



INVESTIGATING THE INOVATION PERFORMANCES OF NUTS-1 STATISTICAL REGIONS IN TURKEY WITH RELATION TO R&D ACTIVITIES: APPLICATION OF MALMQUIST INDEX

Mustafa ZUHAL¹
Nazlı SEYHAN²

Abstract

Innovation plays an important role in ensuring the sustainable growth of countries. Innovation systems developed within the framework of evolutionary approach are considered as national and regional innovation systems. Performance and effectiveness analyses of national and regional innovation systems are of great importance. Especially in developing countries, measuring innovation performance is of particular importance in the success of technological learning and catch-up processes. The present study aims to measure the innovation performance of NUTS-1 regions in Turkey. For this purpose, the innovation performance of 12 statistical regions in Turkey for the period 2013-2019 is measured by Malmquist Index Method. R&D expenditures and personnel as innovation inputs in the regions, patent applications and high-tech product exports as output variables are discussed. According to the findings, it is seen that the average annual factor efficiency in the period 2013-2019 was above 1 and there was a general performance decrease in 2019. During this period, the Aegean region stands out in terms of average annual factor efficiency.

Article History:

Date submitted:
30 August 2021
Date accepted:
26 October 2021

Jel Codes:

O32, O33, C44

Keywords:

Innovation, Regional
Innovation Systems,
Malmquist Index

Suggested Citation: Zuhall, M. & Seyhan, N. (2021). Investigating the Inovation Performances of Nuts-1 Statistical Regions in Turkey with Relation to R&D Activities: Application of Malmquist Index *Cumhuriyet University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 22(2), 394-422.

¹Res. Asst. Dr., Gümüşhane University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, mzuhall@gumushane.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-4645-4628

²Res. Asst. Dr., Gümüşhane University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business, nazliarik@gumushane.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0759-9119



TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE İNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ UYGULAMASI

Mustafa ZUHAL¹
Nazlı SEYHAN²

Öz

İnovasyon, ülkelerin sürdürülebilir büyümesinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Evrimci yaklaşım çerçevesinde geliştirilen inovasyon sistemleri, ulusal ve bölgesel inovasyon sistemleri olarak değerlendirilmektedir. Ulusal ve bölgesel inovasyon sistemlerinin performans ve etkinlik analizlerinin yapılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknolojik öğrenme ve yakalama süreçlerinin başarıya ulaşmasında inovasyon performanslarının ölçümü özel önem taşımaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de Düzey-1 bölgelerinin inovasyon performanslarının ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’de 12 istatistiki bölgenin 2013-2019 dönemi için inovasyon performansları Malmquist Endeksi yöntemiyle ölçülmektedir. Bölgelerde inovasyon girdileri olarak Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge personeli, çıktı değişkenleri olarak da patent başvuruları ve bölgelerin yüksek teknoloji ürünü ihracatı ele alınmaktadır. Analiz sonunda elde edilen bulgulara göre, 2013-2019 döneminde yıllık ortalama faktör verimliliğinin 1’in üzerinde olduğu ve 2019 yılında genel bir performans düşüklüğünün olduğu görülmektedir. Bu dönemde yıllık ortalama faktör verimliliği açısından Ege bölgesi öne çıkmaktadır.

Makale Geçmişi:

İletilen Tarih:
30 Ağustos 2021
Kabul Tarihi:
26 Ekim 2021

Jel Kodları:

O32, O33, C44

Anahtar Kelimeler:

İnovasyon, Bölgesel
İnovasyon Sistemleri,
Malmquist Endeksi

Önerilen Alıntı: Zuhall, M. & Seyhan, N. (2021). Türkiye’de Düzey 1 Bölgelerinde Ar-Ge Faaliyetlerine Göre İnovasyon Performanslarının İncelenmesi: Malmquist Endeksi Uygulaması. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22(2), 394-422.

¹Arş. Gör. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, mzuhal@gumushane.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-4645-4628

²Arş. Gör. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, nazliarik@gumushane.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0759-9119

TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE İNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ UYGULAMASI

1. GİRİŞ

İnovasyon, ülkelerin büyümesinin ve kalkınmasının sürdürülebilir hale getirilmesinde önemli rol oynamaktadır. İnovasyonun artan önemine binaen ulusal ve bölgesel inovasyon sistemleri geliştirilmektedir. Ulusal ve bölgesel inovasyon sistemleri, Neoklasik yaklaşımın statik denge analizinden ve fayda maksimizasyonuna dayalı varsayımlarından daha üst bir çerçeve çizen Evrimci yaklaşım temelinde değerlendirilmektedir. Evrimci yaklaşım, ekonomik birimler arasındaki ilişkilerin süreç, öğrenme ve işbirliği boyutlarına yapmış olduğu vurgu nedeniyle inovasyon uygulamalarının analizine daha uygun bir yaklaşım sunmaktadır. (Cooke, Uranga ve Etxebarria, 1997:476). Ulusal inovasyon sistemleri, birbirlerinin tamamlayıcısı bölgesel inovasyon sistemleri içermektedir.

Bölgesel inovasyon yaklaşımının özünde, bölgelerde inovasyonu ortaya çıkarmak ve yaymak için kamu ve özel sektörleri kapsayan araçlar arasındaki ekonomik ve sosyal etkileşimlere yapılan vurgu bulunmaktadır. Bu argümanın doğal sonucu olarak, bölgelerin inovasyon ve ekonomik performansı, piyasa (fiyat) ve diğer (fiyat dışı) mekanizmalar dâhil olmak üzere kuruluşların sistemik etkileşimi tarafından şekillendirilmektedir (Asheim, Smith ve Oughton, 2011:878-883). Diğer bir ifade ile bölgesel inovasyon sistemi, bilginin üretilmesine, kullanılmasına ve yayılmasına yardımcı olan örgütsel ve kurumsal düzenlemelere ve ilişkilere göre işleyen etkileşimli özel ve kamu firmaları, kurumları ve diğer kuruluşların yer aldığı sistemler olarak değerlendirilmektedir (Doloreux, 2003:70).

Bölgesel inovasyon sistemlerinin inovatif çıktı üretmedeki hayati rolünün ve etkinliğinin nicel olarak ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda bölgesel olarak inovasyon politikalarının geliştirilebilmesi için bölgelerin inovatif başarılarının nedenini ve etkinliklerini belirleyen tüm faktörlerin detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknolojik gelişmelere bağlı olarak teknolojik yakalama süreçlerinin başarılı bir şekilde tamamlanması özel önem taşımaktadır. Bu açıdan ülkeler hem ulusal boyutta hem de bölgesel boyutta inovasyon politikaları geliştirmektedir. İnovasyon politikalarının hem hazırlanması hem de sonuçlarının değerlendirilmesi aşamalarında bölgelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçümler sayesinde hem uygulanan hem de uygulanacak politikaların başarıları değerlendirilmektedir.

Gelişmekte olan ülke pozisyonunda olan Türkiye’de hem ulusal hem de bölgesel boyutta inovasyon sistemlerinin oluşturulmasına ve hali hazırda var olan sistemlerin geliştirilmesine yönelik inovasyon politikaları uygulanmaktadır. Türkiye’de uygulanan inovasyon politikaları sonucunda elde edilen performansın ölçülmesi özel önem taşımaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de Düzey-1 bölgelerinin inovasyon performanslarının ve etkinliklerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye’de istatistiki olarak Düzey-1 sınıflandırmasına göre 12 bölgenin inovasyon performansı Malmquist (Toplam Faktör Verimliliği) Endeksi yöntemiyle ölçülmektedir. Malmquist Endeksi yönteminde girdi değişkenleri olarak Ar-Ge Harcamaları, Ar-Ge personeli, çıktı değişkenleri olarak da yüksek teknolojlü ürün ihracatı ve patent başvurusu sayıları ele alınmaktadır. Çalışma, Malmquist Endeksi kullanılarak Türkiye’de bölgelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi açısından özgünlük taşımaktadır. Aynı zamanda bu açıdan hem ulusal hem de uluslararası literatüre katkı sunması beklenmektedir.

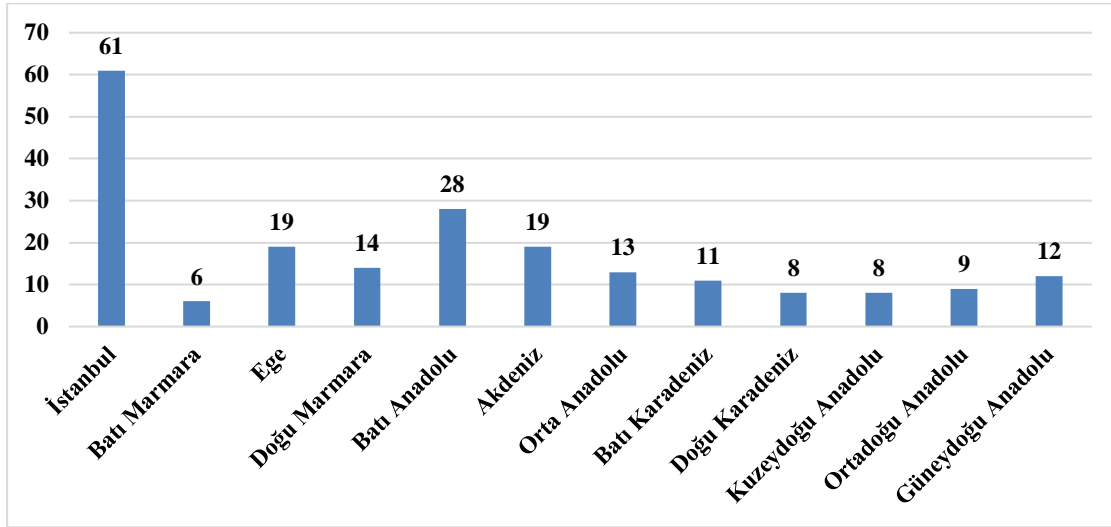
Çalışmada elde edilen bulgulara göre 2013-2019 dönemi için, 2019 yılı haricinde yıllık ortalama toplam faktör verimliliğinin 1’in üzerinde olduğu görülmektedir. 2019 yılı için, genel olarak performans düşüklüğü gözlemlenmektedir. İlgili dönem içerisinde yıllık ortalama faktör

verimliliği açısından Ege bölgesi birinci sırada yer almaktadır. Ege Bölgesi'ni sırasıyla, Doğu Karadeniz ve Ortadoğu Anadolu bölgeleri takip etmektedir. 2013-2019 döneminde Ortadoğu Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz bölgelerinin ortalama her yıl verimlilik artışı sağladığı görülmektedir.

Çalışmada giriş bölümünden sonra ikinci bölümde Türkiye'de bölgesel inovasyon sistemi tartışılmakta, üçüncü bölümde literatür incelemesi yapılmakta, dördüncü bölümde veriler ve yöntem tanıtılmakta ve beşinci bölümde model tahmini yapılarak bulgular tartışılmaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise, tartışma ve sonuç yer almaktadır.

2. TÜRKİYE'DE BÖLGESEL İNOVASYON SİSTEMİ

İnovasyon sistemlerinin tüm dünyada yaygınlaşmasına uyumlu olarak Türkiye'de de ulusal ve bölgesel inovasyon sistemlerinin oluşturulmasına yönelik politikalar geliştirilmiştir. Özellikle Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne (AB) üyelik aşamasında bölgesel düzeyde önemli projeler gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de bölgesel inovasyon sistemlerinin oluşturulmasına yönelik önemli ilk düzenleme olarak 2001 yılında teknoloji geliştirme bölgelerinin altyapısını düzenlemeye yönelik çıkarılan yasa gösterilmektedir. Bir diğer önemli düzenleme olarak, 2006 yılında kalkınma ajanslarının kurulmasına yönelik yasa çıkarılmıştır (Lenger, 2006:143). Türkiye'nin ulusal ve bölgesel inovasyon sisteminin aktörlerine bakıldığında, başta TÜBİTAK, ilgili bakanlıklar, ilgili kuruluşlar ve üniversiteler önemli aktörler olarak ön plana çıkmaktadır (TÜBİTAK, 2011:6). Üniversiteler, hem bölgesel kalkınma sağlanması, hem de bölgesel inovasyon yeteneklerinin geliştirilmesinde önemli roller üstlenmektedirler. Çalışmada ele alınan bölgeler kapsamında üniversitelerin bölgesel dağılımı Grafik 1'de gösterilmektedir.

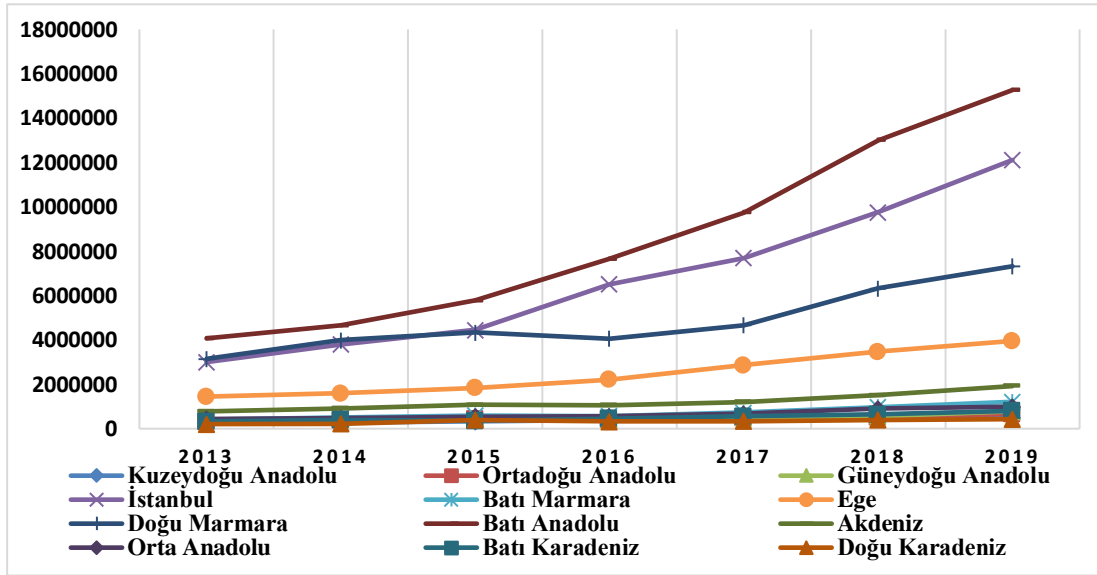


Grafik 1: Türkiye'de Bölgelere Göre Üniversite Sayılarının Dağılımı (2020)
Kaynak: (YÖK, 2021)'den alınan verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

TÜRKİYE'DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE İNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ UYGULAMASI

Türkiye’de 2020 yılı itibariyle bakıldığında, toplamda 208 üniversite bulunmaktadır. Üniversite sayısı bakımından 61 üniversite ile İstanbul öne çıkmaktadır. İstanbul’u takiben Batı Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri gelmektedir. Üniversiteler, kamu-özel sektör işbirliğinin sağlanması, teknolojik yeteneklerin geliştirilmesi ve inovasyon seviyesinin yükseltilmesinde önemli çıktılar sunmaktadır. Aynı zamanda üniversiteler bünyelerinde barındırdıkları teknoloji merkezleri ve teknoparklar sayesinde Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca üniversitelerde, Ar-Ge faaliyetlerinin yapılmasının yanı sıra nitelikli Ar-Ge personeli ve işgücü yetiştirilmektedir (Lenger, 2006:147).

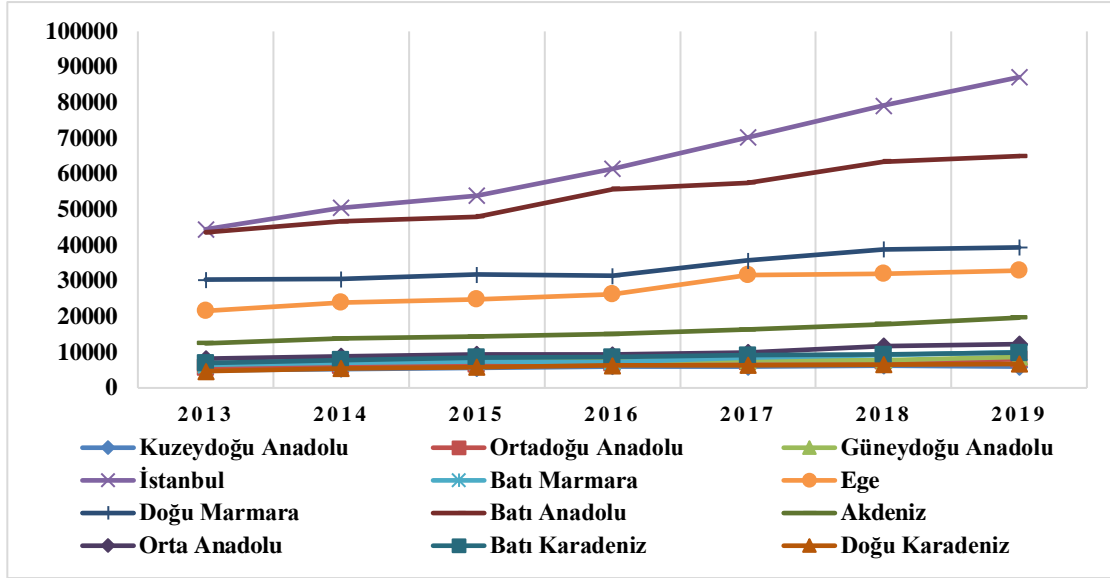
İnovasyon faaliyetlerinin en önemli girdilerinden birisi olarak Ar-Ge harcamaları yer almaktadır. Türkiye’de bölgelerin Ar-Ge harcamalarının gelişimi Grafik 2’de gösterilmektedir.



Grafik 2: Türkiye'de Bölgesel Ar-Ge Harcamaları (1000 TL)

Kaynak: (TÜİK, 2021)'den alınan verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının bölgesel dağılımına bakıldığında, Batı Anadolu bölgesi ilk sırada yer almaktadır. Bu bölgeyi, sırasıyla İstanbul, Doğu Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri takip etmektedir. 2013-2019 döneminde Batı Anadolu bölgesinin yoğun Ar-Ge faaliyetlerinde bulunduğu gözlemlenmektedir. 2013-2015 yılları arasında İstanbul ve Doğu Marmara bölgeleri benzer harcama düzeylerine sahipken, 2015 yılından itibaren İstanbul’un pozitif ayrıştığı görülmektedir. Diğer bölgelerin ise, daha yatay bir faaliyet performansı sergilemektedirler. Ar-Ge harcamalarının yanında, bir diğer önemli inovasyon girdisi olarak beşeri sermaye gösterilmektedir. Türkiye’de bölgelere göre Ar-Ge personelinin gelişimi Grafik 3’te gösterilmektedir.



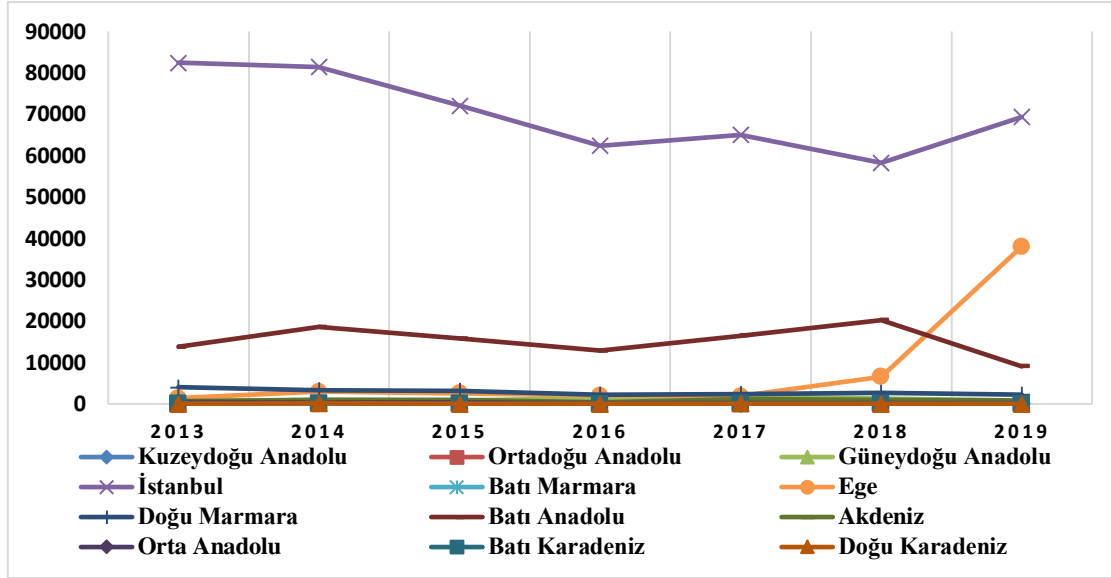
Grafik 3: Türkiye'de Bölgelere Göre Ar-Ge Personelinin Gelişimi (Kişi)
Kaynak: (TÜİK, 2021)'den alınan verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Beşeri sermaye, ekonomik büyümenin, kalkınmanın ve uluslararası rekabetin kilit unsurunu oluşturmaktadır. Ülkelerin inovasyon alanında yaşanan baş döndürücü dönüşümleri anlayarak bunlara ayak uydurabilmesi ve yeni rekabet türlerine ayak uydurabilmesi nitelikli işgücünün varlığını gerektirmektedir. Türkiye'de bölgesel inovasyon performanslarının belirlenmesinde önemli rol oynayan Ar-Ge personelinin gelişimine bakıldığında, İstanbul'un en yüksek personele sahip olduğu görülmektedir. İstanbul'u takiben Batı Anadolu, Doğu Marmara ve Ege bölgesi öne çıkmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesinin ise, son sıralarda yer almaktadır.

Çalışma kapsamında, inovasyon girdileri olarak değerlendirilen Ar-Ge harcamaları ve beşeri sermaye birlikte değerlendirildiğinde, İstanbul, Batı Anadolu, Doğu Marmara ve Ege bölgelerinin yoğun inovasyon faaliyetlerinde bulunduğu ve inovasyon performansı açısından önemli altyapıya sahip oldukları görülmektedir.

Ar-Ge faaliyetlerinin en önemli çıktıları arasında yüksek teknoloji ürünler yer almaktadır. Yoğun Ar-Ge faaliyetleri sonucunda geliştirilen yüksek teknoloji ürünlerin ticarileştirilmesi, inovasyonun sürecinin nihai hedefini oluşturmaktadır. Aynı zamanda yüksek teknoloji ürünlerinin ihraç edilmesi, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma ve uluslararası rekabetinin temelini oluşturmaktadır. Yüksek teknoloji ürünler, düşük ve orta düşük teknoloji mal ve hizmetlerle karşılaştırıldığında, ülkelere görece yüksek gelir sağlaması beklenmektedir. Ayrıca ülkelerin sanayi ve üretim yapısının dönüşümü ve evrimi hakkında önemli ipuçları sunmaktadır (OECD, 2002:205). Çalışmada Türkiye'de bölgeler arası karşılaştırmanın yapılabilmesi ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin yüksek teknoloji ürün ve hizmetlerin yer almasından dolayı bilgi ve iletişim teknolojileri dikkate alınmaktadır. Türkiye'de bölgelerin bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatının gelişimi Grafik 4'te gösterilmektedir.

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

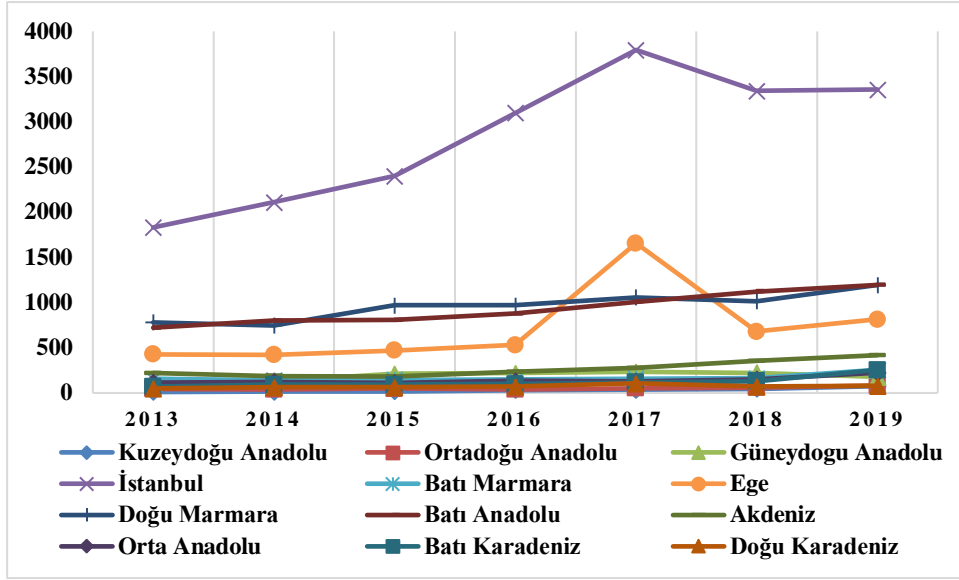


Grafik 4: Türkiye'de Bölgelerin Bilgi ve İletişim Teknolojileri İhracatı (1000 ABD \$)

Kaynak: (TÜİK, 2021)'den alınan verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye’de bölgelerin bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatına bakıldığında, 2019 yılı itibariyle İstanbul, Ege ve Batı Anadolu bölgeleri ilk üç sırayı paylaşmaktadırlar. İstanbul hem firma ve Ar-Ge hem de nüfus yoğunluğunun doğal sonucu olarak ilk sıraya yerleşmektedir. Batı Anadolu Bölgesi 2018 yılına kadar ikinci sırada yer alırken, 2019 yılında üçüncü sıraya gerilemiştir. Ege bölgesi ise, 2018 sırada yer alırken, 2019 yılında ikinci sıraya yükselmiştir. Ege bölgesinin yüksek teknolojik ürün ihracatı bakımından son dönemlerde yükselen bir performansının olduğu görülmektedir. Yüksek teknolojik ürün ihracatı açısından Doğu Karadeniz bölgesi son sırada yer almaktadır.

Patent istatistikleri, ülkelerin, bölgelerin ve firmaların inovatif performansının yanı sıra inovasyon veya teknoloji süreçlerindeki işbirliği gibi inovasyon sürecinin dinamiklerini yansıtmaktadır. Aynı zamanda üniversite-sanayi işbirliği, şirketlerin patentleme stratejileri, araştırmaların uluslararasılaşması ve patentlerin değerine ilişkin göstergeler dâhil olmak üzere teknik değişim ve patentleme faaliyetleri ile ilgili çeşitli konuların analizinde kullanılabilir (WorldBank, 2021). Türkiye’de bölgelerin patent başvurularının gelişimi Grafik 5’te gösterilmektedir.



Grafik 5: Türkiye'de Bölgelerin Patent Başvuru Sayıları

Kaynak: (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2021)'den alınan verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye'de patent başvurularının bölgesel dağılımına bakıldığında, İstanbul ilk sırada yer almaktadır. İstanbul'u Batı Anadolu, Doğu Marmara ve Ege bölgeleri takip etmektedir. Diğer bölgelerin patent başvuruları açısından birbirlerine yakın performans sergiledikleri görülmektedir.

3. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bölgesel inovasyon faaliyetlerinin girdilerinin ve çıktılarının belirleyicilerine yönelik geniş bir literatür bulunmaktadır. Literatürde bölgesel inovasyon sistemlerinin performanslarına ve bu performansın belirleyicilerine yönelik hem ekonometrik hem de diğer analiz yöntemleri kullanarak değerlendirmeler yapılmaktadır.

Uluslararası ölçekte genel kabul görmüş olan Küresel İnovasyon Endeksi 2013 yılı raporunda bölgesel düzeydeki inovasyon verilerinin temel olarak iki nedenden dolayı önem arz ettiği belirtilmektedir. Birincisi, ulusal ve uluslararası düzeydeki politikalara ek olarak, inovasyon politikaları genellikle bölgesel ve hatta il düzeyinde geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Bu nedenle bölgesel inovasyon göstergeleri, bölgesel inovasyon politikalarının geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir. İkincisi, birçok inovatif faaliyet, bazen araştırma enstitüleri ve üniversiteler gibi kurumlarla yakın işbirliği içinde ve firmaların kümelenmelerinde güçlü bir şekilde yerleşmektedir. Bu kümeleri desteklenmesi ve mümkün olduğunda diğer bölgelerde yeni inovasyon kümelerinin teşvik edilmesi gerekebilmektedir. Bunun gerçekleştirilmesi genellikle farklı türde politika ve eylemleri gerektirmektedir. Bu tür politikaların etkin tasarımı ve uygulanması, hem ileri düzeyde yenilikçi bölgelerin hem de gelecekte potansiyel taşıyan ancak daha az yenilikçi bölgelerin belirlenmesine bağlı kalmaktadır (Hollanders, 2013:79).

Eğitim, Ar-Ge harcamaları ve özellikle patent başvurularına ilişkin istatistikler, bölgesel yeniliği ölçen çalışmalarda ve akademik yayınlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu istatistikler, inovasyon sürecinin çerçeve koşullarının (örneğin eğitim), girdilerin (Ar-Ge) veya çıktılarının (patentler) yalnızca bazılarını yakalayabildiği belirtilmektedir (Hollanders, 2013:81).

TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE İNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ UYGULAMASI

Küresel düzeyde ülkelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi ve karşılaştırılması adına oluşturulan “Küresel İnovasyon Endeksi” girdi-çıkıtı ilişkisi üzerinden hesaplanmaktadır. Endekste inovasyon girdi alt endeks değişkenleri arasında Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge araştırmacısı ve inovasyon çıktısı alt endeks değişkenleri arasında da patent başvuruları ve yüksek ve orta teknoloji üretimin yer aldığı görülmektedir (The Global Innovation Index, 2021).

Archibugi, (1992) çalışmasında patentlerin, buluş sürecinin ve daha özel olarak ticari bir etkiye sahip olması beklenen buluşların sonucunu temsil ettiğini belirtmektedir. Teknolojik değişimin tescilli ve rekabetçi boyutunu yakalamak için uygun bir gösterge olduğunu vurgulamaktadır (Archibugi, 1992:358).

Furman, Porter ve Stern (2002) ulusal inovasyon kapasitesinin belirleyicilerine yönelik yapmış oldukları çalışmalarında inovasyon çıktısı olarak patent sayıları ve milyon başına düşen patent sayılarını kullanmışlardır. Aynı zamanda belirleyici olarak kullanılan değişkenler arasında Ar-Ge harcamaları yer almaktadır. Ayrıca çalışmada elde edilen sonuçlar göre, Ar-Ge harcamalarının patent sayıları üzerinde pozitif etkisinin olduğu görülmektedir. (Furman, Porter ve Stern, 2002:910).

Archibugi ve Coco (2004), ülkelerin teknoloji kapasitelerini ölçmeye yönelik geliştirmiş oldukları ArCo Endeksi’nde teknoloji geliştirilmesini diğer bir ifade ile teknoloji çıktısını temsilen patentleri ve bilimsel makaleleri kullanmıştır. Çalışmada patentlerin ticari amaçlarla gerçekleştirilen inovasyon faaliyetlerinin kaydedilmesinin bir ölçüsü olduğu vurgulanmaktadır (Archibugi ve Coco, 2004:632).

Roman, (2010) Bulgaristan ve Romanya ülke örnekleri üzerinden AB’nin yeni üyelerinin bölgesel bilgi ekonomisi etkinliğini veri zarflama analizi ile ölçmeyi hedeflemiştir. Bilgi ekonomisi çıktısı olarak patent sayıları ve girdi olarak da Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge personeli ve istihdam verileri kullanılmıştır. Çalışmada Ar-Ge ve inovasyona büyük miktarda kaynak ayıran bölgelerin her zaman en verimli bölgeler olamayabileceği belirtilmektedir. Bu duruma gerekçe olarak, bir bölgenin, endüstrilerde verimliliği artırabilecek ve kaynaklarını daha iyi kullanabilecek daha yüksek derecede uzmanlaşma gösterme eğiliminde olabileceği gösterilmektedir. Bunun yanında, küçük bölgeler için üniversitelerde yürütülen araştırmaları özel işletme Ar-Ge faaliyetleriyle ilişkilendirmenin kolay olabileceği belirtilmektedir (Roman, 2010:20).

Wu, Zhou ve Liang, (2010) çalışmalarında Çin’in bölgesel inovasyon performansını tek ve çift aşamalı olarak veri zarflama analizi yöntemiyle ölçmüşlerdir. Çalışmada inovasyon performansının belirlenmesinde girdi olarak kullanılan değişkenler arasında Ar-Ge harcamaları ve bilim ve teknoloji personel sayısı yer alırken, çıktı değişkenleri arasında ise, ilk aşamada patent sayıları yer alırken, ikinci aşamada ise, katma değerli üretim çıktısı olarak yer almaktadır (Wu, Zhou ve Liang, 2010:88).

Chen ve Guan, (2012) Çin’in bölgesel inovasyon performansını veri zarflama analizi yöntemiyle ölçmeye çalışmışlardır. Çalışmada iki aşamalı analiz yapılmakta ve inovasyon performansının ekonomik yansımaları tespit edilmektedir. İlk aşamada inovasyon performansının girdileri olarak, bilim ve teknoloji harcamaları, bilim ve teknoloji personeli sayısı, doğrudan yabancı yatırımlar, teknoloji ithalatı harcamaları, yurtiçi teknoloji harcamaları ve yurtiçi sözleşmeye dayalı parasal anlamda teknik piyasalar ele alınmaktadır. Çıktı değişkeni olarak patent sayıları kullanılmaktadır. Çalışmada bilim ve teknoloji harcamaları ve personele yapılan ağır yatırımların gelişmiş ülkeleri teknolojik olarak yakalamak için gerekli olmasına rağmen, bu

durumun bölgesel anlamda yüksek inovasyon performansını garanti etmediği vurgulanmaktadır (Chen ve Guan, 2012:368).

Dökmen (2012), Türkiye’de bölgesel inovasyon sistemlerinde devletin rolünü incelemeye yönelik ampirik bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın ampirik analiz kısmında bağımlı değişken olarak diğer bir ifade ile bölgesel inovasyon sistemlerinin çıktısı olarak patent, faydalı model ve endüstriyel tasarım tescil sayıları kullanılmıştır. Çalışmada bağımlı değişken olarak ele alınan değişkenlerin bölgesel inovasyon sistemlerinin çıktılarını teyit etmesi açısından önem taşımaktadır. Çalışmanın ampirik analiz sonuçlarına göre, kamu yatırımları ile devlet üniversitelerindeki ileri teknolojiye yönelik yatırımların özellikle batı bölgelerindeki inovasyon sistemlerinin başarısında oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Dökmen, 2012:160).

Broekel, Rogge ve Brenner, (2013) Malmquist Toplam Faktör Verimliliği yöntemiyle Almanya’nın bölgesel inovasyon performanslarını ölçmeyi hedeflemiştir. Çalışmada çıktı değişken olarak patent başvuruları kullanılırken, girdi değişken olarak Ar-Ge personeli sayısı kullanılmıştır. Çalışmada, verimlilik sıralamasının en üst sıralarının nispeten küçük inovasyon çıktılarında sahip bölgeler olabileceği belirtilmektedir. Aynı zamanda bölgeler, çok yüksek patent yoğunluğuna sahip endüstrilerde oldukça uzmanlaşabilmektedir (Broekel, Rogge ve Brenner, 2013:21).

Usman ve Liu, (2015) çalışmalarında Güney Asya Bölgesel İşbirliği Birliği (SAARC) ülkelerinin inovasyon kapasitesini ve verimliliğini (inovasyon girdi ve çıktı göstergeleri) ölçmüşlerdir. Çalışmada temel olarak Küresel İnovasyon Endeksi temel alınırken seçilen bölgeye göre değişkenler farklılaştırılmıştır. İnovasyon girdi değişkenleri arasında Ar-Ge harcamaları ve araştırmacı sayısı yer alırken, çıktı değişkenleri arasında ise, patent sayıları ve toplam ihracat içerisinde yüksek teknoloji ürün ihracatının oranı yer almaktadır. Çalışmada Ar-Ge personelinin sayısı, teknolojik ve inovatif arayışlarda önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır. Ayrıca daha az sayıda patent başvurusu, SAARC ülkelerinde bilim insanı ve mühendis sayısının az olması ve Ar-Ge’ye yapılan yetersiz harcamaların patent sayılarının yetersizliği başta olmak üzere inovasyon performansının düşük olmasına yol açtığı belirtilmektedir (Usman ve Liu, 2015:337).

Elahi ve diğerleri, (2016) çalışmalarında yaygın inovasyon altyapısının ulusal inovasyon performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada ulusal özümseme kapasitesinin temsil göstergeleri arasında Ar-Ge yoğunluğu ve araştırmacı sayısı yer alırken, inovatif performans göstergeleri arasında yüksek teknoloji ürün ihracatı ve uluslararası patent sayıları yer almaktadır. Aynı zamanda çalışmada Ar-Ge yoğunluğunun ve araştırmacı sayısının bilgi ve teknoloji özümseme kapasitesi üzerinde pozitif etkisinin olduğu ve bilgi ve teknoloji özümseme kapasitesinin ise, yüksek teknoloji ürün ihracatı ve uluslararası patent sayıları üzerinde ve genel olarak inovatif performans üzerinde pozitif etkisinin olduğu vurgulanmaktadır (Elahi ve diğerleri 2016:20).

Karahan, (2017) Avrupa ülkelerinde ulusal inovasyon sistemlerinin kapasite ve performans göstergeleri arasındaki ilişkileri ampirik olarak ölçmeyi amaçladığı çalışmada ulusal inovasyon kapasite değişkenleri arasında devlet ve özel sektör Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge personeli değişkenleri yer almaktadır. Ulusal inovasyon sistemleri performans değişkenleri arasında patent sayıları, toplam ihracat içerisinde orta ve yüksek teknoloji ürün ihracatının oranı bulunmaktadır. Çalışmada inovasyon kapasite değişkenlerinin performans değişkenleri üzerinde anlamlı ve pozitif etkisinin olduğu belirtilmektedir (Karahan, 2017:58).

TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE İNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ UYGULAMASI

Zemtsov ve Kotsemir, (2019) Rusya’da bölgesel inovasyon sistemlerinin etkinliğini ve verimliliğini veri zarflama analizi ile ölçmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada girdi olarak Ar-Ge harcamaları ve yükseköğretimde çalışan personel sayısı kullanılırken, inovasyon çıktısı olarak patent sayıları kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre yüksek Ar-Ge yoğunluğuna sahip bölgelerin yüksek inovasyon verimliliğine sahip oldukları görülmektedir (Zemtsov ve Kotsemir, 2019:388).

Firsova ve Chernyshova (2020) Rusya’da bölgesel inovasyon performansını Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile ölçmeyi hedeflemişlerdir. Bu doğrultuda çalışmada girdi değişkenler olarak, Ar-Ge personeli, Ar-Ge finansmanı, tescilli patent sayısı ve Ar-Ge şirketleri ele alınırken, inovasyon mallarının hacmi, GSYİH’de yüksek teknoloji ürünlerin payı, sabit varlıklara yapılan yatırımlar ve ticari amaçlarla kullanılmış patent sayıları ise çıktı değişkenler olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada girdi değişkenlerle çıktı değişkenler arasında pozitif dinamiklerin olduğu vurgulanmaktadır (Firsova ve Chernyshova, 2020:20).

Çalışmada ele alınan literatüre bakıldığında hem ekonometrik hem de parametrik olmayan yöntemlerle yapılan çalışmalarda inovasyon performansının farklı değişkenlerle ölçüldüğü görülmektedir. Ancak çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, girdi değişkenler olarak Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge personeli, beşeri ve fiziki sermaye öne çıkarken, çıktı değişkenler olarak patent sayıları (başvuru veya tescil sayıları), yüksek ve orta teknoloji ürün ihracatı öne çıkmaktadır.

4. VERİLER VE YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye’de Düzey-1 bölgelerin 2013-2019 dönemindeki bölgesel inovasyon performanslarının ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bölgelerin zaman içindeki verimlilik ve performans gelişimlerini, değerlendirebilmek amacıyla Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan literatür incelemesi sonucu inovasyon göstergeleri ile ilgili 4 değişken belirlenmiştir. Girdi değişkenler olarak, Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge personeli, çıktı değişkenler, Yüksek teknoloji ürün ihracatı (bölgesel temsil değişken olarak bilgi ve iletişim ürünleri ihracatı) ve patent başvurusu sayıları ele alınmaktadır. Türkiye’de Düzey-1, 12 bölgeye ait veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türk Patent ve Marka Kurumu veri tabanlarından derlenmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle çalışmada sınırlı sayıda girdi ve çıktı değişkeninin seçilmesinde çalışmada kullanılan Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi yönteminin kısıtları belirleyici olmuştur. Dyson ve diğerleri (2001) çalışmasında karar verme birim sayısının girdi ve çıktı sayısının çarpımının en az 2 katı kadar olmasını söylemektedir (Dyson, ve diğerleri, 2001:248). Cooper ve diğerleri, (2001) ise, karar verme birim sayısının girdi ve çıktı sayısının toplamının 3 katına eşit veya büyük olması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Cooper ve diğerleri, 2001:219). Çalışmada Cooper ve diğerleri, (2001) çalışmasında kullanılan yöntemin daha geniş bir kullanımının olmasından dolayı veri sayısının belirlenmesinde bu formül kullanılmıştır. Türkiye’de Düzey-1 istatistiki bölgelerinde 12 bölge bulunduğundan ve analizin kısıtlarına uyulabilmesi için girdi ve çıktı değişkeni olarak toplam 4 değişken belirlenmiştir. Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge personeli girdi değişkenleri olarak, patent başvurusu ve yüksek teknoloji ürün ihracatı değişkenleri çıktı değişkenler olarak ele alınmıştır.

Ar-Ge harcamaları, tüm yerleşik şirketler, araştırma enstitüleri, üniversite ve devlet laboratuvarları vb. tarafından Ar-Ge'ye yapılan toplam harcamalardan oluşmaktadır. OECD'nin Frascati Kılavuzu, Ar-Ge'yi “*insan, kültür ve toplumun bilgisini içeren bilgi dağarcığını artırmak ve bu bilgi dağarcığını yeni uygulamalar tasarlamak için kullanmak için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışma*” olarak tanımlamaktadır. Ar-Ge, temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirmeyi aşamalarını kapsamaktadır (WorldBank, 2021). Ar-Ge çabaları, temel olarak Ar-Ge harcamaları ve/veya Ar-Ge yapan kişi sayısı ile ölçülebilmektedir. Uzun zaman serisi verilerine sahip olmasından dolayı Ar-Ge harcamaları en popüler inovasyon göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Kleinknecht, Montfort ve Brouwer, 2002:110).

İnovasyon performansının belirlenmesinde etkili olan girdi değişkenlerinin tam olarak hangi değişkenler olduğu üzerine bir fikir birliği bulunmamaktadır. Ancak Ar-Ge personeli sayısını girdi faktörü olarak kullanmak en sık kullanılan yaklaşımlardan biri haline gelmiştir (Broekel, Rogge ve Brenner, 2013:6). Ar-Ge personeli, yeni bilgi, ürün, süreç, yöntem ve sistemlerin tasarlanması ve/veya bu projelerin yönetimiyle uğraşan profesyoneller olarak değerlendirilmektedir (WorldBank, 2021). Ar-Ge personeli bilimsel ve teknik personel, üretim, kalite kontrol, yönetim, eğitim ve diğer işlevlerde yer alarak daha çok sını, tarımsal ve tıbbi çalışmalara katkı sağlamaktadır (OECD, 2002:20).

Çıktı değişkeni olarak verilerinin mevcudiyeti ve ulaşılabilir olması, patent tescillerini ve/veya başvurularını baskın bir şekilde inovatif çıktı olarak değerlendirilmesine yol açmakta ve en yaygın olarak kullanılmaktadır (Broekel, Rogge ve Brenner, 2013:6; Brenner ve Broekel, 2011:13).

İnovasyon çıktısı olarak sadece patentlerin ele alınması, inovasyonun doğası ile çelişebilmektedir. İnovasyon, icatların geliştirilmesi ve başarılı bir şekilde ticarileştirilmesi süreçlerini bir bütün olarak kapsamaktadır. Patentler ise, buluşları kapsamakta, inovasyonun tüm süreçlerini kapsamamaktadır. Aynı zamanda birçok patentin ekonomiyle ilişkisi zayıf olabilmektedir (Brenner ve Broekel, 2011:13). Çalışmada patent istatistiklerinin sahip olduğu bu dezavantajların giderilebilmesi ve buluşların başarılı bir şekilde ticarileştirilmesini temsil edilmesi adına yüksek teknoloji ürünü ihracatı kullanılmaktadır. Ancak Türkiye’de bölgesel düzeyde yüksek teknoloji ürünü ihracatı verilerine ulaşamamasından dolayı farklı temsil değişkeni kullanılmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin yüksek teknoloji ürünü sınıflandırmasından yer almasından (KOSGEB, 2021; OECD, 2021) dolayı bölgelerin yüksek teknoloji ürünü ihracatının temsil değişkeni olarak kullanılmıştır.

Çalışmada Düzey-1 bölgeleri olarak Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ele alınmıştır. Bölgelerin kapsamında yer alan iller ise, Ek 1’de detaylı olarak gösterilmektedir.

4.1. Malmquist (Toplam Faktör Verimliliği) Endeksi

Performansın ölçülmesi için kullanılan yöntemler genellikle belli bir andaki etkinlik-verimlilik değerlerini göstermektedir. Ancak verimliliğin zaman içindeki değişiminin, incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi verimliliğin ve performansın ölçümünde zaman içindeki değişimleri dikkate alan bir yöntem kullanılmaktadır (Topçuoğlu, 2016: 67).

**TÜRKİYE'DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

Uzaklık fonksiyonundan hareketle hesaplanan ME, verimlilikteki değişimleri iki ayrı bileşene göre incelemektedir. Bu bileşenler, etkinlik değişiminden ve teknik değişimden oluşmaktadır. Etkinlik değişimi, ekonomi birimlerinin etkinlik sınırına yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesini verirken, teknik değişim etkinlik sınırının zaman içindeki değişimini vermektedir.

$$d_0^s(\vec{x}, \vec{y}) = \min \left\{ \delta \left| \left(\frac{\vec{y}}{\delta} \in \Omega \left(\frac{\rho}{x} \right) \right) \right. \right\}$$

Uzaklık fonksiyonu $d_0^s(\vec{x}, \vec{y})$ eğer (y) çıktı vektörü $P(x)$ üretim kümesinin bir elemanı ise, 1'den küçük veya 1'e eşit bir değer olmaktadır.

Uzaklık fonksiyonlarına dayalı olarak hesaplanan ME (çıktı-eksenli) aşağıdaki gibidir. Bu endekste baz yılı (t) dönemi ile bir sonraki yıl ise $(t+1)$ dönemi ile belirtilmektedir.

$$m_0(\vec{x}_t, \vec{y}_t, \vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1}) = \sqrt{\frac{d_0^t(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})}{d_0^t(\vec{x}_t, \vec{y}_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})}{d_0^{t+1}(\vec{x}_t, \vec{y}_t)}}$$

Bu denklemde $d_0^s(\vec{x}, \vec{y})$, $(t+1)$ dönemi teknolojinin (t) dönemi teknolojiye olan uzaklığını vermektedir. Denklem, (t) ve $(t+1)$ dönemi endekslerinin geometrik ortalamasıdır. Birincisi (t) dönemi teknolojiyi, ikincisi ise $(t+1)$ dönemi teknolojiyi göstermektedir.

Bu denklem şu şekilde de formüle edilebilmektedir:

$$m_0(\vec{x}_t, \vec{y}_t, \vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1}) = \frac{d_0^{t+1}(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})}{d_0^t(\vec{x}_t, \vec{y}_t)} \sqrt{\frac{d_0^t(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})}{d_0^{t+1}(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})} \times \frac{d_0^t(\vec{x}_t, \vec{y}_t)}{d_0^{t+1}(\vec{x}_t, \vec{y}_t)}}$$

Bu denklemde karekökün dışındaki oran, (t) ve $(t+1)$ yılları arasındaki, çıktı-eksenli teknik etkinlikteki değişimi ölçmektedir. $(t+1)$ dönemindeki teknik etkinliğin, (t) dönemindeki teknik etkinliğe olan oranı etkinlikteki değişimdir. Karekök içindeki iki oranın geometrik ortalaması, $(X^{t+1}$ ve $X^t)$ iki dönem arasındaki teknolojiye meydana gelen değişimi göstermektedir. Yani, teknik etkinlikteki ve teknolojiye meydana gelen değişimlerle, toplam faktör verimliliğindeki değişimler (TFVD) elde edilmektedir. Bu da Malmquist Endeksin (ME) geometrik ortalamasıdır (Fare ve diğerleri, 1994:71).

Burada her iki faktörün TFV'ye olan katkısını göstermek için ME'nin teknik etkinlikteki değişime ve teknolojik değişime ayrıştırılması mümkündür. Yukarıdaki denklem iki kısma ayrıldığında etkinlikteki değişim ve teknolojik değişim aşağıdaki gibi ölçülebilmektedir:

$$\text{Teknik Etkinlikteki Değişim} = \frac{d_0^{t+1}(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})}{d_0^t(\vec{x}_t, \vec{y}_t)}$$

$$\text{Teknolojik Değişim} = \sqrt{\frac{d_0^t(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})}{d_0^{t+1}(\vec{x}_{t+1}, \vec{y}_{t+1})} \times \frac{d_0^t(\vec{x}_t, \vec{y}_t)}{d_0^{t+1}(\vec{x}_t, \vec{y}_t)}}$$

Buradaki teknik etkinlikteki değişim, üretim sınırına ulaşma etkisi olarak ifade edilirken teknolojik değişim, üretim sınırları eğrisinin kayması olarak gösterilmektedir (Mahadevan, 2002:590).

Öte yandan, teknik etkinlikteki değişim ile teknolojik değişimin çarpımı TFPC'yi verir.

$$M_0^{t,t+1} = TEC \times TC$$

M_0 endeksinin 1'den büyük olması TFV'nin (t) döneminden, (t+1) dönemine arttığını, 1'den küçük olması ise TFV'nin (t) döneminden (t+1) dönemine azaldığını göstermektedir (Fulginitiy ve diğerleri, 1997:377).

Veri zarflama analizine dayanan Malmquist TFV Endeksi, iki karar verme birimi arasında veya bir karar verme biriminin iki zaman periyodu arasındaki verimlilik farklarını tanımlayan ve girdi-çıkı odaklı bir yöntemdir. Malmquist TFV Endeksi, verimlilik değişimlerinin nedenini; teknik etkinlikteki ve teknolojideki değişmeye dayandırmaktadır. Teknolojik değişim (TD) "üretim sınırının yer değiştirmesi" (frontier-shift ya da boundary-shift), teknik etkinlikteki değişim (TED) ise "üretim sınırını yakalama etkisi" (catch-up effect) olarak ifade edilmektedir. Sınır değişimi (boundary-shift) etkisi olarak isimlendirilen ve t_1 ve t_2 periyotları arasındaki teknolojide meydana gelen kaymaların geometrik ortalaması olan TD, aslında üretim teknolojisindeki değişimi göstermektedir. Buradaki ifade edilen teknoloji kelimesi, sadece üretim ya da makine teknolojileri anlamında değil aynı zamanda verimliliği etkileyecek olan üretim sürecindeki politikalar, düzenlemeler ve çevrenin etkisini de kapsayan bir anlam içermektedir. TED'in bileşenlerinden saf teknik etkinlik değişimi (STED) ve ölçek etkinlik değişimi (ÖED) ise, yönetsel etkinliği ve uygun ölçekte üretim yapıp yapmama durumunu göstermektedir. TED değeri, STED ve ÖED değerlerinin çarpımından oluşmaktadır. Bununla birlikte TED ve TD, toplam faktör verimliliğindeki değişimin ana unsurlarını oluşturmakta, TED ve TD'nin çarpımı toplam faktör verimliliğindeki değişimi yani; MTFV endeksini vermektedir (Lorcu, 2010).

5. BULGULAR

Türkiye'de Düzey-1 bölgelerinin 2013-2019 dönemine ilişkin çalışmada kullanılan değişkenlere ait ortalama değerler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Bölgelerin 2013-2019 Yılları Değişken Ortalamaları

Bölgeler	Ar-Ge Harcaması	Ar-Ge Personeli	Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı	Patent Başvurusu
1.Kuzeydoğu Anadolu	369668,714	5713	178,4286	32
2.Ortadoğu Anadolu	457490,286	6927,143	38,71429	51,42857
3.Güneydoğu Anadolu	512560	1121,714	1121,714	184,5714
4.İstanbul	6763273,29	63871,86	70127,86	2846,714
5.Batı Marmara	712525,286	7982,571	208,4286	166,4286
6.Ege	2483596	27628,71	7922	714,8571

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

7.Doğu Marmara	4833822,71	34006,14	2886,571	962
8.Batı Anadolu	8598096,14	54289,43	15242,86	932,8571
9.Akdeniz	1208185,57	15683,71	851,8571	266,5714
10.Orta Anadolu	654470,714	9985,143	305,2857	141,5714
11.Batı Karadeniz	504709,143	8623,286	93,42857	121,7143
12.Doğu Karadeniz	330856,857	5982	57,14286	71,57143

5.1. Bölgelerin Malmquist Endeks Uygulaması ve Bulguları

VZA’da toplam faktör verimlilik değişimi (TFVD) tahminine Malmquist Endeks ile ulaşılabilmektedir. Bu analizde, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 20017-2018, 2018-2019 dönemlerinde hesaplanmış 6 etkinlik değişimi ve bileşenleri elde edilmiştir. Malmquist endekslerinden elde edilen endeksler, tüm endeksler önceki yıla göre hesaplandığından, çalışmada 7 dönemin verilerinden 6 endeks üretilmiştir. Her bir KVB için sabit getiri varsayımı altında hesaplanan teknik etkinlik değişimi, teknolojik değişim, ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında hesaplanan pür teknik etkinlik değişimi, ölçek etkinliği değişimi ve son olarak toplam faktör verimlilik değişimi olmak üzere 5 adet endeks üretilmektedir. Teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişimin çarpımı toplam faktör verimliliği (TFV) değişimini vermektedir. Saf etkinlik değişimi ile ölçek etkinliği değişiminin çarpımı da teknik etkinlik değişimini vermektedir. Her endeks için 1’den büyük değerler bir önceki döneme göre artışı, 1’den küçük değerler ise düşüşü göstermektedir. Malmquist Endeks analizine göre, toplam faktör verimlilik değişimi (TFVD) değeri 1 olan birimler girdileri ve çıktıları bakımından herhangi bir ilerleme veya gerileme kaydetmedikleri anlamına gelmektedir. TFVD değeri 1 den büyük olan ülkeler toplam faktör verimliliğini artırma eğiliminde ve 1 den küçük olan ülkeler ise toplam faktör verimliliğini geriletmişler anlamına gelmektedir.

Tablo 2: 2013-2014 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2013-2014	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	1.186	1.000	1.000	1.186
	2.Ortadoğu Anadolu	0.996	1.845	1.000	0.996	1.837
	3.Güneydoğu Anadolu	1.043	1.643	1.000	1.043	1.714
	4.İstanbul	1.000	0.818	1.000	1.000	0.818
	5.Batı Marmara	0.903	1.805	1.000	0.903	1.630
	6.Ege	1.309	1.431	1.000	1.309	1.872
	7.Doğu Marmara	1.018	1.014	1.000	1.018	1.033
	8.Batı Anadolu	1.428	0.853	1.000	1.428	1.218
	9.Akdeniz	1.023	1.623	1.000	1.023	1.661
	10.Orta Anadolu	1.000	1.708	1.000	1.000	1.709
	11.Batı Karadeniz	0.906	1.786	1.000	0.906	1.618
	12.Doğu Karadeniz	1.000	1.798	1.000	1.000	1.798
	Ortalama	1.043	1.404	1.000	1.043	1.464

Not: TED= Teknik Etkinlikteki Değişme; TD= Teknolojik Değişme; PED= Pür Etkinlikteki Değişme; ÖED= Ölçek Etkinliğindeki Değişme ve TFVD= Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme.

Tablo 2 incelendiğinde, 2013 yılına göre 2014 yılında, bütün bölgelerin performansında artış yaşandığı ve performansını % 87,2 arttırarak en iyi performans artışı yaşayan bölgenin ise Ege Bölgesi olduğu görülmektedir. Ele alınan bölgeler içinde, TFV’de en çok artış sağlayan diğer bölgeler ise sırasıyla Ortadoğu Anadolu, Doğu Karadeniz, Güneydoğu Anadolu, Orta Anadolu, Akdeniz, Batı Marmara’dır. Genellikle, bu dönemde yaşanan verimlilik artışının teknolojik değişimden kaynaklandığını görülmektedir.

Tablo 3: 2014-2015 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2014-2015	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	0.887	1.000	1.000	0.887
	2.Ortadoğu Anadolu	1.078	1.155	1.000	1.078	1.245
	3.Güneydoğu Anadolu	1.209	1.001	1.000	1.209	1.211
	4.İstanbul	1.000	0.772	1.000	1.000	0.772
	5.Batı Marmara	1.190	1.045	1.000	1.190	1.243
	6.Ege	1.090	0.963	1.000	1.090	1.050
	7.Doğu Marmara	0.994	0.858	1.000	0.994	0.853
	8.Batı Anadolu	1.094	0.775	1.000	1.094	0.848
	9.Akdeniz	1.139	1.055	1.000	1.139	1.202
	10.Orta Anadolu	1.204	1.053	1.000	1.204	1.268
	11.Batı Karadeniz	1.594	1.054	1.000	1.594	1.679
	12.Doğu Karadeniz	0.827	1.075	1.000	0.827	0.889
	Ortalama	1.105	0.967	1.000	1.105	1.069

2014 yılına göre 2015 yılında, Batı Karadeniz Bölgesi’nin performansının % 67,9 arttırarak en iyi performans artışına sahip olan bölge olduğu görülmektedir. Batı Karadeniz Bölgesindeki bu TFV artışının teknik etkinlikteki değişimden kaynaklandığı görülmektedir. Diğer verimlilik artışı yaşanan bölgeler sırasıyla, Orta Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Batı Marmara, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz ve Ege Bölgesi’dir. Verimlilik düşüşü yaşayan bölgeler ise İstanbul, Batı Anadolu, Doğu Marmara, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz’dir. İstanbul, Batı Anadolu, Doğu Marmara’daki verimlilik düşüşünün teknolojik değişimden, Doğu Karadeniz’deki verimlilik düşüşünün ise teknik etkinlikteki değişimden kaynaklandığı görülmektedir. Bölgelerin ortalama verimliliklerinde % 6,9 artış yaşandığı gözlenmektedir.

Tablo 4: 2015-2016 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2015-2016	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	0.821	1.000	1.000	0.821
	2.Ortadoğu Anadolu	1.259	1.175	1.000	1.259	1.479
	3.Güneydoğu Anadolu	1.333	1.217	1.000	1.333	1.623
	4.İstanbul	1.000	0.630	1.000	1.000	0.630
	5.Batı Marmara	1.017	1.340	1.000	1.017	1.362

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

6.Ege	1.003	0.880	1.000	1.003	0.883
7.Doğu Marmara	1.228	0.781	1.000	1.228	0.959
8.Batı Anadolu	1.132	0.669	1.000	1.132	0.758
9.Akdeniz	0.993	1.065	1.000	0.993	1.057
10.Orta Anadolu	0.988	1.245	1.000	0.988	1.230
11.Batı Karadeniz	0.740	1.374	1.000	0.740	1.017
12.Doğu Karadeniz	1.209	1.323	1.000	1.209	1.599
Ortalama	1.063	1.008	1.000	1.063	1.072

2015 yılına göre 2016 yılında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin performansının % 62,3 artırarak en iyi performans artışına sahip olan bölge olduğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bu TFV artışının hem teknik etkinlik hem de teknolojik etkinlikteki değişimden kaynaklandığı görülmektedir. Diğer verimlilik artışı yaşanan bölgeler sırasıyla Doğu Karadeniz, Ortadoğu Anadolu, Batı Marmara, Orta Anadolu, Akdeniz ve Batı Karadeniz'dir. Verimlilik düşüşü yaşayan bölgeler ise İstanbul, Batı Anadolu, Ege, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Marmara'dır. İstanbul, Batı Anadolu, Ege, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Marmara'daki verimlilik düşüşünün teknolojik değişimden kaynaklandığı görülmektedir. Bölgelerin ortalama verimliliklerinde % 7,2 artış yaşandığı gözlenmektedir.

Tablo 5: 2016-2017 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2016-2017	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	1.130	1.000	1.000	1.130
	2.Ortadoğu Anadolu	0.829	1.212	1.000	0.829	1.005
	3.Güneydoğu Anadolu	1.000	1.054	1.000	1.000	1.054
	4.İstanbul	1.000	0.870	1.000	1.000	0.870
	5.Batı Marmara	0.907	1.138	1.000	0.907	1.032
	6.Ege	0.702	1.002	1.000	0.702	0.703
	7.Doğu Marmara	1.097	0.928	1.000	1.097	1.018
	8.Batı Anadolu	1.300	0.857	1.000	1.300	1.114
	9.Akdeniz	1.214	1.089	1.000	1.214	1.322
	10.Orta Anadolu	0.957	1.118	1.000	0.957	1.069
	11.Batı Karadeniz	0.935	1.127	1.000	0.935	1.054
	12.Doğu Karadeniz	1.000	1.167	1.000	1.000	1.167
	Ortalama	0.983	1.051	1.000	0.983	1.034

2016 yılına göre 2017 yılında, Akdeniz Bölgesi'nin performansının % 32,2 artırarak en iyi performans artışına sahip olan bölge olduğu ve bu TFV artışının hem teknik etkinlik hem de teknolojik etkinlikteki değişimden kaynaklandığı görülmektedir. Diğer verimlilik artışı yaşanan bölgeler sırasıyla Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Batı Anadolu'dur. Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu'daki verimlilik artışının teknolojik değişimden, Batı Anadolu'daki artışın da teknik etkinlikteki değişimden kaynaklandığı görülmektedir. Verimlilik düşüşü yaşayan bölgeler ise, Ege ve İstanbul'dur. Ege Bölgesindeki verimlilik düşüşünün teknik etkinlikteki düşüşten,

İstanbul'daki düşüşün ise teknolojik etkinlikten kaynaklandığı görülmektedir. Ortalama verimlilikte % 3,4 artış olduğu görülmektedir.

Tablo 6: 2017-2018 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2017-2018	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	0.978	1.000	1.000	0.978
	2.Ortadoğu Anadolu	1.083	1.038	1.000	1.083	1.124
	3.Güneydoğu Anadolu	1.000	0.876	1.000	1.000	0.876
	4.İstanbul	1.000	0.849	1.000	1.000	0.849
	5.Batı Marmara	0.851	1.069	1.000	0.851	0.910
	6.Ege	3.357	0.925	1.000	3.357	3.106
	7.Doğu Marmara	1.168	1.010	1.000	1.168	1.180
	8.Batı Anadolu	1.026	1.072	1.000	1.026	1.100
	9.Akdeniz	0.864	0.990	1.000	0.864	0.855
	10.Orta Anadolu	0.851	1.064	1.000	0.851	0.905
	11.Batı Karadeniz	0.953	1.084	1.000	0.953	1.033
	12.Doğu Karadeniz	1.000	1.056	1.000	1.000	1.056
	Ortalama	1.083	0.998	1.000	1.083	1.081

2017 yılına göre 2018 yılında, Ege Bölgesi'nin performansının % 210,6 artırarak en iyi verimlilik artışı yaşayan bölge olduğu görülmektedir. Bölgedeki bu verimlilik artışının teknik etkinlikteki artıştan kaynaklandığı gözlenmektedir. Verimliliğinde artış yaşayan diğer bölgeler Doğu Marmara, Ortadoğu Anadolu ve Batı Anadolu'dur. Verimlilik düşüşü yaşayan bölgeler ise İstanbul, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, Orta Anadolu ve Batı Marmara'dır. Batı Marmara, Orta Anadolu ve Akdeniz bölgelerindeki verimlilik düşüşünün teknik etkinlikteki düşüşten, diğer bölgelerdeki düşüşün ise teknolojik etkinlikten kaynaklandığı görülmektedir. Ortalama verimlilikte % 8,1 artış olduğu görülmektedir.

Tablo 7: 2018-2019 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2018-2019	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	0.820	1.000	1.000	0.820
	2.Ortadoğu Anadolu	1.054	0.806	1.000	1.054	0.849
	3.Güneydoğu Anadolu	0.650	1.174	1.000	0.650	0.763
	4.İstanbul	0.596	1.789	1.000	0.596	1.066
	5.Batı Marmara	0.881	1.079	1.000	0.881	0.951
	6.Ege	1.665	2.374	1.000	1.665	3.952
	7.Doğu Marmara	0.519	1.553	1.000	0.519	0.806
	8.Batı Anadolu	0.210	2.279	1.000	0.210	0.478
	9.Akdeniz	0.723	1.172	1.000	0.723	0.847
	10.Orta Anadolu	0.907	1.077	1.000	0.907	0.976

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

	11.Batı Karadeniz	0.859	1.064	1.000	0.859	0.914
	12.Doğu Karadeniz	1.000	1.061	1.000	1.000	1.061
	Ortalama	0.759	1.272	1.000	0.759	0.966

2018 yılına göre 2019 yılında, Ege Bölgesi’nin performansının % 295,2 artırarak en iyi verimlilik artışı yaşayan bölge olduğu ve verimlilik artışının hem teknik etkinlikteki hem de teknolojik etkinlikteki artıştan kaynaklandığı gözlenmektedir. Verimliliğinde çok az da olsa İstanbul ve Doğu Karadeniz bölgelerinde artış yaşandığı görülmektedir. Diğer bölgelerin bu yılda verimlilik düşüşü yaşadığı gözlenmektedir. Bu düşüşün genel olarak teknik etkinlikteki düşüşten kaynaklandığı söylenebilir. Ortalama verimlilikte de düşüş yaşandığı ve bu düşüşün teknik etkinlikteki düşüş kaynaklı olduğu görülmektedir.

Tablo 8: 2013-2019 Dönemi İtibariyle Bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

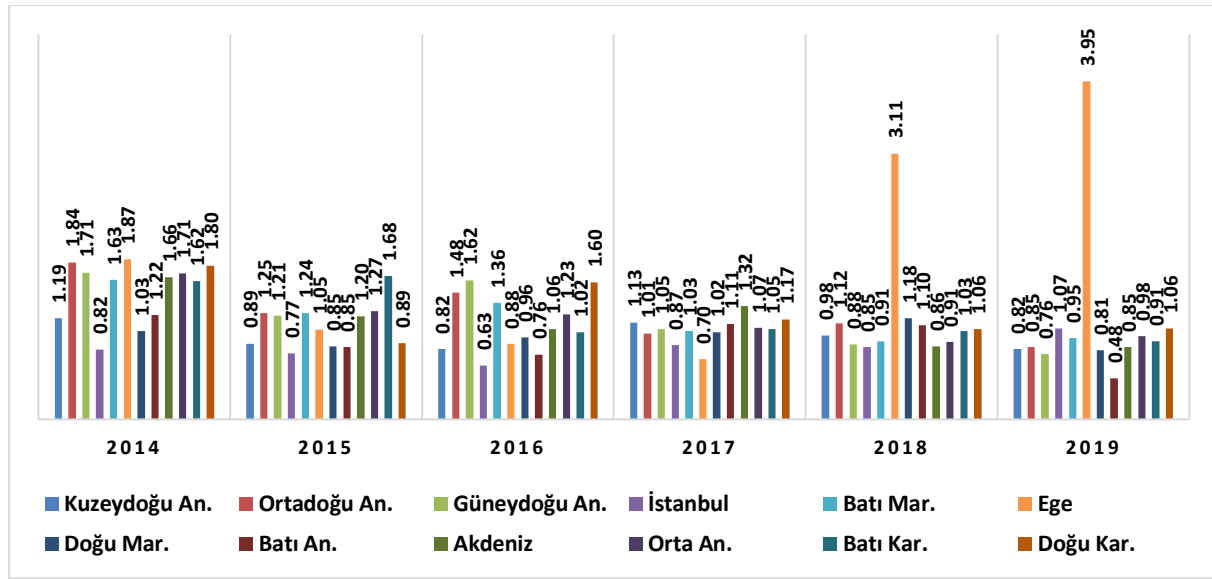
	Bölgeler	TED	TD	PED	ÖED	TFVD	Sıralama
2013-2019	1.Kuzeydoğu Anadolu	1.000	0.960	1.000	1.000	0.960	10
	2.Ortadoğu Anadolu	1.042	1.168	1.000	1.042	1.217	3
	3.Güneydoğu Anadolu	1.015	1.138	1.000	1.015	1.155	7
	4.İstanbul	0.917	0.898	1.000	0.917	0.824	12
	5.Batı Marmara	0.952	1.221	1.000	0.952	1.162	6
	6.Ege	1.333	1.178	1.000	1.333	1.570	1
	7.Doğu Marmara	0.969	0.998	1.000	0.969	0.967	9
	8.Batı Anadolu	0.889	0.987	1.000	0.889	0.878	11
	9.Akdeniz	0.979	1.149	1.000	0.979	1.125	8
	10.Orta Anadolu	0.979	1.192	1.000	0.979	1.166	5
	11.Batı Karadeniz	0.967	1.224	1.000	0.967	1.184	4
	12.Doğu Karadeniz	1.000	1.223	1.000	1.000	1.223	2
	Ortalama	0.998	1.105	1.000	0.998	1.104	

2013-2019 dönemindeki bölgelerin verimliliklerindeki değişim tablosu incelendiğinde, Ege Bölgesinin diğer bölgelere göre ortalama olarak en iyi performans gösteren bölge olduğu gözlenmektedir. Bu dönemdeki ortalama olarak kayda değer verimlilik artışı yaşayan diğer bölgelerin sırasıyla Doğu Karadeniz, Ortadoğu Anadolu, Batı Karadeniz, Orta Anadolu görülmektedir. İstanbul, Batı Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Marmara bölgelerinin ele alınan dönemde diğer bölgelere kıyasla ortalama verimliliklerinde düşüş yaşanan bölgeler olduğu gözlenmektedir. Bu verimlilik düşüşünün teknik etkinlikteki düşüşten kaynaklandığı söylenebilmektedir. Bu bölgelerin ortalama verimlilik düşüşü yaşamaları başarısız bölgeler olduğu anlamına gelmemektedir. Diğer bölgelere göre performansının daha az olduğu görülmektedir.

Tablo 9: 2013-2019 Dönemi İtibariyle yıllara göre bölgelerin Toplam Faktör Verimliliklerindeki Değişme ve Bileşenleri

Yıllar	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2013-2014	1.043	1.404	1.000	1.043	1.464
2014-2015	1.105	0.967	1.000	1.105	1.069
2015-2016	1.063	1.008	1.000	1.063	1.072
2016-2017	0.983	1.051	1.000	0.983	1.034
2017-2018	1.083	0.998	1.000	1.083	1.081
2018-2019	0.759	1.272	1.000	0.759	0.966
Ortalama	0.998	1.105	1.000	0.998	1.104

2013-2019 dönemindeki genel verimlilik değişim tablosu incelendiğinde, en çok verimlilik artışının 2014 yılında olduğu görülmektedir. 2019 yılı haricinde diğer yıllarda verimlilik artışı yaşandığı fakat bu artışın çok az olduğu görülmektedir. 2019 yılındaki verimlilik düşüşünün sebebinin teknik etkinlikteki azalmadan kaynaklandığı gözlenmektedir.



Grafik 6: Bölgelerin 2013-2019 dönemindeki Toplam Faktör Verimlilikleri Değişimi

2013-2019 döneminde 12 bölge için Malmquist (TFV) Endeksi ile elde edilen 6 dönemlik verimlilik değişimini gösteren grafik incelendiğinde, genel olarak Ege Bölgesi'nin verimlilik artışındaki başarısı ön plana çıkmaktadır. Diğer taraftan İstanbul'un bu dönem içinde verimliliğinde kayda değer bir artış yaşayamadığı gözlenmektedir. Doğu Karadeniz, Ortadoğu Anadolu, Batı Karadeniz, Orta Anadolu ve Batı Marmara bölgelerinin de belirlenen dönemde verimlilik artışı yaşayan bölgeler olduğu görülmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgulara bakıldığında, Roman, (2010) çalışmasında elde edilen sonuçlara uygun olarak daima Ar-Ge faaliyetlerine yüksek pay ayrılmasının yüksek inovasyon

**TÜRKİYE'DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

performansını garanti etmediği görülmektedir. Çalışmanın ikinci bölümde bölgelerin ele alınan değişkenler açısından gelişimine bakıldığında, İstanbul'un diğer bölgelere göre Ar-Ge yoğunluğunun yüksek olduğu görülmektedir. Ancak İstanbul'un 2013-2019 döneminde verimlilik ve performans artışı bakımından kayda değer bir artış yaşamadığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç, Roman, (2010) çalışmasının bulgularını desteklerken, Zemtsov ve Kotsemir, (2019) çalışmasında vurgulanan yüksek Ar-Ge yoğunluğuna sahip bölgelerin yüksek inovasyon performansına sahip olabileceği görüşü ile çelişmektedir. Ayrıca çalışmada Ege bölgesi, Doğu Karadeniz, Ortadoğu Anadolu , Batı Karadeniz ve Orta Anadolu gibi görece küçük bölgelerin yüksek performans ve verimlilik artışına sahip oldukları görülmektedir. Bu sonuçlar, Chen ve Guan, (2012) ve Broekel, Rogge ve Brenner, (2013) çalışmalarında küçük bölgelerin yüksek inovasyon performansına sahip olabileceği görüşünü desteklemektedir.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

İnovasyon, ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasının ve refah artışının önemli bir unsuru olarak görülmektedir. Bu amaç doğrultusunda ulusal ve bölgesel düzeyde inovasyon sistemleri oluşturulmaktadır. Bu sistemlerin kurulmasının yanında, başarılı bir şekilde işletilmesi ve performans analizlerinin yapılması gerekmektedir. İnovasyon performans analizlerinin hem mevcut uygulanan inovasyon politikalarının değerlendirilmesinde, hem de gelecekte planlanan politikaların dizayn edilmesinde yol gösterici olması beklenmektedir. Küresel gelişmelere uygun olarak Türkiye’de ulusal ve bölgesel inovasyon sistemleri oluşturulmuştur. Türkiye’de bölgesel inovasyon performansının analiz edilmesi bu açıdan önem taşımaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de Düzey-1 bölgelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’de 12 istatistikî bölgenin 2013-2019 dönemi için inovasyon performansları Malmquist Endeksi yöntemiyle ölçülmektedir. Çalışma, Malmquist Endeksi kullanılarak Türkiye’de bölgelerin inovasyon performanslarının ölçülmesi açısından özgünlük taşımakta ve bu açıdan literatüre katkı sunmaktadır.

Çalışmada incelenen literatürden yola çıkılarak girdi değişkenler olarak Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge personeli, çıktı değişkenler olarak patent başvuruları ve yüksek teknoloji ürün ihracatı değişkenleri kullanılmıştır. Bu inovasyon göstergeleri kullanılarak bölgelerin inovasyon performansları ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır.

Elde edilen bulgularda 2013-2019 döneminde (2019 yılı hariç) bölgelerin yıllık ortalama TFV’nin 1’in üzerinde olduğu görülmüştür. Bu durum 2019 yılında genel olarak performans düşüşü yaşandığını göstermektedir. Belirlenen dönemdeki TFV ortalama değerlerine göre bölgeleri sıraladığında, verimlilik artışında, Ege Bölgesi’nin diğer bölgelere göre kayda değer bir farkla birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Ege Bölgesi’ni sırasıyla, Doğu Karadeniz, Ortadoğu Anadolu, Batı Karadeniz, Orta Anadolu ve diğer bölgeler takip etmektedir. 2013-2019 dönemindeki her bir yıl için TFVG ayrı ayrı değerlendirildiğinde, genellikle bu dönemde ortalama her yıl verimlilik artışı sağlayan bölgelerin, Ortadoğu Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz olduğu görülmektedir. Ortalama her yıl için verimlilik artışı sağlayamayan bölgelerin ise İstanbul, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Marmara olduğu görülmektedir.

Çalışmada, elde edilen toplam faktör verimlilik değerleri, çalışmada ele alınan değişkenlerle sınırlıdır. Diğer bir ifade ile diğer farklı değişkenler ele alındığında farklı sonuçlar elde etmek mümkündür.

Bölgesel inovasyon performanslarının belirlenmesinde bölgelerin gelişmişlik düzeylerinin önemli olduğu ancak yüksek inovasyon performansını garanti etmediği görülmektedir. Bu açıdan bölgelerin gelişmişlik düzeylerinin yanında sanayi yapısının, teknolojik yeteneğin ve özümleme kapasitesinin etkili olduğu görülmektedir. Bölgelerin gelişmişlik düzeylerine bağlı kalmadan sahip olunan Ar-Ge altyapısının etkin bir şekilde kullanıldığında yüksek inovasyon performanslarını yakalanabileceği görülmektedir. Türkiye’de gelişmiş bölgelerin yanında diğer görece küçük olan bölgelerin de inovasyon performanslarını artırmaları, genel olarak Türkiye’nin sürdürülebilir büyümesine ve rekabetine olumlu katkılar yapması beklenmektedir. Aynı zamanda İstanbul ve Doğu Marmara gibi inovatif girdilerin yüksek olduğu ve bu sebeple yüksek inovasyon performansı

***TÜRKİYE'DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI***

beklenen bölgelerde yaşanan performans düşüşlerinin telafi edilebilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu faktörlerin ve neticede sürdürülebilir yüksek inovasyon performanslarının elde edilmesi için kapsamlı bilim, sanayi ve teknoloji politikaları oluşturularak istikrarlı bir şekilde uygulanması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Archibugi, D., & Coco, A. (2004). A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 629–654.
- Archibugi, D. (1992). Patenting as an Indicator of Technological Innovation: A Review. *Science and Public Policy*, 19(6), 357-368.
- Asheim, B., Smith, H., & Oughton, C. (2011). Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy. *Regional Studies*, 45:7, 875-891.
- Brenner, T., & Broekel, T. (2011). Methodological Issues in Measuring Innovation Performance of Spatial Units, . *Industry and Innovation*, 18:1, 7-37.
- Broekel, T., Rogge, N., & Brenner, T. (2013). The Innovation Efficiency of German Regions - A Shared-Input DEA Approach. *Working Papers on Innovation and Space*, No. 08.13.
- Chen , K., & Guan, J. (2012). Measuring the Efficiency of China's Regional Innovation Systems: Application of Network Data Envelopment Analysis (DEA). *Regional Studies*, 46:3, 355-377.
- Cooke, P., Uranga, M. G., & Etxebarria, G. (1997). Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions. *Research Policy* 26, 475-491.
- Cooper, W., Li, S., Seiford, L., Tone, K., Thrall, R., & Zhu, J. (2001). Sensitivity and Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments. *Journal of Productivity Analysis*, 15, 217-246.
- Doloreux, D. (2003). Regional Innovation Systems In The Periphery: The Case Of The Beauce In Québec (Canada). *International Journal of Innovation Management* Vol. 7, No. 1, 67–94.
- Dökmen, G. (2012). Bölgesel Yenilik Sistemlerinde Devletin Rolü: Düzey 2 Bölgelerine İlişkin Ampirik Bir Analiz. *Yönetim ve Ekonomi*, 19(2), 143-163.
- Dyson, R., Allen, R., Camanho, A., Podinovski, V., Sarrico, C., & Shale, E. (2001). Pitfalls and Protocols in DEA. *European Journal of Operational Research* 132, 245-259.
- Elahi, S., Kalantari, N., Azar , A., & Hassanzadeh, M. (2016). Impact of Common Innovation Infrastructures on the National Innovative Performance: Mediating Role Of Knowledge and Technology Absorptive Capacity. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 1-26.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *American Economic Review*, 84(1), 66-83.
- Firsova, A., & Chernyshova, G. (2020). Efficiency Analysis of Regional Innovation Development Based on DEA Malmquist Index. *Information*, 11(6):294.
- Fulginiti, L., & Perrin, L. (1997). LDC Agriculture: Non-Parametric Malmquist Indexes,. *Journal of Development Economics*, 53(2),, 373-390.
- Furman, J., Porter, M., & Stern, S. (2002). The Determinants of National Innovative Capacity. *Research Policy* 31, 899–933.

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

- Hollanders., H. (2013). Measuring Regional Innovation: A European Perspective. S. Dutta, & B. Lanvin içinde, *The Global Innovation Index 2013 The Local Dynamics of Innovation* (s. 79-85). Geneva, Ithaca.,
- Karahan, Ö. (2017). The Relationship Between National Innovative Capability and Performance in Europe. *Journal of Business, Economics and Finance* Volume: 6 Issue: 1, 53-60.
- Kleinknecht, A., Montfort, K., & Brouwer, E. (2002). The Non-Trivial Choice Between Innovation Indicators. *Econ. Innov. New Techn.*, Vol. 11(2), 109-121.
- KOSGEB. (2021, 08 15). Öncelikli Teknoloji Alanları Tablosu. [https://www.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/kobi-teknoyatirim/%C3%96ncelikli Teknoloji Alanlar%C4%B1 Tablosu.pdf](https://www.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/kobi-teknoyatirim/%C3%96ncelikli%20Teknoloji%20Alanlar%C4%B1%20Tablosu.pdf)
- Lenger, A. (2006). Bölgesel Yenilik Sistemleri ve Devletin Rolü: Türkiye’deki Kurumsal Yapı ve Devlet Üniversiteleri. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 6(2), 141-155.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Türk Otomotiv Sanayi Uygulaması. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*. 39(2).176-289.
- Mahadevan, R. (2002). A DEA Approach to Understanding The Productivity Growth of Malaysia’s Manufacturing Industries,. *Asia Pasific Journal of Management*, 19(4), 587-600.
- OECD. (2002). *Frascati Kılavuzu Araştırma ve Deneysel Geliştirme Taramaları İçin Önerilen Standart Uygulama*. Türkiye: TÜBİTAK.
- OECD. (2021, 15 Ağustos). *ISIC REV. 3 Technology Intensity Definition*. <https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>.
- Roman, M. (2010). Regional Efficiency of Knowledge Economy in The New EU Countries: The Romanian and Bulgarian Case. *Romanian Journal of Regional Science*, 4(1).
- The Global Innovation Index. (2021, 2 Ağustos). *Analysis. Explore The Interactive Database of The GII 2020 Indicators*. <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>.
- Topçuoğlu, Ö. (2016). *Özelleştirmenin Etkinlik ve Verimliliğe Yansıması: Çimento Sektörü Üzerine Bir Uygulama*, [Yayımlanmamış doktora tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- TÜBİTAK. (2011). Türkiye Bilim, Teknoloji ve Yenilik Sistemi ve Performans Göstergeleri 2010. Ankara: TÜBİTAK – Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı.
- TÜİK. (2021, 2 Nisan). *İstatistik Veri Portalı*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=bilgi-teknolojileri-ve-bilgi-toplumu-102&dil=1> .
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2021, 2 Nisan). *İstatistikler*. <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/statistics/>.
- Usman, K., & Liu, Z. (2015). Innovation Index Framework to Measure the Innovation Capacity and Efficiency of SAARC Countries. *European Journal of Social Sciences* Vol:46, No:3, 325-338.

- WorldBank. (2021, 06 28). World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden alındı
- Wu, J., Zhou, Z., & Liang, L. (2010). Measuring The Performance of Chinese Regional Innovation Systems With Two-Stage DEA-Based Model. *Int. J. Sustainable Society*, Vol:2, No: 1, 85-99.
- YÖK. (2021, 28 Haziran). *Yükseköğretim Bilgi Yönetim Sistemi*. <https://istatistik.yok.gov.tr/>
- Zemtsov, S., & Kotsemir, M. (2019). An Assessment of Regional Innovation System Efficiency İn Russia: The Application of The DEA Approach. *Scientometrics* 120, 375–404.

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

EXTENDED ABSTRACT

Innovation is seen as the main factor of economic growth and development. At the same time, technological developments and innovation processes are handled with a system approach. For this purpose, national and regional innovation systems have been developed. Regional innovation systems are seen as complementary to national innovation systems.

Quantitative measurement of the vital role and effectiveness of regional innovation systems in producing innovative output is of great importance. To develop regional innovation policies, it is necessary to investigate all the factors that determine the reason and effectiveness of the innovative success of the regions. Particularly in developing countries, the successful completion of technological capture processes, depending on technological developments, is of due importance. In this respect, countries develop innovation policies both at the national and regional level. It is necessary to measure the innovation performance of the regions both in the preparation of innovation policies and in the evaluation of their results. As a result of these analyzes, both the framework of the policies to be implemented and the performances of the implemented policies are evaluated.

In Turkey, which is a developing country, innovation systems are being created and developed both at the national and regional level. Measuring the performance achieved because of the innovation policies implemented in Turkey is of particular importance. In particular, the measurement of regional innovation performance is a guide in catching up the technologically leading countries. In this study, it is aimed to measure the regional innovation performance and effectiveness of NUTS-1 regions in Turkey.

When looking at the components of regional innovation systems, there are public institutions, companies, non-profit institutions, universities, and other institutions at the regional level. Among these stakeholders, universities have an important share in the development of innovation activities. As of 2020, there are a total of 208 universities in Turkey, including private and state universities.

There is a wide debate on the determinants of regional innovation performance. There are many econometric and non-parametric studies on the determinants of regional innovation performance in the literature. In the literature handled within the scope of the study, R&D expenditures (private, state and/or university expenditures), R&D personnel are generally considered as performance input, while the output variable is the number of patents (number of applications/registration), high and medium technology products exports are considered.

In this study, in accordance with the literature, the input variables are as follows; R&D Expenditures and R&D Personnel, output variables; patent applications and export of high-tech products are used.

In this study, it is aimed to measure the regional innovation performance and efficiency of regions in Turkey. For this purpose, the performance of 12 regions in Turkey according to the statistical classification is measured with the Malmquist (Total Factor Productivity) Index method. In the Malmquist Index method, R&D Expenditures, R&D personnel variables, high-tech product exports and patent application numbers are considered as output variables.

The methods used to measure performance generally show the efficiency-efficiency values at a certain moment. However, it is of great importance to examine the change in productivity over

time. The Malmquist Total Factor Productivity Index is used as a method that considers changes over time in the measurement of productivity and performance.

Calculated from the distance function, the MI (Malmquist Index) analyzes the changes in productivity according to two separate components. These are efficiency change and technical change. Efficiency change gives an assessment of the process of economic units approaching the efficiency frontier, while technical change gives the evolution of the efficiency frontier over time.

If the index is greater than 1, it indicates that the TFP increased from the (t) period to the (t+1) period, and if it is less than 1, the TFP decreased from the (t) period to the (t+1) period.

In this analysis, 6 efficiency changes and their components calculated for the periods 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019 were obtained. Since Malmquist indices are calculated according to the previous year, 6 indices were produced from the data of 7 periods in the study.

Compared to 2013, it is seen that there was an increase in the performance of all regions in 2014 and the region that experienced the best performance increase by increasing its performance by 87.2% was the Aegean Region.

Compared to 2014, it is seen that the Western Black Sea Region's performance increased by 67.9% in 2015 and became the region with the best performance increase.

Compared to 2015, the Southeast Anatolia Region's performance increased by 62.3% in 2016, making it the region with the best performance increase.

It is seen that the performance of the Mediterranean Region increased by 32.2% in 2017 compared to 2016 and became the region with the best performance increase, and this TFP increase is due to the change in both technical efficiency and technological efficiency.

Compared to 2017, the Aegean Region's performance increased by 210.6% in 2018, making it the region with the best productivity increase. It is observed that this productivity increase in the region is due to the increase in technical efficiency.

Compared to 2018, it is observed that the Aegean Region's performance increased by 295.2% in 2019, making it the region with the best productivity increase, and the increase in productivity is due to the increase in both technical efficiency and technological efficiency.

When the change in the productivity of the regions in the 2013-2019 period is analyzed, it is observed that the Aegean Region is the region with the best performance on average compared to other regions. Eastern Black Sea, Middle Eastern Anatolia, Western Black Sea and Central Anatolia are the other regions that experienced a remarkable increase in productivity on average during this period. It is observed that Istanbul, West Anatolia, Northeast Anatolia, and East Marmara regions have decreased average productivity compared to other regions in the period under consideration. It can be said that this decrease in efficiency is due to the decrease in technical efficiency. The average productivity decline of these regions does not mean that they are unsuccessful regions. It is seen that its performance is lower than other regions.

When the 6-period productivity change obtained with the Malmquist (TFV) Index for 12 regions in the 2013-2019 period is examined, the success of the Aegean Region in productivity increase is seen in general. On the other hand, it is observed that Istanbul did not experience a significant increase in its productivity during this period. It can be said that the Eastern Black Sea,

**TÜRKİYE’DE DÜZEY 1 BÖLGELERİNDE AR-GE FAALİYETLERİNE GÖRE
İNNOVASYON PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ: MALMQUIST ENDEKSİ
UYGULAMASI**

Middle Eastern Anatolia, Western Black Sea, Central Anatolia, and Western Marmara regions are also the ones that experienced an increase in productivity in the specified period.

According to the findings obtained in the study, it is seen that regional innovation performances are positively related to the development levels of the regions. However, this relationship does not always guarantee high performance. As seen in the study, Aegean Region shows a higher productivity increase in comparison to Istanbul. As a result, it is seen that increasing the innovation performance of regions in Turkey plays an important role in the technological catch-up process.

EKLER

Ek 1: Türkiye’de Düzey 1 İstatistikî Bölgelerde Yer Alan İller

İstanbul	İstanbul
Batı Marmara	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Balıkesir, Çanakkale
Ege	İzmir, Aydın, Denizli, Muğla, Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak
Doğu Marmara	Bursa, Eskişehir, Bilecik, Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova
Batı Anadolu	Ankara, Konya, Karaman
Akdeniz	Antalya, Isparta, Burdur, Adana, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye
Orta Anadolu	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir, Kayseri, Sivas, Yozgat
Batı Karadeniz	Zonguldak, Karabük, Bartın, Kastamonu, Çankırı, Sinop, Samsun, Tokat, Çorum, Amasya
Doğu Karadeniz	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane
Kuzeydoğu Anadolu	Erzurum, Erzincan, Bayburt, Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan
Ortadoğu Anadolu	Malatya, Elâzığ, Bingöl, Tunceli, Van, Muş, Bitlis, Hakkâri
Güneydoğu Anadolu	Gaziantep, Adıyaman, Kilis, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Şırnak, Siirt