülya ÜNLÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 13.10.2023 ; Kabul/Accepted : 27.08.2024 ; Erken Görünüm/Early View : 15.10.2024 )

## ÖZ

Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB'ler), araştırma ve ticarileştirme arasındaki boşluğu doldurarak inovasyon ve teknolojik ilerlemeyi teşvik eden kritik yapılardır. Bu çalışmada, Türkiye'deki 32 TGB'nin etkinliği iki aşamalı Veri Zarflama Analizi (VZA) modeli ile değerlendirilmiştir. Analiz, bu bölgelerin teknik ve ölçek etkinliğini değerlendirerek genel performanslarını ölçmektedir. Sonuçlar, DMU23 ve DMU32 gibi yüksek performanslı TGB'lerin kaynakları verimli bir şekilde kullandığını ve güçlü bir yenilik yönetimi sergilediğini, DMU4 ve DMU17 gibi düşük performanslı bölgelerin ise önemli verimsizlikler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, özellikle kaynak tahsisi ve AR-GE desteği alanlarında stratejik iyileştirmelere ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılan performans değerlendirmeleriyle uyumlu olup, TGB yönetiminin iyileştirilmesi ve Türkiye'nin teknolojik ve ekonomik gelişimine katkı sağlanması için önemli içgörüler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi, Teknik ve Ölçek Etkinliği, Performans Değerlendirmesi, Stratejik İyileştirme

## Evaluation of the Effectiveness of Technology Development Zones in Türkiye Using Two-Stage Data Envelopment Analysis

### ABSTRACT

Technology Development Zones (TDZs) are crucial for fostering innovation and technological advancement by bridging the gap between research and commercialization. This study evaluates the efficiency of 32 TDZs in Türkiye using a two-stage Data Envelopment Analysis (DEA) model. The analysis incorporates both technical and scale efficiency to assess the overall performance of these zones. The results reveal that high-performing TDZs, such as DMU23 and DMU32, exhibit optimal resource utilization and strong innovation management, while low-performing zones, including DMU4 and DMU17, demonstrate significant inefficiencies. The study further highlights the need for strategic improvements, particularly in resource allocation and R&D support, to enhance the effectiveness of underperforming zones. These findings align with the performance assessments conducted by the Ministry of Industry and Technology and provide actionable insights for improving TDZ management and contributing to Türkiye's technological and economic development.

**Keywords:** Technology Development Zones, Two-stage Data Envelopment Analysis, Technical and Scale Efficiency, Performance Evaluation, Strategic Improvement

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB'ler), diğer bilinen isimleriyle teknoparklar veya bilim parkları, inovasyonu, ekonomik gelişmeyi ve teknolojik ilerlemeleri teşvik etmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölgeler, akademi, sanayi ve hükümet arasındaki iş birliğini

kolaylaştırarak araştırma ve ticarileştirme arasındaki boşluğu doldurmaktadır. TGB'ler Araştırma ve Geliştirme (ARGE) faaliyetlerini desteklemek üzere tasarlanmış ortamlardır [1]. Bu konsept, 1950'lerde Stanford Araştırma Parkı'nın kurulmasıyla birlikte ortaya çıkmıştır [2]. Ancak, teknoparklar kaynak tahsisi,

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta: tubaguzel5244@gmail.com

yönetim verimsizlikleri ve sürekli yenilik ihtiyacı gibi zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Türkiye'de yasalarla sınırlı olan yapısı nedeniyle, çeşitli bürokratik aşamalar tamamlandıktan sonra herhangi bir kapasite artışı mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, mevcut kaynakların yönetimi, üçlü sarmal ve dörtlü sarmal sistemlerini içeren bu bölgeler için çok hassas bir konudur. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri'nin tanımı, işlevleri ve literatürdeki çeşitli açıklamalar Kavramsal Çerçeve bölümünde detaylı olarak ele alınmıştır.

Bu çalışma, Veri Zarflama Analizi (VZA) [3] kullanılarak Türkiye'deki teknoloji geliştirme bölgelerinin etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. VZA, sabit getiri varsayımı gibi varsayımlar gerektirmeyen parametrik olmayan bir yaklaşım oluşturmaktadır. Banker, Charnes, ve Cooper, (1984), VZA'yı değişken getirilere (VRS) göre etkinlik ölçümüne olanak tanıyan bir yöntemle daha da geliştirmiştir. VRS modelleri, hem teknik hem de ölçek etkinliklerini değerlendirirken, CRS modelleri yalnızca teknik etkinliğe odaklanmaktadır. VZA, tek girdiler veya çıktılarla bile girdi odaklı (belirli bir çıktı için girdiyi minimize etme) ve çıktı odaklı (belirli bir girdi için çıktıyı maksimize etme) etkinlik analizleri yapma esnekliği sunmaktadır [4].

Bu analiz türünün geniş kabul görmesinin sebebi, önceden belirlenmiş bir ilişki denklemi olmadan birden çok girdi ve çıktıyı aynı anda analiz etme yeteneğinden kaynaklanmaktadır [5]. VZA, Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin performansını ölçmek için literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmayı diğerlerinden [6], [7] ayıran en önemli özellik, etkinliğini değerlendirmek için çıktı odaklı modelin seçilmesidir. Bu seçim, Türkiye gibi teknoloji geliştirme bölgelerinin kamu ortaklık yapısının çoğunlukla geçerli olması ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na bağlı olmaları nedeniyle yapılmıştır. Bu durum hem sınırlı hem de uzun vadeli dönemlerde meydana gelebilecek girdi değişiklikleri olasılığı nedeniyle özellikle önemlidir. Bu nedenle, çıktılarda gözlemlenen herhangi bir değişiklik, sabit girdi düzeyine göre değerlendirilir [8]. Bu yaklaşım, kaynakların çıktı üretmek için ne kadar etkili kullanıldığını değerlendirmeye olanak tanır, bu da Teknoloji Geliştirme Bölgeleri gibi organizasyonların performansını değerlendirmede özellikle faydalı olacaktır. Ayrıca tercih edilen iki aşamalı VZA yöntemi sayesinde pek çok çalışmada çıktı olarak görülen üretilen proje sayısı ara değişken olarak kullanılmıştır. Bu sayede nihai ürün olarak görülen patent ile arasındaki bağ güçlendirilmiştir. Bu da çalışmayı benzerlerinden ayıran önemli bir noktadır. Çalışmada yapılan analizlerde Rstudio, Python ve STATA 15 programları kullanılmıştır. Çalışmanın ilk kısmında kavramsal çerçeve ve literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. Takip eden bölümlerde metod, bulgular ve sonuç kısımları yer almaktadır.

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE ve LİTERATÜR (CONCEPTUAL FRAMEWORK and LITERATURE)

TGB' ler üniversite, araştırma kurumları ve sanayi işletmeleri ile iş birliği sağlayarak, ülkelerin uluslararası rekabet edebilme, ihracat yapabilme ve bilgiyi ticarileştirme kabiliyetine sahip olma gibi amaçlarının yanı sıra verimliliği artırma, küçük ve orta ölçekli firmaların yeni teknolojiye uyum sağlamasını destekleme, yabancı kaynakların ülkeye transferini sağlama ve teknoloji transferinde öncülük etme gibi hedeflere sahiptir [9]. Bu amaçlar doğrultusunda Teknoloji Geliştirme Bölgesi Kanunu'nda, teknoloji geliştirme bölgeleri şu şekilde tanımlanmıştır:

“Yüksek/ileri teknoloji kullanan ya da yeni teknolojilere yönelik firmaların, belirli bir üniversite veya yüksek teknoloji enstitüsü ya da ARGE merkez veya enstitüsünün olanaklarından yararlanarak teknoloji veya yazılım ürettikleri/geliştirdikleri, teknolojik bir buluşu ticari bir ürün, yöntem veya hizmet haline dönüştürmek için faaliyet gösterdikleri ve bu yolla bölgenin kalkınmasına katkıda buldukları, aynı üniversite, yüksek teknoloji enstitüsü ya da ARGE merkez veya enstitüsü alanı içinde veya yakınında; akademik, ekonomik ve sosyal yapının bütünleştiği siteyi veya bu özelliklere sahip teknoparkıdır” [9].

Teknoloji geliştirme bölgeleri kavramı literatürde çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Harmanlı ve Önen (1999), bu bölgeleri bilim ve teknoloji üretmek isteyen mütehebbislerin üniversiteden yararlanarak üniversite-sanayi iş birliği çerçevesinde ticari faaliyetlerini oluşturan bölgeler olarak açıklamaktadır. Devlet Denetleme Kurulu (2009) ise ülke ve bölge kalkınmasını amaç edinen, bünyesinde özellikle ARGE veya inovasyon bazlı şirketleri barındıran destek mekanizmalarına sahip ortamlar olarak tanımlamaktadır. Sarıoğlu, (2012) ve Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Derneği (2022), bu bölgelerin işlevini üniversite-sanayi iş birliği, diğer bir ifadeyle bilgi birikimi-sermaye iş birliği olarak görmektedir. teknoloji geliştirme bölgelerini üniversitelerin yakınında kurulan, üniversite-sanayi iş birliğinin belirginleştiği ve akademideki bilgi birikimiyle birlikte mevcut kaynakların endüstriye aktarıldığı, teknolojik buluşların ticarileştirildiği mekanizmalar olarak ifade etmekte mümkündür [14]. Teknoloji geliştirme bölgelerini teorik bilgilerin pazarlanabilir unsura dönüştürülmesi, ARGE ve inovasyon hedefli, ileri teknolojiye sahip işletmelerin kurulduğu ve mevcut işletmelerin teknolojik alanlarının geliştirildiği mekanizmalar olarak tanımlanabilir [15]. Ayrıca, bu bölgelerin buldukları alanın ekonomik sistemine katkı sağladığını, sosyal gelişimi desteklediğini ve yerel yönetimleri sisteme dahil ettiğini vurgulanmaktadır. Teknoloji geliştirme bölgelerini yasal düzenleme, insan kaynağı, fon veya finansmandan oluşan, teknolojik yeniliklerle yükselişe geçen şirketlerin bulunduğu yerler olarak tanımlanmaktadır [16]. Bu bölgeler, bilginin ticarileşmesiyle yüksek teknoloji ürünlerinin üretilmesine katkı sağlarken; katma değerli ürünlerin ithalatının azaltılması ve yerli yüksek katma

değerli ürünlerin ihracatının artırılması hedeflenmektedir [17].

## 2.1. Türkiye’de Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Gelişimi (Development of Technology Development Zones in Turkey)

Türkiye, bilgi ekonomisi ve bilgi toplumunu oluşturabilmek, ulusal ve uluslararası refah düzeyini arttırabilmek ve global dünyadaki kar payını genişletebilmek amacıyla kalkınma planlarında bilim, teknoloji, sanayi ve üniversite gibi birçok alanda yeni düzenlemeler ve kanunlar çıkarmıştır. 1930 yılında gerçekleştirilen sanayi kongresi raporunda, sanayi kollarının ön plana çıktığı görülmektedir. Cam, madencilik, deri, gıda ve balıkçılık gibi sanayi kollarına vurgu yapılmıştır [18]. Türkiye, üretimde bu alanlarda faaliyet göstermiştir. 1960 yılında yayınlanan birinci kalkınma planına bakıldığında, ekonomik kalkınma sürecinde bilim, teknoloji ve araştırma gibi alanlarda politikalar geliştirilmiş olsa da teknolojinin ekonomideki ivmesini arttırmak mümkün olmamıştır [19]. Bilim ve teknoloji alanında istenilen gelişmeye ulaşamamasının nedeni, dördüncü kalkınma planında ARGE için ayrılan bütçenin yeterli olmaması olarak belirtilmiştir [20].

1930’lardan 1960’lara kadar devletin sanayileşme modelini benimsediği görülmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Devleti, sanayileşme modelinden liberalleşme politikasına geçişi 24 Ocak Kararları ile 1980 yılında dışa açılma politikası uygulamaya koymuştur. Dördüncü kalkınma planlarıyla bilim, teknoloji ve sanayi alanında yeniden düzenlemeler yapılmıştır. Türkiye’nin aldığı politika kararları ve kalkınma planları doğrultusunda üniversitelerin araştırmacı kimliğini ön plana çıkaran uygulamalar hayata geçirilmiş ve akademinin ekonomik kalkınmadaki rolü önemli hale getirilmiştir [20], [21].

## 2.2. Türkiye Bilim ve Teknoloji Politikaları (Turkey Science and Technology Policies)

### 1960-1980 Yılları Arasında Bilim ve Teknoloji Politikaları (Science and Technology Policies Between 1960-1980)

Türkiye Cumhuriyeti Devleti, bilim ve teknoloji gelişiminin temellerini 1963-1967 yılları arası "Birinci Kalkınma Planı" kapsamında atmıştır. Bu plan doğrultusunda, teknoloji alanındaki her türlü araştırmayı desteklemek, yapılandırmak ve bu alanda iş birliği sağlanması için "Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu"nun (TÜBİTAK) kurulmasına karar verilmiştir. Sanayi gelişimini ve sanayi alanındaki araştırmaları desteklemek amacıyla "Sanayi Araştırmaları Enstitüsü" kurulması kararlaştırılmıştır [19].

1968-1972 İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda bilimsel çalışma, araştırma, teknoloji, iktisat ve sosyal bilimler üzerinde durulmuştur. Özellikle teknoloji gelişiminin önemine vurgu yapılarak bilim insanlarının yetiştirilmesi, üniversite, araştırma kurumları ve akademik çalışmaların önemi vurgulanmıştır [22].

1973-1977 Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planlarında teknoloji gelişimi üzerinde durulmuştur. Teknoloji ile ilgili bazı kavramlar açıklanmıştır. Bu kavramlara göre; teknolojinin gelişmesi, üretimin fiziki nitelik, nicelik ve verimliliğini ve üretim girdilerinin yapısını, bileşimini ve niteliğini ekonomik kalkınma ve sosyal gelişme amaçlarına göre yönlendiren bir oluşumdur. Teknoloji transferi, genellikle mamul mal üretim araçları ve teknik bilgi ithalatı biçimlerinde gerçekleşmektedir. Teknoloji araçları ise; yabancı sermaye, ortak amaçlı teşebbüsler, üretim malları, ticareti, lisans anlaşmaları, özel hizmetlerin satın alınması, teknik bilgi değişimi ve teknik yardımdır. Teknoloji bu araçların birinin veya birkaçının beraber kullanılması ile transfer edilmektedir [23].

### 2.3. 1980 Sonrası Bilim ve Teknoloji Politikası (Science and Technology Policy After 1980)

1979-1983 Dördüncü Kalkınma Planı, ARGE üzerinde yoğunlaşmıştır. 1985-1989 Beşinci Kalkınma Planı'nda "Türk Bilim Politikası" bilim ve teknoloji alanında 1983-2003 dönemleri için ayrıntılı politika hazırlamıştır [20], [24]. Bu dönemde "Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu", "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB)", "Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı", "Türkiye Bilim Akademisi (TÜBA)" ve "Türk Patent Enstitüsü (TPE)" gibi önemli kurumlar kurulmuştur. Türkiye, TÜBİTAK’tan destek alarak uzay teknolojisi, biyoteknoloji, nükleer teknoloji, mikroelektronik gibi konular üzerinde çalışmalar yapmayı hedeflemiştir. "Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi" ile Türkiye'nin teknolojiyi aktif halde kullanması, katma değerli ürünler üretip dünya çapında rekabet edebilmesi ve bu alandaki payını artırması hedeflenmiştir. 2001 yılında 4691 sayılı Kanun ile Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu çıkarılmıştır ve ardından 2007 yılında devam ettirilen "San-Tez Programı" ve 5746 sayılı Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesine İlişkin Kanun ile TÜBİTAK, KOSGEB, TTGV, TÜBA gibi kuruluşlar aktif görevler üstlenmiştir [25].

1990 yılında Türkiye, bilim ve teknoloji politikaları alanında yeniden yapılandırmaya giderek Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (Teknopark/Teknokent) kavramını geliştirmiştir. Teknoloji geliştirme bölgelerindeki biyoteknoloji, enformasyon teknolojisi, mikroelektronik, telekomünikasyon, uydu ve nükleer teknoloji araştırmaları desteklenmiştir. Üniversite, sanayi, araştırma kurumları ve kamu kurumlarının bilim ve teknoloji alanında iş birliği yaparak koordinasyon sağlaması hedeflenmiştir. Ayrıca "Organize Sanayi Bölgeleri"nin teknoloji geliştirme bölgeleri ile bağ oluşturmaları teşvik edilmiştir [26].

12 Nisan 1990 tarihli 20498 sayılı Kanun ile Türkiye, küçük ve orta ölçekli işletmelerin etkinliğini arttırmayı hedeflemiştir. KOSGEB'in kuruluş amacı endüstride ARGE faaliyetlerini destekleyerek Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, Teknoloji Geliştirme Merkezi, Danışmanlık Merkezi ve Enstitüler gibi merkezlerin kurulmasını sağlamaktır [27].

21 Şubat 1991 tarihinde 20793 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kanun ile Teknoloji Geliştirme Bölgeleri'nin (Teknopark/Teknokent) temelleri atılmıştır. Bu kanun ile Türkiye, ulusal ve uluslararası teknolojiye dayalı sanayinin kurulmasını, üniversite, devlet ve özel sektör endüstrilerini bir araya getirmeyi, yüksek katma değerli ürünlerin ihracatını artırmayı ve sanayi sektörünün güçlendirilmesini hedeflemiştir. Bu dönemde, Teknoloji Geliştirme Bölgeleri kurma stratejisiyle üniversitede yapılan araştırmaların sonuçlarının endüstriye aktarılması, katma değer yaratan teknolojilerin ülke ekonomisini güçlendirmesi ve ileri teknoloji yatırımlarının artırılması hedeflenmiştir.

4 Ekim 1983 tarih ve 18181 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Kanun Hükmünde Kararname ile kurulan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK), 1997 yılında yaptığı toplantıda "Türk Bilim ve Teknoloji Politikası" üzerinde durulmuştur [28]. 1993-2003 yılları arasındaki dönemde, bilişim, ileri teknoloji malzemeleri, biyoteknoloji, uzay ve nükleer teknolojilerin gelişmesi hedeflenmiştir. "Türk Bilim ve Teknoloji Politikası" ve "Bilim ve Teknolojide Atılım Projeleri" belgeleriyle ulusal araştırma faaliyetlerinin ekonomik ve toplumsal fayda sağlaması hedeflenmiştir. 1993 yılında kurulan "Türkiye Bilimler Akademisi" ile bilim insanlarını teşvik etmek, bilimsel önceliklerin belirlenmesi ve bilimsel yaklaşımın yayılması amaçlanmıştır [28], [29].

1996-2000 dönemi Yedinci Kalkınma Planı kapsamında bilim-teknoloji-sanayi politikaları ile eğitim-öğretim bütünleştirilmeye çalışılmıştır. Bu dönemde "Ulusal Akademik Ağ" ve "Bilim Teknoloji Merkezinin" kurulması gibi önemli adımlar atılmıştır. Ayrıca, KHK ile "Türk Patent Enstitüsü" kurulmuş ve patent, faydalı model belgesi ve endüstriyel tasarım tescilli harcamalarının desteklenmesine ilişkin tebliğ yayımlanmıştır. Bu dönemde özellikle Üniversite-Sanayi İş Birliği'ne vurgu yapılmış, teknoloji geliştirme bölgelerinin destek mekanizması olarak görülmesi sağlanmıştır. Yedinci Kalkınma Planı çerçevesinde, üniversite-sanayi iş birliği kapsamında beş TGB ve iki yüksek teknoloji enstitüsü inşa edilmiştir. TÜBİTAK'a bağlı Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Yüksek Teknoloji Enstitüsü kurulmuştur. 2547 sayılı YÖK Yasası'nda yapılan değişikliklerle üniversitelerdeki akademik personelin "Üniversite-Sanayi İş Birliği" geliştirmesi sağlanmıştır [30], [31].

#### 2.4. Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Kuruluşu (Establishment of Technology Development Zones)

Teknoloji geliştirme bölgelerinin yeni yapısını oluşturmak için 26 Haziran 2001 yılında "Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu" çıkarılmış ve 19 Haziran 2002 tarihli "Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği" ile yeniden inşa edilmeye başlanmıştır [9], [32]. Teknoloji geliştirme bölgelerinin oluşturacağı yeni bir ekosistem ile üniversite-sanayi-kamu kurumları ve sektörel bazda iş birliği oluşturulması amaçlanmıştır. Ülkenin ulusal ve uluslararası rekabet gücünü artırarak yüksek teknoloji üretebilir olması hedeflenmiştir.

Teknoloji platformlarında teknolojik bilgi üretebilen, teknoloji yoğun alanlara yatırım yapan, yeni istihdam alanları oluşturan, yabancı sermayeyi ülkeye çekecek teknolojik altyapı oluşturulması hedeflenmiştir [9].

Dokuzuncu Kalkınma Planı ile 2007-2013 dönemi içerisinde duvarsız teknoloji, kuluçka merkezi, teknoloji geliştirme bölgesi ve üniversite-sanayi ortak araştırma merkezlerinin desteklenmesine devam edilmiştir [33].

Kanunda Teknoloji Geliştirme Bölgeleri'nin, kuruluş başvurusu için "kurucu heyet ya da yönetici şirket" tarafından nasıl yapılması gerektiği anlatılmıştır. Kurucu heyet veya yönetici şirketin TGB başvurularının değerlendirilmesi için, "Bakanlık temsilcisi başkanlığında, Hazine ve Maliye Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Başkanlığı, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı ve Bakanlık tarafından belirlenecek teknoloji konusunda faaliyet gösteren en az biri özel kuruluş olmak şartıyla iki kurum veya kuruluşun birer temsilcinin katılımı ile Değerlendirme Kurulu oluşturulur. Değerlendirme Kurulunun çalışmasına ilişkin usul ve esaslar yönetmelikle belirlenir" [9].

Teknoloji bölge kuruluşunun, ek alana katılması, sınır değişikliği veya bölge iptali kararlarını Cumhurbaşkanı verir ve Resmi Gazete'de yayımlanır. Teknoloji geliştirme bölgeleri "Organize Sanayi Bölgesi" içerisinde yer alacaksa "12/04/2000 tarihli ve 4562 sayılı Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu'na göre uygulama projelerinin onaylanması ile ruhsat ve izinlerin verilmesi" gerçekleştirilir. Kanunda özellikle belirtilen önemli bir koşul, bölgenin kurulabilmesi için istenilen alan veya il sınırları içerisinde "üniversite veya yüksek teknoloji enstitüsü veya kamu ARGE merkez veya enstitüsünün bulunması ve yörede yeterli ARGE, sanayi potansiyelinin bulunması ve finansal yeterlilik şartı"dır [9].

Teknoloji geliştirme bölgelerinin kurulma başvurusunu yapan "Kurucu Heyet ile Yönetici Şirket" kanun ve yönetmelikte tanımlanmıştır. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği'nin 3. Maddesinde Kurucu Heyet, "bölge alanının bulunduğu ilde yer alan en az bir üniversite veya yüksek teknoloji enstitüsü ya da kamu ARGE merkez veya enstitüsünün yer aldığı, bunların dışında diğer kurum ve kuruluş temsilcilerinden oluşan, bölge yönetici şirketinin kuruluşuna kadar geçen süreçte ilgili kurum ve kuruluşlar nezdinde bölgenin kurulması ile ilgili tüm iş ve işlemlerden sorumlu heyeti" olarak tanımlanmaktadır. Yönetici Şirket ise 4691 sayılı Kanun'da "uygun ve anonim şirket olarak kurulan, bölgenin yönetimi ve işletmesinden sorumlu şirketi" olarak tanımlanmaktadır. Bölgenin kurulmasında kurucu heyetin tanımda ifade edilen kurum/kuruluşlar ortak bir protokol hazırlamaktadır. Bölgenin kurulacağı alan seçimini kurucu heyet veya yönetici şirket tarafından yapılmaktadır [34].

Bölgenin kurulacak alanda dikkat edilmesi gereken hususlar yönetmeliğin ikinci bölüm beşinci madde 3-4-5. fıkralar gereğince "kurucu heyette ya da yönetici şirket ortaklığı bünyesinde yer alan üniversite veya yüksek teknoloji enstitüsü ya da kamu ARGE merkez veya enstitüsü ya da organize sanayi bölgesi veya endüstri bölgelerine yakınlığını veya bu kurum ya da kuruluşların arazileri içerisinde veya yakınında olmasını, ayrıca bulunduğu yöredeki sanayici ve girişimcilerin niteliklerini, yetişmiş insan gücü potansiyelini, yörenin jeolojik durumunu, sosyal ve teknik altyapısını, ülke ve bölge kalkınma planları hedeflerine uygunluğunu ve çevre düzeni planı içeriğini, seçilen arazinin mülkiyet ve kadastral durumunu, imar yolu, kadastral yol ya da bağlantı ulaşım yoluna cepheli oluşunu, tahsis ve satın alma kolaylığını, mevcut arazi kullanım durumunu, arazinin hangi ulaşım aksları üzerinde veya yakınında yer aldığı" dikkate almak zorundadır. Bölgenin kurulamayacağı alanlar ise "Kıyı Kanunu kapsamındaki alanlar, su koruma alanları, jeolojik sakıncalı alanlar, mera alanları, orman alanları, sulak alanlar, sit alanları, askeri yasak bölgeler ve güvenlik bölgeleri, özel çevre koruma bölgeleri ve enerji üretim tesislerinin yer aldığı alanlar ile mevzuatı gereğince kullanımları kısıtlanan ve Bölge olarak seçilmesi veya bu amaçla kullanılması mümkün olmayan benzeri diğer alanlar" olarak belirtilmiştir. Ancak bazı istisnai durumlarda "hakkında kısıtlılık hali bulunan alanlardan ilgili mevzuatı doğrultusunda belli koşulların gerçekleşmesi suretiyle Bölge olarak seçilmesine imkân tanıyanlar ve koruma alanı ile birlikte tescillenen tabiat varlıkları (mağaralar, anıt ağaç ve ağaç toplulukları) ve sürdürülebilir koruma ve kontrollü kullanım alanları Bölge alanı olarak seçilebilir. Seçilen Bölge alanı ile ilgili olarak, mevzuatı gereğince kısıtlılık hali bulunmadığı veya hakkında kısıtlılık hali bulunmasına rağmen ilgili mevzuatı doğrultusunda belli şartların gerçekleşmesi suretiyle Bölge alanı olarak seçilmesine imkân tanıdığı hususu, ilgili kurum ve kuruluşlardan belgelendirilirse" bölgenin kurulmasına izin verilmektedir [34].

## 2.5. Türkiye'de Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulamaları (Technology Development Zones Applications in Turkey)

Türkiye, teknoloji gelişmelerini yakalayabilmek için 1960 yılından itibaren çalışmalara başlamış ve planlı kalkınma politikalarında öncelik olarak ARGE, bilim ve teknoloji, teknolojik üretim hedeflenmiştir. Ancak bu ivme istenilen seviyeye ulaşamamıştır. 1963'te TÜBİTAK'ın kurulmasıyla bilim ve teknoloji araştırmalarının artırılması, koordine edilmesi ve desteklenmesi amaçlanmıştır. 1990'lı yıllarda "Teknoloji Geliştirme Bölgesi" kavramı kullanılmaya başlanmış ve "Teknopark / Teknokent" terimleri yeniden düzenlenmiştir [26].

Türkiye'nin teknoloji politikaları hedefinde kurulan ilk TGB, 1997'de ODTÜ Teknopark olup, savunma sistemleri üzerine faaliyet gösteren firmalardan oluşmuştur. Bilkent Cyberpark da savunma sanayisinde

kendini geliştiren bir teknoloji bölgesi olarak öne çıkmaktadır. 2004 yılında Dünya Bankasının desteğiyle Türkiye'nin ilk kuluçka merkezi olan Cyberpark kurulmuştur [35]. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi bünyesinde kurulan Marmara Teknokent ise, Teknoloji Serbest Bölgesi ve Teknoloji Geliştirme Bölgesi unvanlarına sahip bir teknoloji parkıdır [36].

2001 yılında çıkarılan 4691 sayılı kanun ile Teknoloji Geliştirme Bölgeleri yasal bir statü kazanmış ve misyonları, hedefleri ve bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemeleri yeni bir boyut kazanmıştır. Geçen süre zarfında, Türkiye'nin ARGE harcamaları yıllar içerisinde artış göstermiştir, ancak 2020 yılına gelindiğinde Gayrisafi Yurtiçi ARGE Harcama Oranı %1,09 seviyelerinde kalmıştır [37]. Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeleri desteklemek için yaptığı politikalar ve dördüncü kalkınma planında ARGE'ye yapılan vurgu önemlidir. Japonya, Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık gibi ülkelerin bilim ve teknoloji araştırmalarına ayırdıkları GSYH oranları ile kıyaslandığında, Türkiye'nin ARGE harcama oranlarının daha düşük olduğu görülmektedir [38]. 2008 yılında çıkarılan "Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Kanunu" ile ARGE harcamalarının artırılması hedeflenmiştir [39].

2001 yılından itibaren Türkiye'de TGB'ler her yıl kurulmaya devam etmiştir. 2022 yılı itibarıyla Türkiye'de 96 adet TGB kurulmuş olup, bunların 81'i faaliyette, 15'i ise yapılaşma sürecindedir [40]. TGB'ler, özellikle İstanbul, Ankara ve Kocaeli gibi bölgelerde yoğunlaşmıştır. Türkiye'de kurulan teknoloji geliştirme bölgelerinde ARGE personel sayısı ve tamamlanan proje sayıları artış göstermiştir. 2021 yılı verilerine göre ARGE personel sayısı 60.027'ye, tamamlanan proje sayısı ise 42.421'e ulaşmıştır. Bu veriler, Türkiye'nin teknoloji geliştirme bölgelerinin sürekli büyüyen bir ekosistem oluşturduğunu ve ülkenin bilim ve teknoloji alanındaki potansiyelini artırdığını göstermektedir [41].

Türkiye, teknoloji gelişmelerini yakalayabilmek için 1960 yılından itibaren çalışmalara başlamış ve ARGE, bilim ve teknolojiye öncelik vermiştir. 1990'lı yıllarda "Teknoloji Geliştirme Bölgesi" kavramı kullanılmaya başlanmış ve "Teknopark / Teknokent" terimleri yeniden düzenlenmiştir [26]. Bu bağlamda kurulan teknoloji geliştirme bölgeleri, girişimcilik ve inovasyon ekosistemine önemli katkılarda bulunmuştur.

İTÜ Arı Teknokent, 1992 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi ile KOSGEB iş birliği ile kurulmuş ve ARGE ile inovasyon ekosistemine büyük katkı sağlamıştır. İTÜ Çekirdek Kuluçka Merkezi, dünyada en iyi beş üniversite kuluçka merkezi arasında yer almakta ve binlerce girişimciye destek sunmaktadır. Big Bang Start-up Challenge ile girişimciler ve yatırımcılar bir araya getirilerek fon sağlanmaktadır. Ayrıca, İTÜ MAGNET ve Innogate Uluslararası Hızlandırma Programı gibi programlarla ileri düzey girişimcilere ve startup'lara büyüme süreçlerinde destek verilmektedir [42].

ODTÜ Teknokent, 1992'de ODTÜ-TEKMER olarak faaliyete geçmiş ve 2000 yılında ilk binasını açmıştır. ODTÜ Teknokent, girişimcilik, staj, üniversite-sanayi iş birliği ve uluslararasılaşma alanlarında destekler sunmaktadır. "Yeni Fikirler Yeni İşler Hızlandırma (YFYİ)" programı ve "Animasyon Teknolojileri ve Oyun Geliştirme Merkezi (ATOM)" gibi girişimleriyle dikkat çekmektedir. Ayrıca, ODTÜ-TTO aracılığıyla üniversite-sanayi iş birliğini destekleyerek teknoloji odaklı girişimciliği geliştirmektedir[43].

EBİLTEM, 1994 yılında kurulan Türkiye'nin ilk "Üniversite-Sanayi iş birliği Merkezi" olarak ARGE, inovasyon, uluslararası teknoloji transferi ve fikri mülkiyet hakları alanlarında faaliyet göstermektedir. EBİLTEM, Avrupa Birliği programları ve TÜBİTAK destekleriyle üniversite-sanayi iş birliği kültürünü yaygınlaştırmayı amaçlamaktadır [44].

Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'nde 2003 yılında kurulan ATAP, teknoloji geliştirme ve inovasyon süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Firmaların sektörel dağılımına bakıldığında yazılım, biyoteknoloji ve sağlık-medikal alanlarında faaliyet gösteren şirketlerin ağırlıkta olduğu görülmektedir [45].

Kocaeli'de 1972 yılında kurulan TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, enerji, iklim değişikliği, malzeme teknolojileri ve yaşam bilimleri alanlarında ARGE faaliyetleri yürütmektedir. Ayrıca, Kutup Araştırmaları Enstitüsü gibi özgün araştırma enstitüleriyle dikkat çekmektedir (MAM, 2020). Hacettepe Teknokent, 2005 yılında kurulmuş ve ARGE faaliyetlerinde aktif rol oynamaktadır. Yabancı firmalar ile iş birliği yapan girişimci sayısı 79, toplam personel sayısı ise 5.311'dir. Özellikle sağlık ve tıp teknolojileri alanında önemli projelere imza atmaktadır [46].

Türk savunma sanayinin ileri teknoloji merkezi olarak 1987 yılında kurulan İstanbul Teknopark, savunma sanayi, havacılık, uzay, denizcilik ve sağlık bilimleri gibi sektörlerde yüksek teknoloji ARGE çalışmaları yapmaktadır. 2010 yılında TGB statüsü kazanmış ve birçok büyük şirkete ev sahipliği yapmaktadır [47].

2009 yılında kurulan Entertech İstanbul Teknokent, inovasyon ve yüksek teknoloji alanlarında faaliyet gösteren firmalara destek sağlamaktadır. Teknokent bünyesinde ICUBE programı, Entertech kuluçka merkezi, İstanbul TTO gibi birçok girişimcilik ve teknoloji transferi programı bulunmaktadır [48]. 2002 yılında Bilkent Üniversitesi ve Bilkent Holding tarafından kurulan CYBERPARK, Türkiye'nin ilk vakıf üniversitesi teknokentidir. Dijital kültürel girişimcilik ve küresel pazara açılma gibi konularda girişimcilere destek sunmaktadır [49].

2002 yılında kurulan Teknopark İzmir, ARGE firmaları, ön kuluçka ve kuluçka merkezi, TTO ve inovasyon merkezi olarak faaliyet göstermektedir. Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti eş finansmanı ile desteklenen projelerle firmalar için uluslararası ARGE alanı oluşturmaktadır [50].

Trabzon Teknokent, 2004 yılında kurulmuş ve 2008 yılında faaliyete geçmiştir. Üniversite-sanayi iş birliğini

desteklemekte ve inovasyon kültürünü firmalara kazandırmaktadır. Yazılım, enerji ve medikal gibi çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren firmalarla öne çıkmaktadır [51].

Bu teknoloji geliştirme bölgeleri, Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanındaki potansiyelini artırarak, ulusal ve uluslararası alanda rekabet edebilirliğini sağlamaktadır. Teknokentlerin sunduğu çeşitli programlar ve desteklerle girişimciler, araştırmacılar ve firmalar yenilikçi projelerini hayata geçirmekte ve ülkenin ekonomik kalkınmasına katkı sağlamaktadır.

## 2.6. Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Performansı (Performance of Technology Development Zones)

Araştırmacılar, teknoloji geliştirme bölgelerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla park içi ve park dışı firmaları karşılaştırarak çeşitli analizler yapmışlardır. Westhead, (1997), bilim parklarının etkinliğini ölçmek için park içi ve dışı firmaların ARGE "girdi" ve "çıkıtı"larını karşılaştırmış ve ARGE harcamaları, çalışan sayısı, patent ve yeni ürün/hizmet sayısı gibi değişkenleri kullanmıştır. Bu çalışmada, park içi ve dışı firmalar arasında ARGE harcamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Siegel vd. (2003a, 2003b) ise, Westhead (1997) nin metodolojisini genişleterek, bilim parkı içi ve dışındaki firmaların toplam istihdam, ARGE harcamalarının düzeyi ve yoğunluğu, patent ve yeni ürün/hizmet gibi daha geniş bir ölçüt seti üzerinden performansını analiz etmiştir. Sonuç olarak, bilim parklarındaki firmaların park dışındaki firmalara kıyasla daha üretken oldukları belirlenmiştir. Bu iki çalışma, teknoloji geliştirme bölgelerinin performans değerlendirmesinde benzer yöntemler kullanmakla birlikte, sonuçları açısından farklılık göstermektedir: Westhead (1997), ARGE harcamalarında anlamlı bir fark bulamazken, Siegel vd. (2003a, 2003b) park içi firmaların daha yüksek ARGE çıktılarını ürettiğini vurgulamıştır.

Benzer şekilde, Lindelöf ve Löfsten (2003), bilim parklarının performansını değerlendirmek amacıyla park içi ve park dışı firmaların performanslarını karşılaştırmışlardır. Araştırmada, 134 yeni teknoloji tabanlı firma ve 139 park dışı firma ile yapılan anketlerde, bilim parklarında yer alan firmaların inovasyon yeteneği, rekabet ve pazar odaklılık, satış ve istihdam artışı gibi alanlarda park dışı firmalara göre daha iyi performans sergilediği bulunmuştur. Bigliardi vd. (2006) teknoloji geliştirme bölgelerinin performansını finansal kaynaklar, yeni kurulan şirket sayısı, patentler, ARGE laboratuvarları ve üretilen yeni ürün sayısı gibi kriterler üzerinden incelemiştir. Kuzey-Doğu İtalya'daki dört bilim parkının performansını karşılaştırarak, parkların etkinliklerini artırmaya yönelik stratejiler geliştirmişlerdir.

Bir diğer çalışma Campanella vd. (2014) tarafından yapılmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde bulunan bilim parklarının yenilikçi performansı ile finansal, organizasyonel ve bilgi özellikleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. 901 kamu ve özel kuruluş örneğinden



toplanan verilerle yapılan bu çalışmada, patent sayısı, sanayi ile yapılan sözleşmeler, uygulamalı araştırma projeleri sayısı ve teknoloji transferi gibi bağımlı değişkenler ile kamu kaynaklarının varlığı, risk sermayesi, laboratuvar sayısı, sistematik ilişkiler, yayımlar ve araştırmacı sayısı gibi bağımsız değişkenler kullanılmıştır. Campanella vd. (2014), özel finansal kaynaklar, laboratuvarlar ve araştırmacıların park performansını üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Ramírez-Alesón ve Fernández-Olmos (2018) bilim parklarının yeni teknoloji tabanlı firmaların yenilikçilik performansını artırmada başarılı olup olmadığını analiz etmişlerdir. İspanya'daki 1933 yeni teknoloji tabanlı firmaya ait 2007–2013 dönemi verilerini değerlendirerek, bilim parklarının yenilik performansını teşvik edip etmediğini ve nasıl teşvik ettiğini derinlemesine incelemişlerdir. Park içi işbirliklerinin yenilik performansını artırdığı sonucuna varmışlardır. [59], Tayland'da yeni kurulan bilim parklarının performansını entelektüel sermaye üzerinden ölçmüşlerdir. Entelektüel sermaye, yapısal sermaye, insan sermayesi, ilişkisel sermaye ve yenilik sermayesi olarak dört kategoriye ayrılmıştır. Corrocher vd. (2019), İtalyan bilim parklarında bulunan firmaların yenilikçi performanslarını değerlendirerek parkların yenilik faaliyetleri üzerindeki olumlu etkilerini analiz etmiştir. Berbegal-Mirabent vd. (2020), İspanyol bilim parklarının misyonlarının stratejik yönetsel tercihler ile performansları arasındaki ilişkisini incelemiştir. Poohjan vd. (2020), Tayland'daki bilim parklarının performansını etkileyen bölgesel bağlamsal faktörleri araştırmıştır.

Albahari vd. (2018), bilim ve teknoloji parklarının firmaları üzerine yaptığı araştırmada, parkların performansını Probit, OLS ve Tobit analiz tekniklerini kullanarak ölçmüştür. Araştırmada, personel sayısı, parkın coğrafi uzantısı, parkın yaşı ve parkın boyutu gibi girdi değişkenlerinin performans üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. İspanyol firmalarını temsil eden 37.201 firmaya anket düzenlenmiş ve bu anketlerde 849 firma, İspanya'nın 12 farklı bölgesinde yer alan 25 bilim ve teknoparkta bulunmaktadır. Bilim ve teknoloji parklarının coğrafi konumu, yaşı ve yönetimin özelliklerinin performansı etkilediği sonucuna varmışlardır. Genç parkların yenilikçi davranması ve yaşlı parkların bilgi birikimi ya da etkileşim deneyimlerinin artması nedeniyle performanslarının yükseldiği ifade edilmiştir. Ayrıca, bilim ve teknoloji parkının bulunduğu konumun teknolojik olarak daha az gelişmiş bir bölgede olması durumunda, bu parklarda yer alan firmalar için avantaj sağladığı belirtilmiştir.

Hu vd. (2009), Tayvan'daki bilim parklarının performansını ölçmek için VZA kullanmış ve girdi değişkenleri olarak firma sayısı, firma alanı, sermaye stoğu, kamu hizmeti bakım ücreti ve çalışan sayısını seçmiştir. Çıktı olarak ise sermaye miktarını kullanmıştır. Hu vd. (2010) ise Çin'deki 53 bilim ve teknoloji parkını analiz ederek VZA-Tobit regresyon analizini kullanmıştır. Bu çalışmada, firma sayısı, çalışan

sayısı, üniversite mezun çalışan sayısı ve ARGE harcamaları girdi değişkenleri olarak kullanılmış, teknik gelirler ve ürün satış gelirleri gibi çıktı değişkenleri değerlendirilmiştir. (Wu vd. (2010) ise Çin'de kurulan 30 teknoparkın performansını VZA-Tobit modeli ile analiz etmiş, çalışan sayısı, toplam kuluçka fonu, net varlık ve arazi alanı gibi girdi değişkenlerini kullanmıştır. Mezun işletme sayısı ve ödenen vergiler ise çıktı olarak kullanılmıştır. Chen vd. (2006), Hsinchu Bilim Parkı'nda altı yüksek teknoloji endüstrisinin performansını Veri Zarflama VZA ve Malmquist üretkenlik değişim endeksleri kullanarak karşılaştırmıştır. Çalışmada, çalışan sayısı, işletme sermayesi, ARGE harcamaları, arazi alanı gibi girdi birimleri ile yıllık satışlar ve patent sayısı gibi çıktı verileri kullanılmıştır. Bilgisayar ve yarı iletken endüstrilerinin yüksek performans gösterdiği, ancak iletişim, foto-elektronik, ekipman ve biyoteknoloji endüstrilerinin verimsiz olduğu sonucuna varmışlardır. Zhang (2013) ise üniversiteler ile bilim ve teknoloji parkları arasındaki performans ilişkisini araştırmış ve üniversite sıralamasının park performansı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Çalışma, park hizmetleri, yenilik performansı, başarı dönüştürme yeteneği, kuluçka performansı, çalışan sayısı ve eğitimi gibi verileri kullanmıştır. Ayrıca, parkların onay yılı, coğrafi konumu ve şehrin özellikleri de performansı etkileyen faktörler arasında sayılmıştır.

Literatürde, Türkiye özelinde teknoloji geliştirme bölgelerinin performansını değerlendirmek için VZA kullanıldığı görülmektedir [68]. Baykul vd. (2016), 2014 yılını baz alarak Türkiye'de bulunan 39 TGB'nin yönetici şirketlerinin etkinliğini VZA yöntemiyle analiz etmiştir. Çalışmanın karar verme birimleri üç girdi değişkeni (çalışan sayısı, iş birliği sayısı, kapasite geliştirme ve faaliyet sayısı) ve dört çıktı değişkeni (firma, istihdam, yabancı firma, akademik spin-off sayısı) kullanılarak incelenmiştir. Analiz sonucunda, teknoloji geliştirme bölgelerinin performans göstergeleri; CCR analizi 13, BCC analizi 24 ve ölçek etkinlik analizi göre 17 teknoloji geliştirme bölgesinin etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çakın ve Özdemir (2019) 2013-2014 yılları arasında VZA ile TGB'lerin performansını ölçmüşler ve sinir ağ ve lojistik regresyon analizleriyle modeli geliştirerek, bölgelerin performansını karşılaştırmışlardır. Girdi değişkenleri olarak finansman, teşvikler ve altyapı, ARGE, kuluçka, iş birliği faaliyetleri; çıktı olarak ise fikri mülkiyet, ARGE sonuçları ve uluslararasılaşma parametreleri kullanmışlardır. Özsoy vd. (2021) Türkiye'deki TGB'lerin performanslarını değerlendirmek için firma sayısı, toplam firma başına ARGE oranı, toplam ARGE personelinin ARGE harcamasını girdi değişkeni olarak seçmişlerdir. Çıktı değişkenleri ise ulusal/uluslararası patent başvuru sayısı, toplam ihracat ve ARGE geliridir. Ünsal (2019) ise TGB'lerin büyümesini araştırmış ve bağımlı değişken olarak istihdam artışını kullanmıştır. Bağımsız değişkenler olarak teknoloji geliştirme bölgesi ile üniversite arası mesafe, bölgenin yaşı ve üniversitenin ülke içi başarı sıralama puanını kullanmıştır. Türkiye'de

bulunan teknoloji geliştirme bölgeleri için yaptığı analiz sonucunda, üniversitenin başarısının istihdam üzerinde pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan Ünlü (2022) Türkiye'de üçlü sarmal sistemi altında TGBlerin performansını araştırmıştır. Çalışmasında çok değişkenli çoklu regresyon (MMR) yöntemini kullanmış ve bağımlı değişkenler olarak toplam çalışan sayısı ve sunulan proje sayısını ele almıştır. Yaptığı analiz çerçevesinde, devlet-üniversite ve sanayi mülkiyetinin bölgelerdeki istihdam artışını etkileyebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, üniversiteye yakın veya ilişkili bölgelerin istihdam ve proje sayısında artış sağlayabileceği vurgulanmıştır. Diğer yandan, Ünlü, Temel, ve Miller (2023) çalışmalarında, Türkiye'deki üniversite bilim parklarının patent performansını etkileyen faktörleri incelemiş ve olgunlaşmış, devlet destekli Teknoloji Transfer Ofislerinin patent başvurularını artırmadaki önemli rolünü vurgulamıştır. Bu çalışmada, triple helix iş birliklerinin, yani üniversite, sanayi ve devlet arasındaki iş birliğinin, patent performansını nasıl etkilediği de ele alınmıştır. Ünlü (2022), TGB'lerde genel performans ve

istihdam artışını değerlendirirken, Ünlü, Temel, Miller (2023), özellikle patent performansı ve TTO'ların rolü üzerinde durmuştur.

### 3. METODOLOJİ (METHODOLOGY)

CRS ve VRS modellerinin çıktı odaklı versiyonu için matematiksel fonksiyonlar Tablo 1'de verilmiştir. VZA'da CCR modeli ile BCC modeli arasındaki ayırım, her bir karar verme birimi (DMU) için lambda ( $\lambda$ ) setinin boyutunu 1 ile sınırlayan bir konveksite koşulundan kaynaklanmaktadır. Banker, Charnes, ve Cooper (1984), tarafından açıklanan bu koşul, modeller içinde ölçek getirisini (RTS) tanımlamaya olanak tanır. Özellikle, CCR ve BCC modellerinden türetilen etkinlikler herhangi bir alternatif optimumunda hizalandığında, bu sabit getiri ölçeğini belirlemektedir. Fersine, bu modeller arasındaki farklı etkinlikler, ya artan getiri ölçeğini ( $\Sigma \lambda_j^* < 1$ ) a da azalan getiri ölçeğini ( $\Sigma \lambda_j^* > 1$ ) göstermektedir.

**Tablo 1.** Genel VZA Modelleri (General Data Envelopment Analysis Models)

Sınır Türü	CRS (CCR modeli)	VRS (BCC modeli)
Çıktı Odaklı VZA	$\max \phi - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$	$\max \phi - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$
	Koşullar	Koşullar
	$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m;$	$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m;$
	$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \phi y_{ro} \quad r \in O;$	$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \phi y_{ro} \quad r \in O;$
	$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad r \notin O;$	$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad r \notin O;$
	$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$	$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$
Verimlilik hedefi		$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$
	$\hat{x}_{io} = x_{io} - s_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$	
	$y_{ro} = \phi^* y_{ro} + s_r^+ \quad r \in O$	
	$y_{ro} = y_{ro} + s_r^+ \quad r \notin O$	

Kaynak: Bae et al. (2021)

Çok katmanlı ağ yapılarını analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir strateji, iki aşamalı ağ sürecidir; burada ilk aşamanın çıktısı, ikinci aşamanın girdisi olarak hizmet eder [76]. Ancak, çıktılar ve girdiler arasındaki karşılıklı bağımlılık nedeniyle aşamalar arasında çatışmalar ortaya çıkabilir [75]. Bu durumu ele almak için çeşitli VZA modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerden biri, her bir karar verme biriminin (DMU) genel verimliliğinin iki aşamanın verimliliklerinin çarpımı olarak ifade edildiği iki aşamalı ağ VZA modelidir [77]. Bu model, verimsizliklerin daha yüksek doğrulukla belirlenmesini kolaylaştırır, böylece kaynakların verimli bir şekilde değerlendirilmesi tahsis

edilmesini ve iyileştirme stratejileri hakkında fikir vermektedir [78]. Tablo 2 de, ilk aşamanın çıktıları ikinci aşamanın ara ölçütleri olarak kabul edilmekte ve ikinci aşamanın girdileri olarak görülmektedir. Türkiye'de aktif olarak faaliyet gösteren 32 Teknoloji Geliştirme Bölgesinin performansını değerlendirmek için üç farklı model geliştirilmiştir. VZA yoluyla elde edilen sonuçlar, 2019 yılında Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından sağlanan bu bölgelerin Endeks sıralamaları ile karşılaştırılmış, böylece analizimizin robust olduğu gösterilmeye çalışılmıştır. İki aşamalı VZA yapısı Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** İki aşamalı VZA yapısı (Two stage DEA structure)

$\min_{\alpha, \beta, \lambda_j, \mu_j, \bar{z}} w_1 \alpha - w_2 \beta$ koşullar	
1. Aşama	2. Aşama
$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha x_{ijo}$ $i = 1, 2, \dots, m;$	$\sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \bar{z}_{djo}$ $d = 1, 2, \dots, D;$
$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \leq \bar{z}_{djo}$ $d = 1, 2, \dots, D;$	$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq \beta y_{rjo}$ $r = 1, 2, \dots, s;$
$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	$\sum_{j=1}^n \mu_j = 1$
$\lambda_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$	$\mu_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$
$\alpha \leq 1$	$\beta \leq 1$

Kaynak: Bae et al. (2021) and Bae &amp; Chun (2023)

**3.1. Değişkenler ve Veri (Variables and Data)**

Bu çalışmada, Şubat 2020'de Teknoloji Geliştirme Bölgesi Vakfı tarafından yayınlanan rapordan alınan veriler kullanarak vakfa üye olan 32 Teknoloji Geliştirme Bölgesi incelenmiştir. Bu rapor, 2019 yılını kapsayan Teknoloji Geliştirme Bölgeleri için mevcut en güncel verileri sağlamaktadır. Karar verme birimlerinin listesi Ek Tablo A1'de yer almaktadır. VZA sonuçlarımızın geçerliliğini sağlamak için, literatürdeki yerleşik kuralları titizlikle uyguladık ve uygun girdi, çıktı ve karar verme birimi sayısını belirledik. Babacan et al. (2015), araftından belirtilen koşulları göz önünde bulundurduk:  $n > m+s$ ,  $n > 2(m+s)$ , ve  $n > 3(m+s)$ , burada 'm' girdi sayısını, 's' çıktı sayısını ve 'n' karar verme birimlerinin sayısını temsil eder. 32 karar verme birimi ile, VZA'yı 3 girdi ve 2 çıktı ile gerçekleştirmek için bu örneklem büyüklüğünün yeterli olduğunu doğruladık. Girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 3'te verilmiştir. Betimleyici istatistikler ve korelasyon değerleri Tablo 3 'de verilmiştir. VZA bağlamında, girdi ve çıktı değişkenleri

arasındaki korelasyon seviyelerinin belirlenmesi önemli bir öneme sahiptir. Bu durum, elde edilen modellerin sağlamlığını ve güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Korelasyon analizi bulguları incelendiğinde, özellikle personel sayısı ile firma sayısı arasında belirgin bir pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Bu durum, çıktı değişkenleri arasında da benzer şekilde gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bazı modellerde farklı girdi ve çıktı değişkenlerinin kullanılması ile alternatif modeller arasından en uygun olanın seçimi yoluna gidilmiştir. Bu stratejik yaklaşım, çoklu doğrusal bağlantının etkilerini azaltmakta ve karar verme birimlerinin verimlilik seviyelerini doğru bir şekilde değerlendirmek için önemlidir. Bu modeller hakkında daha ayrıntılı bilgiler Tablo 4'te sunulmuştur. Ayrıca çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri (TOPSİS ve ARAS) ile elde edilen sıralama sonuçlar kıyaslanmıştır. Bu sayede sonuçların farklı yöntemler ile desteklenmesi hedeflenmiştir.

**Table 3.** Değişkenlerin Açıklamaları ve Tanımlayıcı İstatistikler (Description of Variables and Descriptive Statistics)

Değişkenler	VZA'daki Rolü	Ort.	Std. Sap.	Min	Max	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TGB'deki Toplam Çalışan Sayısı	Girdi	1573.09	2370.12	103	8215	1.00				
TGB'deki Toplam Firma Sayısı	Girdi	132.87	105.49	25	445	0.91*	1.00			
TGB'nin Kuruluş Yılından 2019'a Kadar Geçen Süre (Yıl)	Girdi	11.46	4.36	3	19	0.24	0.38*	1.00		
Devam Eden Proje Sayısı	Ara Ölçüt	246.53	266.73	7	1226	0.94*	0.93*	0.43*	1.00	
Patent Başvuru Sayısı	Çıktı	75.03	106.77	1	382	0.87*	0.83*	0.40*	0.85*	1.00

**Table 4.** Alternatif Modeller (Alternative Models)

Modeller	Girdiler			Ara Ölçüt	Çıktı
	TDZ'deki Çalışan Sayısı	TDZ'deki Firma Sayısı	TDZ'nin Yaşı	Devam Eden Proje Sayısı	Patent Başvuru Sayısı
Model 1	✓		✓	✓	✓
Model 2		✓	✓	✓	✓
Model 3	✓	✓	✓	✓	✓

✓ Değişkenin modele dahil edildiğini gösterir.

#### 4. BULGULAR (RESULTS)

Analiz sonuçlarına bakıldığında, modeller arasındaki karşılaştırma, Model 3'ün değerlendirilmesi için en uygun model olduğunu göstermektedir. Tablo A2'de sunulan ikinci aşama etkinlik skorlarının ortalamalarına göre, en düşük ortalamaya sahip olan model Model 3'tür, bu da üstün performans sergilediğini göstermektedir. Wilcoxon sıra testi bu bulguyu daha da desteklemekte olup, Model 1 ile Model 3 arasında (BCC:  $p=0.000$ , CCR:  $p=0.028$ , RTS:  $p=0.240$ ) ve Model 2 ile Model 3 arasında (BCC:  $p=0.000$ , CCR:  $p=0.000$ , RTS:  $p=0.846$ ) anlamlı farklar ortaya koymaktadır (RTS hariç). Ayrıca, modellerin Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB) kriterleri ile karşılaştırılması, Wilcoxon sıra testi sonuçlarına göre şu şekildedir: Model 1 ile STB arasında p-değeri 0.42, Model 2 ile STB arasında p-değeri 0.67 ve Model 3 ile STB arasında p-değeri 0.90. Bu p-değerleri, üç modelin de STB kriterlerine kıyasla benzer etkinlik skorlarına sahip olduğunu ve Bakanlık tarafından paylaşılan performans analizi ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Özetle, analiz sonuçları Model 3'ün farklı etkinlik ölçümleri arasında diğer modellere kıyasla daha iyi performans sergilediğini ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından paylaşılan performans analizi ile uyum sağladığını göstermektedir. Dolayısıyla, Model 3, Teknoparkların etkinliğini değerlendirmek için uygundur demek mümkündür.

Her bir DMU için gevşeklik değerleri, belirli verimsizlik alanlarını vurgulamaktadır. Bu çalışmada sadece etkinlik ya da etkinsizliğe odaklanmak yerine, Türkiye'deki TGB'lerin gelişme alanlarına vurgu yapılmak istenmektedir. Yüksek gevşeklik değerlerinin yoğunluğuna bakıldığında, altı adet TGB firma sayısı ve dört adet TGB ise toplam çalışan sayısı sebebiyle etkinlik gösterememiştir. Ayrıca, on bir TGB'de ise gevşeklik değerine rastlanmamıştır. Bu durum belirli TGB'lerdeki verimlilik sorunlarının özellikle firma sayısı ve çalışan sayısı gibi girdilerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Gevşeklik değerine rastlanmayan TGB'ler ise kaynaklarını optimal şekilde kullanarak etkin bir performans sergilemektedir.

Çalışmada ayrıca, TGB performansını değerlendirmek için TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) ve ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemleri kullanılmıştır. Değerlendirmede kullanılan kriterler; çalışan sayısı, firma sayısı, TGB yaşı, proje sayısı ve patent sayısı olarak belirlenmiştir. Çalışmada eşit ağırlıklandırma kullanılmıştır. TOPSIS yöntemi ile her TGB'nin pozitif ve negatif ideal çözümlerden uzaklıklarına dayanan performans skorları Tablo A2'de yer almaktadır. Bu skorlar 0 ile 1 arasında olup, 1'e ne kadar yakınsa, TGB'nin performansı o kadar iyidir. Çalışmada DMU23 (0.9154) ve DMU32 (0.7700) en yüksek TOPSIS skorlarına sahip olup, bu bölgeler en iyi performansı göstermektedir. DMU4 (0.0514) ve DMU17 (0.0648) ise en düşük TOPSIS skorlarına sahip olup, bu bölgeler en düşük performansı göstermektedir. ARAS yöntemi ise her TGB'nin fayda değerlerini

hesaplayarak performans skorları oluşturmaktadır. Fayda değeri ne kadar yüksekse, TGB'nin performansı o kadar iyidir. Çalışmada DMU23 (0.9472) ve DMU16 (0.7341) en yüksek ARAS skorlarına sahip olup, bu bölgeler en iyi performansı göstermektedir. DMU4 (0.0840) ve DMU28 (0.0867) ise en düşük ARAS skorlarına sahip olup, bu bölgeler en düşük performansı göstermektedir.

Bu sonuçlar, her iki yöntemin de benzer sıralamalar sağladığını ve TGB'lerin performansını değerlendirmek için güvenilir olduklarını göstermektedir. Sıralamalar Tablo A3'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, yüksek performans gösteren TGB'lerin (DMU23 ve DMU32 gibi) stratejilerinin analiz edilmesi ve bu stratejilerin diğer bölgelerde uygulanabilirliği değerlendirilebilir. Ayrıca, düşük performans gösteren TGB'ler (DMU4 ve DMU28 gibi) için spesifik iyileştirme planları geliştirilmelidir.

#### 5. SONUÇ (CONCLUSION)

Literatürde incelenen çalışmalar, farklı analiz yöntemleri ve ölçütler kullanarak bölge performansını incelemiş ve önemli veriler sağlamıştır. Araştırmalar, park içindeki firmaların ARGE çıktılarının yüksek olduğunu, inovasyon yeteneklerinin ve pazar odaklılıklarının üstün olduğunu göstermektedir. Performans

değerlendirmesinde finansal ve operasyonel kriterlerin önemi vurgulanmış, üniversite sıralaması ve finansal kaynakların kritik rolü belirtilmiştir. İşbirliklerinin yenilik performansına olumlu etkisi, entelektüel sermaye ve yenilik faaliyetlerinin önemi de vurgulanmıştır. Ayrıca, parkların coğrafi konumu, yaşı ve yönetim özelliklerinin performansı etkilediği ifade edilmiştir. Genel olarak, bu bulgular, teknoloji geliştirme bölgelerinin etkinliğini artırmada çeşitli faktörlerin kritik rol oynadığını ve performansı artırma stratejilerinin önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, Türkiye'deki 32 Teknoloji Geliştirme Bölgesi'nin (TGB) etkinliğini VZA kullanarak değerlendirmiş ve iyileştirme alanlarını vurgulamıştır. Model 3, Değişken Getiriler Ölçeği (VRS) ve çıktı odaklı yaklaşımı ile en yüksek performansı göstermiştir. Özellikle, kaynak kısıtının yadsınmaz bir gerçek olması sebebiyle TGB'lerde yönetimin çeşitli uyumlulukları gözetmesi gerekmektedir. Proje bazlı kiracı sözleşmeleri yapan bu kurumların sundukları ARGE laboratuvar ve Üniversite ve Sanayi proje danışman havuzları ile uyumlu projeleri tercih etmeleri önemlidir. Bu kiracı firmaların performansını artıracığı gibi doğru nitelikte ARGE elemanı almalarına da destek olacaktır. Projelerin sadece tamamlanması değil, aynı zamanda çıkan ürünlerin patentlenmesi ve ticarileştirilmesi aşamalarında firmalara ihtiyaç duydukları desteğin sağlanması için TGB yönetiminin insan kaynakları yönetiminde dikkatli olması gerekmektedir. Uzmanlardan oluşan kadrosunu inovatif ve aktif bir anlayışla yönetmesi de önemlidir. Bu çalışma, diğer

çalışmalardan farklı olarak girdi kısıtını dikkate aldığından, sadece nicelik değil, verimliliğin nitelik üzerinden sağlanması gerekliliği üzerinde durarak firma ve personel yapılarını değerlendirmenin önemini vurgulamaktadır.

Gevşeklik analizi, bazı TGB'lerde firma sayısı ve çalışan sayısı açısından belirgin verimsizlikler olduğunu göstermiştir; altı TGB'de firma sayısı ve dört TGB'de toplam çalışan sayısı yüksek gevşeklik göstermektedir. Buna karşın, on bir TGB, kaynaklarını optimal şekilde kullanarak etkin performans sergilemektedir. Verimlilik sorunlarının, özellikle firma sayısı ve çalışan sayısı gibi girdilerle ilişkili olduğu görülmektedir. Bu verimsizliklerin giderilmesi için kaynak optimizasyonu, ARGE faaliyetlerinin desteklenmesi, stratejik proje yönetimi ve insan kaynakları yönetiminin iyileştirilmesi gerekmektedir. Firmaların sayısını ve personel tahsisini optimize etmek, TGB'lerin etkinliğini artırabilir. ARGE teşviklerinin artırılması, Teknoloji Transfer Ofisleri ve kuluçka merkezleri gibi yapılarla desteklenen inovasyon ekosisteminin güçlendirilmesi, firmaların yenilikçi projeler geliştirmesini ve patent başvurularını artırmasını sağlayacaktır. Proje bazlı kiracı sözleşmeleri yapan TGB'lerin, sundukları ARGE laboratuvarları ve üniversite-sanayi proje danışman havuzları ile uyumlu projeleri tercih etmeleri önemlidir. Bu, kiracı firmaların performansını artırabilir ve nitelikli ARGE elemanları almalarına destek olabilir. Ayrıca, projelerin tamamlanması, patentlenmesi ve ticarileştirilmesi aşamalarında firmalara ihtiyaç duydukları desteğin sağlanması için TGB yönetiminin dikkatli olması gerekmektedir. Uzman kadroların inovatif ve aktif bir anlayışla yönetilmesi önemlidir. Bilişim Vadisi, İzmir Bilim Parkı ve Yıldız Teknopark gibi başarılı TGB'ler, kaynak kullanımında ve inovasyon yönetiminde en iyi uygulamaları sergilemektedir. Diğer TGB'lerin bu başarılı örnekleri inceleyip uygulamalarına entegre etmeleri teşvik edilmelidir. Bu stratejilerin uygulanması, TGB'lerin operasyonel etkinliğini artıracak, bireysel Teknopark performansını iyileştirecek ve Türkiye'nin teknolojik ve ekonomik gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmada, veriye erişim kısıtlamaları önemli bir sınırlama olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanılan veriler, 2019 yılına ait olup Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı tarafından sağlanmıştır. Ancak, yıllar itibariyle karşılaştırmalı bir analiz yapma olanağı sınırlıdır, bu da TGB'lerin uzun vadeli performans gelişimini değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Ayrıca, finansal verilere erişim sağlanamaması, TGB'lerin mali performanslarının ve sürdürülebilirliklerinin tam olarak analiz edilmesine engel olmuştur. Bu durum, TGB'lerin kaynak yönetimi ve finansal stratejileri hakkında derinlemesine bir anlayış geliştirmeyi sınırlamaktadır. Bununla birlikte, genç TGB'lerin performanslarının daha düşük olması beklenebilir bir durumdur; bu yüzden, çalışmamızda TGB yaş faktörü de dahil edilerek, performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kısıtlar göz önünde bulundurularak, gelecekteki araştırmalarda daha

geniş kapsamlı ve güncel veri setlerine erişim sağlanması önerilmektedir.

#### ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar (lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods they used in their work do not require ethics committee approval and/or legal-special permission.

#### YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Tüm yazarlar makalenin hazırlanmasına ve içeriğin oluşturulmasına katkı sağlamıştır. / Contributed to the preparation of the article and the creation of the content.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur. / There is no conflict of interest in this study

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] J. Bellavista and L. Sanz, "Science and technology parks: Habitats of innovation: Introduction to special section," *Sci. Public Policy*, no.7, vol.36, pp.499-510, (2009).
- [2] I. C. Henriques, V. A. Sobreiro, and H. Kimura, "Science and technology park: Future challenges," *Technol. Soc.*, vol.53, pp.144-160, (2018).
- [3] A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring the efficiency of decision making units," *Eur. J. Oper. Res.*, vol.2, pp.429-444, (1978).
- [4] R. D. Banker, A. Charnes, and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Manage. Sci.*, no.9, vol.30, pp.1078-1092, (1984).
- [5] C. Chen, B. Yang, Q. Wu, and B. Dong, "Output Efficiency of Industrial Parks Based on Three-Stage DEA Model," *Int. J. Sustain. Dev. Plan.*, no.8, vol. 15, pp.1187-1195, (2020).
- [6] N. Arslan and Ö. Belgin, "Efficiency Analysis of Science and Technology Parks Using Data Envelopment Analysis: Evidence from Turkey," *Politek. Derg.*, no.4, vol.24, pp.1667-1674, (2021).
- [7] O. Belgin, "Analysing R&D efficiency of Turkish regions using data envelopment analysis," *Technol. Anal. Strateg. Manag.*, no.11, vol.31, pp. 1341-1352, (2019).
- [8] W. D. Cook, K. Tone, and J. Zhu, "Data envelopment analysis: Prior to choosing a model," *Omega*, vol.44, pp.1- 4, (2014).
- [9] 4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu, "4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu." pp.1-11, (2001).
- [10] M. Harmancı and M. O. Önen, "Dünyada ve Türkiye'de Teknopark ve Teknokent Uygulamaları," *Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Araştırma Müdürlüğü*, (1999).
- [11] Devlet Denetleme Kurulu, "T.C. Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu Araştırma ve İnceleme Raporu 4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu Uygulamalarının Değerlendirilmesi ile Uygulamada Ortaya Çıkan Sorunların Çözümüne İlişkin Öneri Geliştirilmesi," (2009).

- [12] A. Sarıoğlu, "Ar-Ge Merkezleri - Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri," *Anahtar Dergisi*, no.286, vol.24, pp.18-23, (2012).
- [13] TTGV, "Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı," (2022).
- [14] S. Alkibay, E. Orhaner, S. Korkmaz, and A. E. Sertođlu, "Üniversite Sanayi İşbirliği Çerçevesinde Teknoparklar, Yönetimsel Sorunları ve Çözüm Önerileri," *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim Dergisi*, (2012).
- [15] E. Aslan, "Ar-Ge ve Yenilikçilik Çalışmalarının Desteklenmesi ve Geliştirilmesi Bakanlığımızın Ana Faaliyet Alanlarından Biridir," *Anahtar Dergisi*, vol.24, no.286, pp. 4-5, (2012).
- [16] M. Yalçıntaş, "Üniversite - Sanayi- Devlet İşbirliğinin Ülke Ekonomilerine Etkileri: Teknopark İstanbul Örneđi," *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, no.10, vol.5, (2014).
- [17] S. Altuđ and A. Hocoaođlu, "Teknoparkların İnovasyon Ekosistemindeki Yeri ve İnovasyon Başarısına Katkısı: Teknopark İzmir Özelinde Bilişim Sektöründe Bir Şirket Örneđi," *İzmir Democr. University Soc. Sci. J.*, no.1, vol.1, pp.70-86, (2018).
- [18] 1930 Sanayi Kongre Raporları, "1930 Sanayi Kongresi Raporlar-Kararlar-Zabıtlar," Ankara, (1930).
- [19] Devlet Planlama Teşkilatı, "Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı," *Devl. Plan. Teşkilatı*, pp. 441- 467, (1963).
- [20] Devlet Planlama Teşkilatı, "Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983," *Devl. Plan. Teşkilatı*, pp. 48-50, (1979).
- [21] 16880 Sayılı Resmi Gazete, "16880 Sayılı Resmi Gazete - 24 Ocak Kararları," (1980).
- [22] Devlet Planlama Teşkilatı, "İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1968-1972," *Devl. Plan. Teşkilatı*, (1968).
- [23] Devlet Planlama Teşkilatı, "Yeni Strateji ve Kalkınma Planı Üçüncü Beş Yıl 1973-1977," *Devl. Plan. Teşkilatı*, p.114, (1973).
- [24] Devlet Planlama Teşkilatı, "Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989," *Devl. Plan. Teşkilatı*, (1985).
- [25] R. Uzungil, "Geçmişten Geleceğe Bilim ve Teknoloji Politikaları," *Anahtar Dergisi*, no.282, vol.24, pp. 8-9, (2012).
- [26] Devlet Planlama Teşkilatı, "Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1990-1994," *Devl. Plan. Teşkilatı*, pp. 309-3011, (1990).
- [27] 20498 Resmi Gazete, "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı Kurulması," pp.7125-7126, (1990).
- [28] BTYK, "Türk Bilim ve Teknoloji Politikası" *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu*, pp.32-36, (1997).
- [29] BTYK, "Türk Bilim ve Teknoloji Politikası" *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu*, pp.3-35, (1993).
- [30] Devlet Planlama Teşkilatı, "Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1996-2000," *Devl. Plan. Teşkilatı*, pp. 70-76, (1996).
- [31] Devlet Planlama Teşkilatı, "Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005," *Devl. Plan. Teşkilatı*, pp.125-128, (2001).
- [32] 24790 Resmi Gazete, "Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği," pp.1-21, (2002).
- [33] Devlet Planlama Teşkilatı, "Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013," *Devl. Plan. Teşkilatı*, pp.38-41, (2006).
- [34] 29797 Resmi Gazete, "Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği," (2016).
- [35] A. Kılıç and Ü. Ayvaz, "Üniversite-Sanayi-Devlet İşbirliğinin Sağlayıcısı Olarak Teknoparklar ve Teknoloji Transferi İşbirliklerinde Mevcut Durum," *Savunma Bilim Derg.*, no.2, vol.10, pp. 58-79, (2011).
- [36] MAM, "Marmara Teknokent," (2020).
- [37] TÜİK, "Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)," (2022).
- [38] World Bank, "Research and Development Expenditure (% of GDP)," *The World Bank Data*, (2023).
- [39] 26814 Sayılı Resmi Gazete, "Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun," *26814 Sayılı Resmi Gazete*, (2008).
- [40] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Teknoloji Geliştirme Bölgeleri 2022 Ekim İstatistik Bilgileri," (2022).
- [41] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Teknoloji Geliştirme Bölgeleri," (2022).
- [42] İTÜ Arı Teknokent, "İTÜ Arı Teknokent," (2022).
- [43] ODTÜ-Teknokent, "ODTÜ-Teknokent," (2022).
- [44] EBİLTEM, "Ege Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi," (2022).
- [45] ATAP, "Anadolu Teknoloji Araştırma Parkı (ATAP)," (2022).
- [46] Hacettepe Teknokent, "Hacettepe Teknokent," (2022).
- [47] İstanbul Teknopark, "İstanbul Teknopark," (2022).
- [48] İstanbul Teknokent Entertech, "İstanbul Teknokent Entertech," (2023).
- [49] Cyberpark, "Bilkent Cyberpark," (2023).
- [50] Teknopark İzmir, "Teknopark İzmir," (2023).
- [51] Trabzon Teknokent, "Trabzon Teknokent," (2023).
- [52] P. Westhead, "R&D 'Inputs' and 'Outputs' of Technology Based Firms Located On and Off Science Parks," *R&D Manag.*, vol.27, pp.45-62, (1997).
- [53] D. S. Siegel, P. Westhead, and M. Wright, "Assessing the impact of university science parks on research productivity: Exploratory firm-level evidence from the United Kingdom," *Int. J. Ind. Organ.*, no.9, vol.21, pp.1357-1369, (2003).
- [54] D. S. Siegel, P. Westhead, and M. Wright, "Science Parks and The Performance of New Technology-Based Firms: A Review of Recent U.K. Evidence and an Agenda for Future Research," pp.177-184, (2003).
- [55] P. Lindelöf and H. Löfsten, "Science Park Location and New Technology-Based Firms in Sweden - Implications for Strategy and Performance," *Small Bus. Econ.*, no.3, vol.20, pp.245-258, (2003).
- [56] B. Bigliardi, A. I. Dormio, A. Nosella, and G. Petroni, "Assessing science parks' performances: Directions from selected Italian case studies," *Technovation*, no.4, vol.26, pp.489-505, (2006).
- [57] F. Campanella, M. R. Della Peruta, and M. Del Giudice, "Creating conditions for innovative performance of science parks in europe. How manage the intellectual capital for converting knowledge into organizational action," *J. Intellect. Cap.*, no.4, vol.15, pp. 576-596, (2014).
- [58] M. Ramírez-Alesón and M. Fernández-Olmos, "Unravelling the effects of Science Parks on the innovation performance of NTBFs," *J. Technol. Transf.*, no.2, vol.43, pp.482-505, (2018).
- [59] N. Patthirasinsiri and M. Wiboonrat, "Measuring intellectual capital of science park performance for newly established science parks in Thailand," *Kasetsart J. Soc. Sci.*, no.1, vol.40, pp.82-90, (2019).
- [60] N. Corrocher, F. Lamperti, and R. Mavilia, "Do science parks sustain or trigger innovation? Empirical evidence from Italy," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol.147, pp.140-151, (2019).
- [61] J. Berbegal-Mirabent, I. Alegre, and A. Guerrero, "Mission Statements and Performance: An Exploratory

- Study of Science Parks,” *Long Range Plann.*, no.5, vol.53, (2020).
- [62] A. Poonjan, A. N. Tanner, and P. D. Andersen, “How Regional Factors Influence the Performance of Science and Technology Parks: A Comparative Analysis of Regional Science Parks in Thailand,” *Asian J. Technol. Innov.*, pp.1-23, (2020).
- [63] A. Albahari, A. Barge-Gil, S. Pérez-Canto, and A. Modrego, “The influence of Science and Technology Park characteristics on firms’ innovation results,” *Pap. Reg. Sci.*, no.2, vol.97, pp.253-279, (2018).
- [64] J. L. Hu, T. F. Han, F. Y. Yeh, and C. L. Lu, “Efficiency of Science and Technology Industrial Parks in China,” *J. Manag. Res.*, vol.10, pp.151-166, (2010).
- [65] W. Q. Wu, F. Xie, and L. M. Zhao, “A Study on The Operation of Chinese University Science Park Based on DEA-Tobit Model,” *in 2010 IEEE 17th Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, pp.1136-1140, (2010).
- [66] C.-J. Chen, H.-L. Wu, and B.-W. Lin, “Evaluating the development of high-tech industries: Taiwan’s science park,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, no.4, vol.73, pp. 452-465, (2006).
- [67] M. Zhang, “University Capabilities and Science Park Performance: An Empirical Study of The National University Science Park of China,” *In 2013 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, vol.3, pp.632-634, (2013).
- [68] H. H. Örkücü and Ö. Sevim, “ODTÜ Teknokent Firmalarının Performanslarının Veri Zarflama Analizi Modelleri ile İncelenmesi,” *Politeknik Dergisi.*, no.2, vol.26, pp.813-821, (2023).
- [69] A. Baykul, O. Sungur, and M. A. Dulupçu, “Teknoloji Geliştirme Bölgesi Yönetici Şirketlerinin Yönetim Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi,” *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Derg.*, vol.7, pp.70-82, (2016).
- [70] E. Çakın and A. Özdemir, “Veri Zarflama Analizi Temelli Yapay Sinir Ağları ve Lojistik Regresyon Analizi ile Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin Etkinliklerinin Tahminlenmesi,” *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, no.2, vol.37, pp.271-293, (2019).
- [71] V. S. Özsoy, Ö. Belgin, and D. Balkan, “A novel approach for determining common weights in two division network DEA: a case study of Science and Technology Parks in Turkey,” *Technol. Anal. Strateg. Manag.*, no.10, vol.34, pp.1124 -1138, (2022).
- [72] N. Ünsal, “Technoparks in Turkey: A Descriptive Study,” *in Science and Technology Parks and Regional Economic Development*, pp.123-141, (2019).
- [73] H. Ünlü, “The Performance of Science and Technology Parks under Triple Helix Systems in Turkey,” *in The Routledge Companion to technology Management*, pp.304-319, (2022).
- [74] H. Ünlü, S. Temel, and K. Miller, “Understanding the drivers of patent performance of University Science Parks in Turkey,” *J. Technol. Transf.*, no.3, vol.48, pp.842-872, (2023).
- [75] J. Bae, Y. Chung, and H. Ko, “Analysis of efficiency in public research activities in terms of knowledge spillover: focusing on earthquake R&D accomplishments,” *Nat. Hazards*, no.2, vol.108, pp.2249-2264, (2021).
- [76] W. D. Cook, L. Liang, and J. Zhu, “Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective,” *Omega*, no.6, vol.38, pp.423-430, (2010).
- [77] Y. Chen and J. Zhu, “Measuring Information Technology’s Indirect Impact,” *Information Technology and Management*, vol.5, pp.9-22, (2004).
- [78] J. Bae and D. Chun, “How do country-specific R&D environments affect CCUS research performance and efficiency? From the perspective of knowledge diffusion and application,” *Environmental Science and Pollution Research*, (2023).

ERKEN

**EKLER (Appendix)****Tablo A1. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (Technology Development Zones)**

<b>DMU</b>	<b>TEKNOLOJİ GELİŞTİRME BÖLGLERİ (TECHNOLOGY DEVELOPMENT ZONES)</b>	<b>İLLER ( Cities)</b>
DMU1	Anadolu Teknoloji Araştırma Parkı	Eskişehir
DMU2	Ankara Üniversitesi Teknokent	Ankara
DMU3	Antalya Teknokent	Antalya
DMU4	Bilişim Vadisi	İstanbul
DMU5	Bilkent CYBERPARK	Ankara
DMU6	Boğaziçi Üniversitesi Teknopark	İstanbul
DMU7	DEPARK	İzmir
DMU8	EGE Teknopark	İzmir
DMU9	Erciyes Teknopark	Kayseri
DMU10	Fırat Teknokent	Elazığ
DMU11	Gazi Teknopark	Ankara
DMU12	GOSB Teknopark	Kocaeli
DMU13	Göller Bölgesi Teknokent	Isparta
DMU14	Hacettepe Teknokent	Ankara
DMU15	İstanbul Teknokent Entertech	İstanbul
DMU16	İTÜ ARI Teknokent	İstanbul
DMU17	İzmir Bilim Park	İzmir
DMU18	Kahramanmaraş Teknokent	Kahramanmaraş
DMU19	Kırıkkale Teknopark	Kırıkkale
DMU20	Kocaeli Üniversitesi Teknopark	Kocaeli
DMU21	Konya Teknokent	Konya
DMU22	Mersin Teknopark	Mersin
DMU23	ODTÜ Teknokent	Ankara
DMU24	Pamukkale Teknokent	Denizli
DMU25	Samsun Teknopark	Samsun
DMU26	Teknopark İstanbul	İstanbul
DMU27	Teknopark İzmir	İzmir
DMU28	Tokat Teknopark	Tokat
DMU29	Trabzon Teknokent	Trabzon
DMU30	Trakya Teknopark	Edirne
DMU31	Ulutek Teknopark	Bursa
DMU32	Yıldız Teknopark	İstanbul

**ERK**



**Tablo A2.** TOPSIS, ARAS ve VZA İkinci Aşama Etkinlik Skorları (TOPSIS, ARAS and DEA Second Stage Effectiveness Scores)

DMU	Model 1					Model 2					Model 3							
	BCC	CCR	RTS	RTSR	BCC	CCR	RTS	RTSR	BCC	CCR	RTS	RTSR	BCC	CCR	RTS	RTSR	TOPSIS S.	ARAS S.
DMU1	5.348	6.070	0.917	Artan	6.727	6.861	0.908	Artan	5.348	6.120	0.926	Artan	5.348	6.120	0.926	Artan	0.315	0.296
DMU2	1.796	2.778	0.713	Artan	2.624	3.023	0.634	Artan	1.758	2.911	0.759	Artan	1.758	2.911	0.759	Artan	0.246	0.266
DMU3	3.498	3.753	1.086	Azalan	2.923	3.072	0.808	Artan	3.254	3.288	1.036	Azalan	3.254	3.288	1.036	Azalan	0.309	0.303
DMU4	1.000	3.710	0.223	Artan	1.000	4.881	0.247	Artan	1.000	3.710	0.223	Artan	1.000	3.710	0.223	Artan	0.051	0.084
DMU5	1.012	1.089	1.135	Azalan	1.157	1.169	1.063	Azalan	1.000	1.070	1.171	Azalan	1.000	1.070	1.171	Azalan	0.584	0.622
DMU6	2.767	8.521	0.667	Artan	2.382	4.731	0.373	Artan	2.137	4.731	0.373	Artan	2.137	4.731	0.373	Artan	0.166	0.157
DMU7	13.372	17.036	0.510	Artan	15.115	19.723	0.539	Artan	13.106	16.876	0.510	Artan	13.106	16.876	0.510	Artan	0.159	0.187
DMU8	1.824	6.950	0.341	Artan	6.193	11.241	0.388	Artan	1.824	6.950	0.341	Artan	1.824	6.950	0.341	Artan	0.081	0.115
DMU9	1.332	1.738	0.695	Artan	3.654	3.682	1.045	Azalan	1.332	1.870	0.763	Artan	1.332	1.870	0.763	Artan	0.367	0.367
DMU10	4.101	6.404	0.466	Artan	6.814	8.250	0.600	Artan	4.101	6.404	0.466	Artan	4.101	6.404	0.466	Artan	0.186	0.170
DMU11	2.245	2.279	0.951	Artan	2.009	2.094	0.860	Artan	2.095	2.148	0.942	Artan	2.095	2.148	0.942	Artan	0.284	0.284
DMU12	3.692	3.777	1.028	Azalan	3.492	3.578	0.885	Artan	3.628	3.693	1.027	Azalan	3.628	3.693	1.027	Azalan	0.308	0.308
DMU13	1.000	2.587	0.282	Artan	1.000	2.083	0.227	Artan	1.000	2.083	0.227	Artan	1.000	2.083	0.227	Artan	0.176	0.176
DMU14	4.703	4.763	1.021	Azalan	6.091	6.218	1.137	Azalan	4.703	4.949	1.085	Azalan	4.703	4.949	1.085	Azalan	0.452	0.480
DMU15	1.939	2.393	0.566	Artan	2.416	2.951	0.604	Artan	1.939	2.393	0.566	Artan	1.939	2.393	0.566	Artan	0.178	0.209
DMU16	1.101	1.101	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	0.734	0.734
DMU17	1.000	7.427	0.315	Artan	4.799	11.421	0.363	Artan	1.000	7.427	0.315	Artan	1.000	7.427	0.315	Artan	0.097	0.097
DMU18	1.739	6.228	0.340	Artan	4.232	7.333	0.400	Artan	1.297	6.228	0.340	Artan	1.297	6.228	0.340	Artan	0.124	0.124
DMU19	18.925	60.123	0.364	Artan	24.818	66.000	0.400	Artan	13.218	60.123	0.364	Artan	13.218	60.123	0.364	Artan	0.075	0.094
DMU20	24.500	26.122	1.074	Azalan	17.395	18.214	0.773	Artan	17.395	18.214	0.773	Artan	17.395	18.214	0.773	Artan	0.242	0.242
DMU21	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	0.326	0.326
DMU22	1.000	1.462	0.771	Artan	1.256	1.416	0.631	Artan	1.000	1.451	0.770	Artan	1.000	1.451	0.770	Artan	0.289	0.293
DMU23	1.154	1.140	0.988	Artan	1.116	1.094	0.975	Artan	1.116	1.098	0.979	Artan	1.116	1.098	0.979	Artan	0.915	0.947
DMU24	12.801	15.996	0.669	Artan	17.439	20.289	0.704	Artan	12.801	15.996	0.669	Artan	12.801	15.996	0.669	Artan	0.182	0.181
DMU25	24.694	66.885	0.401	Artan	39.973	80.521	0.417	Artan	21.243	66.885	0.401	Artan	21.243	66.885	0.401	Artan	0.105	0.105
DMU26	3.102	3.798	0.636	Artan	3.102	3.798	0.636	Artan	3.102	3.798	0.636	Artan	3.102	3.798	0.636	Artan	0.438	0.454
DMU27	1.553	1.450	0.920	Artan	1.807	1.822	0.942	Artan	1.553	1.504	0.963	Artan	1.553	1.504	0.963	Artan	0.374	0.374
DMU28	2.899	11.301	0.342	Artan	1.000	8.100	0.245	Artan	1.000	8.100	0.245	Artan	1.000	8.100	0.245	Artan	0.087	0.087
DMU29	5.070	8.037	0.438	Artan	4.955	7.167	0.391	Artan	4.811	7.167	0.391	Artan	4.811	7.167	0.391	Artan	0.198	0.166
DMU30	5.602	7.497	0.545	Artan	5.421	6.875	0.500	Artan	5.379	6.875	0.500	Artan	5.379	6.875	0.500	Artan	0.201	0.173
DMU31	2.730	2.774	0.949	Artan	2.995	3.037	0.941	Artan	2.730	2.774	0.949	Artan	2.730	2.774	0.949	Artan	0.286	0.290
DMU32	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	1.000	1.000	1.000	Sabit	0.834	0.834
Mean	4.984	9.287	0.698		6.153	10.113	0.676		4.339	8.744	0.678		4.339	8.744	0.678		0.289	0.298

**Tablo A3. Sıralamalar (Ranks)**

DMU	M.1	M.2	M.3	SB*	TOPSİS	ARAS
DMU1	26	26	26	23	10	1
DMU2	13	14	14	11	17	3
DMU3	21	15	21	7	11	13
DMU4	29	1	1	17	32	12
DMU5	7	8	1	4	4	24
DMU6	18	12	18	19	24	8
DMU7	29	28	29	22	25	27
DMU8	14	25	15	18	28	4
DMU9	10	19	12	8	8	28
DMU10	23	27	23	27	21	10
DMU11	16	11	17	12	15	26
DMU12	22	18	22	10	12	9
DMU13	1	1	1	25	18	18
DMU14	24	24	24	14	5	31
DMU15	15	13	16	13	23	23
DMU16	8	1	1	3	3	22
DMU17	1	21	1	26	31	16
DMU18	12	20	11	30	26	19
DMU19	30	31	30	32	29	32
DMU20	31	29	31	21	16	29
DMU21	1	1	1	15	9	20
DMU22	1	9	1	5	13	17
DMU23	9	7	10	2	1	2
DMU24	28	30	28	28	22	15
DMU25	32	32	32	20	27	25
DMU26	20	17	20	6	6	7
DMU27	11	10	13	9	7	6
DMU28	19	1	1	29	30	11
DMU29	25	22	25	24	20	21
DMU30	27	23	27	31	19	5
DMU31	17	16	19	16	14	30
DMU32	1	1	1	1	2	14
Wilcoxon signed-rank test between models and SB	272 (0.42)	222 (0.67)	238.5 (0.90)		201..0 (0.96)	228.0 (0.92)

\*SB: Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı sıralaması