

Türkiye'nin Elektrikli Makine Rekabetinde Ar-Ge ve Verimlilik: AKÜ ve Panel Çekim Modeli

Deniz ERENEL*

ÖZ

Elektrikli makine ürünleri ulusların ekonomik kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu ürünler özellikle 18. yy. sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte ülkelerin ihracatına ve ekonomik verimliliğine katkı sağlamaktadır. Bu çalışma, 2004-2018 döneminde Türkiye'nin seçili OECD ülkelerine yönelik elektrikli makinelerdeki açıklanmış karşılaştırmalı üstünlüğünü (AKÜ) ve bunun belirleyicilerini panel çekim modeliyle analiz etmektedir. Özellikle katma değere sahip ürün gruplarında ülkeler arasındaki Ar-Ge ve verimlilik farklarının ele alınması büyük önem taşımaktadır. AKÜ endeksinden elde edilen bulgular, Türkiye'nin OECD ülkelerine karşı elektrikli makine ürünlerinde karşılaştırmalı dezavantaja sahip olduğunu göstermektedir. PPML yöntemi ile uygulanan panel çekim modeli bulgularına göre AKÜ endeksi üzerinde Türkiye ve OECD ülkelerinin GSYH'si pozitif; ülkeler arasındaki kişi başına GSYH, Ar-Ge ve işgücü verimliliği farkları ile mesafenin negatif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda Türkiye'nin yüksek teknoloji rekabetinde diğer ülkelerle olan Ar-Ge ve işgücü verimliliği farkını azaltması gerekmektedir. Bu hedefe ulaşmak için hükümetin üniversiteler ve teknoloji merkezlerinde teknik eğitim altyapı ve programlarını güçlendirmesi, Ar-Ge harcamalarına daha fazla mali kaynak ayırarak teknolojide rekabet avantajını artırması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Elektrikli Makineler, Rekabet, Ar-Ge ve Verimlilik, Panel Çekim Modeli

JEL Sınıflandırması: B22, C23, F18, O32

R&D and Productivity in Turkey's Electrical Machinery Competitiveness: RCA and Panel Gravity Model

ABSTRACT

Electrical machine products play a significant role in the economic development of nations. These products have contributed to countries' exports and economic efficiency, especially since the industrialization of the 18th century. This study analyzes Turkey's revealed comparative advantage (RCA) in electric machinery against selected OECD countries for the period 2004-2018 using the panel gravity model. In particular, examining the differences in R&D and productivity between countries in high value-added product groups is of great importance. The findings from the RCA index indicate that Turkey has a comparative disadvantage in electrical machine products compared to OECD countries. According to the results of the panel gravity model applied using the PPML method, both Turkey's and OECD countries' GDP have a positive effect on the RCA index, while gaps in GDP per capita, R&D, and labor productivity between the countries, as well as distance, have a negative impact. In this context, Turkey needs to reduce the gap in R&D and labor productivity compared to other countries in order to enhance its competitiveness in high-tech sectors. To achieve this goal, the government should strengthen technical education infrastructure and programs at universities and

*Arş. Gör., Erzurum Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, deniz.erenel@erzurum.edu.tr, ORCID Bilgisi: 0000-0002-7331-2561

(Makale Gönderim Tarihi: 16.04.2024 / Yayına Kabul Tarihi: 04.11.2024)

Doi Number: 10.18657/yonveek.1469149

Makale Türü: Araştırma Makalesi

technology centers and increase financial resources allocated to R&D to boost competitive advantage in technology.

Key Words: Turkey, Electrical Machines, Competition, R&D and Productivity, Panel Gravity Model

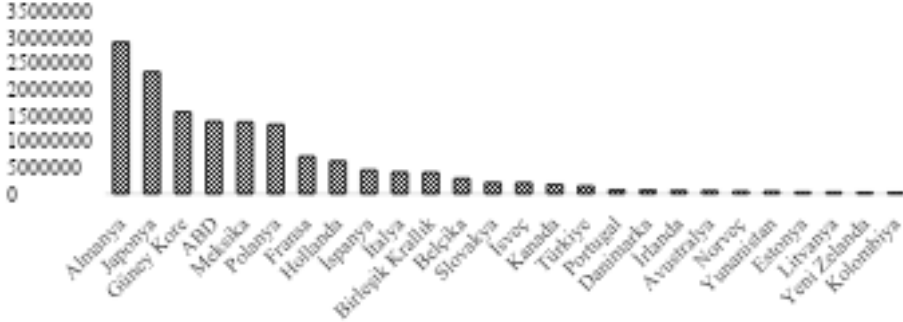
JEL Classification: B22, C23, F18, O32

GİRİŞ

Ekonomi tarihi incelediğinde makine üretimi büyük ölçüde sanayileşme sürecine dayanmaktadır. Özellikle 18. yy sanayi devriminden itibaren, tarım ve el sanatlarına dayalı olan ekonomi, makine üretiminin egemen olduğu bir yapıya evrilmiştir (Carley, 2019; Obermayer, 2023). Bu dönemde üretimine başlanan elektrikli makine ürünleri, günümüzde büyük ölçüde teknoloji, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ve işgücü verimliliğine bağlı olarak geliştirilmektedir (Nadiri ve Prucha, 1991; Kabaklarlı vd. 2018). Ar-Ge yatırımlarında bulunan ülkeler yüksek teknoloji sektörlerindeki rekabet gücünü artırarak diğer ülkeler karşısında daha avantajlı konuma gelmektedirler. Aynı zamanda yüksek işgücü verimliliğine sahip olan ülkelerde ürün ve hizmetler daha rekabetçi fiyatlarla sunulmaktadır. Ar-Ge ve işgücü verimliliği, yüksek teknoloji sektörlerinde küresel pazar rekabeti için kritik bir öneme sahiptir.

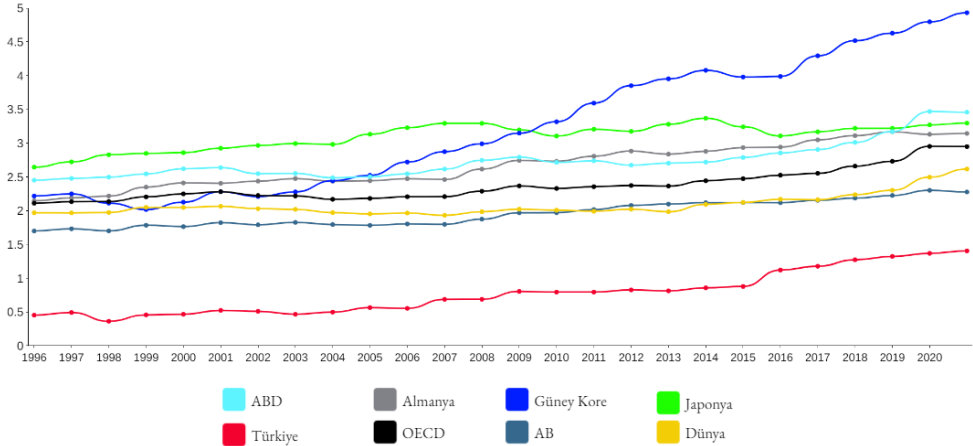
Ar-Ge, teknolojik altyapıyı geliştirerek yeni ürün ve süreçlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Öte yandan verimlilik, ulusal ekonomi ve endüstrilerin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Łukiewska, 2022). Küresel pazarda rekabet gücü yüksek olan ülkeler, Ar-Ge faaliyetlerini yönlendirecek yüksek işgücü verimliliğine sahiptir. Bu durum, yüksek teknoloji ürünlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için gereken inovasyon süreçlerini hızlandırmaktadır. Yüksek düzeyde Ar-Ge, yerli sanayinin güçlendirilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından büyük bir önem taşımaktadır (Gemici ve Gemici, 2021).

Çalışmada ele alınan Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri, teknoloji işbirliği ve uluslararası yükümlülükler doğrultusunda çok taraflı ticareti teşvik etmeyi taahhüt eden gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere oluşan uluslararası bir ekonomi örgütüdür. OECD ülkelerindeki elektrikli makine ihracatının önemi, bu ülkelerin teknoloji kapasitesi, ekonomik büyümesi ve küresel rekabet gücü ile bağlantılıdır. Elektrikli makine ihracatı, Ar-Ge faaliyetleriyle doğrudan ilişkilidir; çünkü Ar-Ge, yeni teknolojilerin ve ürünlerin geliştirilmesi, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve yenilikçiliğin teşvik edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Şekil 1, 2022 yılında OECD ülkelerinin dünya elektrikli makine ihracat değerlerini göstermektedir. Buna göre en yüksek değerlerin sırasıyla Almanya, Japonya, Güney Kore ve ABD'de olduğu gözlenmektedir. Bu anlamda Türkiye diğer ülkelere kıyasla nispeten düşük bir seviyededir.

Şekil 1. 2022 Yılında OECD Ülkelerinin Dünya Elektrikli Makine İhracat Değerleri (1000 Dolar)

Kaynak: WITS (2024)

Şekil 2, 1996-2021 yılları arasında ilgili ülkelerin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payını göstermektedir. Buna göre, Almanya, Japonya, Güney Kore ve ABD'deki Ar-Ge harcamalarının kademeli olarak artarak, Avrupa Birliği (AB) ve dünya ortalamasının üzerinde seyrettiği görülmektedir. Türkiye, Ar-Ge harcamalarında istikrarlı bir artış göstermesine rağmen hem AB hem de dünya ortalamasının altında kalmaktadır. Ar-Ge harcamalarının yüksek olduğu ülkelerin, elektrikli makine ihracatında da yüksek performans gösterdiği görülmektedir.

Şekil 2. 1996-2021 Yıllarında Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçindeki Payı

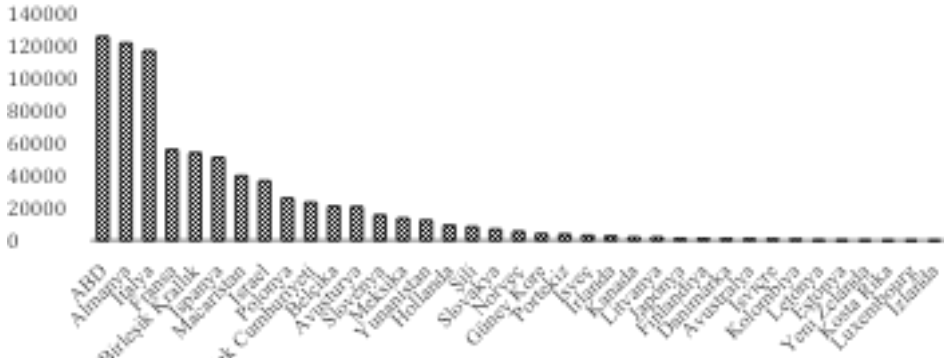
Kaynak: World Bank (2024)

Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payının %1'i aşmadığı durumda teknolojik ve ekonomik anlamda önemli bir etkinin olmadığı görülmektedir (Kaya, 1997). 1993 yılında Türkiye Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu, teknoloji alanında ilerleme kaydedebilmek ve rekabet avantajı elde edebilmek için Ar-Ge değerinin %1'i aşması gerektiğine karar vermiştir (TÜBİTAK, 1993). Barcelona Avrupa Konseyi (2002), Avrupa Birliği (AB) ile başlıca rakipleri arasındaki farkın kapatılabilmesi için öncü teknolojilere ağırlık verilmesi ve bu anlamda Ar-Ge'ye yönelik çabaların artırılması gerektiğini ifade etmiştir. Bu bağlamda Avrupa Konseyi, Ar-Ge ve inovasyona yönelik toplam harcamaların 2010 yılına kadar GSYH'nin %3'üne yaklaşacak şekilde artırılması gerektiğini kabul etmiştir.

Türkiye'deki Ar-Ge harcamalarının uluslararası kabul görmüş normların oldukça altında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla diğer ülkelerle karşılaştırıldığında Türkiye'nin teknoloji rekabet avantajı elde etmek üzere Ar-Ge harcamalarına daha fazla mali kaynak ayırması gerekmektedir (Gemici ve Gemici, 2021).

Şekil 3, 2022 yılında Türkiye'nin OECD ülkelerine yönelik elektrikli makine ihracat değerlerini göstermektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin en fazla ihracat yaptığı ülkeler sırasıyla ABD, Almanya, İtalya, Fransa ve Birleşik Krallık iken, en az ihracat yaptığı ülkeler ise İzlanda, Lüksemburg, Kosta Rika, Yeni Zelanda ve Estonya'dır. Araştırmalar, Türkiye'nin diğer ülkelerle olan ticari ilişkilerinin ekonomik (Uğur, 2008; Tapşın, 2016), finansal (Temiz ve Gökmen, 2011) ve demografik (Gündüz vd., 2020) faktörlerden etkilendiğini ve ülkeler arasındaki mesafenin (Ata, 2012) de ticari ilişkiler üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Ancak, küresel pazarda önemli bir rol oynayan Ar-Ge ve verimlilik gibi unsurların yeterince dikkate alınmaması dikkat çekicidir. Dolayısıyla ülkeler arasındaki Ar-Ge ve işgücü verimliliği farkları da etkili olabilecek diğer faktörlerdir.

Şekil 3. 2022 Yılında Türkiye'nin OECD Ülkelerine Yönelik Elektrikli Makine İhracat Değerleri (1000 Dolar)



Kaynak: WITS (2024)

Türkiye, beş yıllık kalkınma planlarında, elektronik sektörüne yönelik Ar-Ge'ye dayalı üretimi ve ihracatı artırmayı hedeflemektedir. Ayrıca ilgili planlarda rekabet gücünün yükselmesi için verimliliğin öneminden bahsedilmektedir. Bu nedenle çalışma, Türkiye'nin OECD ülkelerindeki elektrikli makine sektöründeki karşılaştırmalı üstünlüğünü ve rekabet gücünü Ar-Ge ve işgücü verimliliği farklılıklarını dikkate alarak analiz etmektedir.

Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (AKÜ) endeksi, bir ülkenin bir grup ülkeye kıyasla ihracat başarısını incelemeye çalışırken (Yılmaz ve Karaalp-Orhan, 2015), çekim modeli ülkeler arasındaki ihracat hacminin GSYH ve mesafeye bağlı olduğu fikrine dayanmaktadır (Bekele ve Mersha, 2019). Çalışmanın amacı, Türkiye'nin elektrikli makinelerdeki karşılaştırmalı üstünlüğünü Balassa (1965) AKÜ endeksi ile açıklamak ve endeksin belirleyicileri panel çekim modeli ile analiz etmektir. Özellikle katma değere sahip ürün grubu için ülkeler arasındaki Ar-Ge ve verimlilik farkının ele alınması önem arz etmektedir. Bu

anlamda yüksek teknoloji ürün grubunda yer alan elektrikli makine ürünlerine yönelik bir araştırmanın yapılması ilgili literatüre katkı sağlamaktadır.

Bu açıklamalar ile birlikte çalışmanın konunun tanıtıldığı, amaç ve kapsamının yer aldığı girişin ardından sırasıyla teorik çerçeve, literatür özeti, yöntem ve bulgular bölümlerine yer verilmiştir. Son bölümde ise sonuç ve öneriler yer almaktadır.

I. TEORİK ÇERÇEVE

A. Karşılaştırmalı Üstünlükler

Adam Smith (1766) mutlak üstünlükler teorisinde ucuz üretilen malların ihraç edilmesi, pahalı üretilen malların ise ithal edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Erkan, 2012). David Ricardo (1817) ise karşılaştırmalı üstünlükler teorisinde ülkelerin ürünlerinde yüksek verimlilik ve düşük maliyet elde etmeleri durumunda daha fazla üretim yapmaları gerektiğini ifade etmiştir. Buna göre, ülkeler verimli ürünlerde uzmanlaşmalı ve nispeten pahalı olanları ithal etmelidir (Topuz ve Çoşkun, 2018). Karşılaştırmalı üstünlük teorilerinin analizi, Ricardo'dan Mill, Marshall, Heckscher-Ohlin ve Samuelson'a kadar teorik gelişimin sürekliliğini ortaya koymaktadır (Goldin, 1990).

Yeni ticaretin savunucularından Krugman (1983) eksik rekabet, ölçek ekonomisi, ürün farklılaştırması ve endüstri içi ticaret fikirlerini birleştirmiştir. Sonraki çalışmalar Ar-Ge, teknoloji ve makroekonomik ilerleme gibi faktörlerin ihracat performansında önemli olduğunu vurgulamışlardır (Hummels ve Levinsohn, 1993; Athanasoglou ve Bardaka, 2010; Drine, 2012).

A.A. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler

Balassa (1965)'nin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük (AKÜ) endeksi rekabet gücünün ölçülmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Altay ve Gürpınar, 2008). Balassa, karşılaştırmalı üstünlüğün kaynaklarını araştıran klasik ticaret teorisinin aksine karşılaştırmalı üstünlüğün sonuçlarına odaklanmıştır (Cvetković ve Petrović-Randelović, 2017).

AKÜ, ticaret akışlarına dayalı olarak bir ülkenin belirli bir sektördeki göreceli avantajını veya dezavantajını ölçen bir endekstir. AKÜ endeksinin bir birimden fazla olması, ülkenin belirli bir sektördeki küresel ihracat payını aştığını ve ilgili sektörde karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğunu göstermektedir (WITS, 2013). AKÜ endeksi Denklem (1)'de formüle edilmiştir.

$$AKÜ_{ijk} = \frac{\frac{x_{ijk}}{x_{ij}}}{\frac{x_{wjk}}{x_{wj}}} \quad (1)$$

Burada x_{ij} , i ülkesinden j ülkesine k ürününün ihracat değerini ve X_{ij} , i ülkesinden j ülkesine toplam ihracatı temsil etmekte, w ise menşee olarak dünyayı göstermektedir (WITS, 2013). AKÜ 1'den büyükse i ülkesi k malında uzmanlaşmıştır; 1'den küçükse i ülkesi söz konusu malda uzmanlaşmamıştır ya da çok az uzmanlaşmıştır (Laursen, 2015). Günümüzde AKÜ endeksi, bir ekonominin uluslararası ticaretteki karşılaştırmalı üstünlüğünü analiz etmek için en yaygın kullanılan araçlardan biridir (Cvetković ve Petrović-Randelović, 2017).

B. Çekim Modeli

Tinbergen (1962) ve Pöyhönen (1963) tarafından geliştirilen uluslararası ticaretin çekim modelleri, iki taraflı ticaret akışlarının açıklayıcı gücünü ve ekonomiler arasındaki dinamik etkileri analiz etmektedir. Bu model, farklı değişkenlerin ticaret üzerindeki etkilerini test etmektedir (Bekele ve Mersha, 2019). Çekim modellerini ticaret teorisiyle ilişkilendirme dürtüsü, modelin çeşitli teorilerden türetilmesine ve çekim modelinin ticaret teorileri için ampirik kanıtlar bulmak veya test etmek için kullanılmasına yol açmıştır (Harrigan, 2003). Nitekim, çekim modeli bir şekilde çeşitli ticaret teorilerinden türetilmiş, tercihler ve malların farklılaşmış ya da aynı olup olmadığı konusunda farklı varsayımlara sahip birçok ticaret teorisi için ampirik kanıt bulmak için kullanılmıştır (Deardorff, 1995; Harrigan, 2003). Örneğin Helpman (1987) çekim modelini eksik rekabet modelinden, Deardorff (1995) ise Heckscher-Ohlin modelinden türetmiştir. Uluslararası ticaret literatüründe çekim denkleminin performansını geliştiren birçok ampirik uygulama bulunmaktadır. Matyas (1997), Breuss ve Egger (1999) ve Egger (2000) çekim denkleminin ekonometrik spesifikasyonunu geliştirmiştir. En basit şekli Denklem (2) ile ifade edilmiştir.

$$T_{ij} = \alpha \frac{(Y_i \times Y_j)}{D_{ij}} \quad (2)$$

Burada T_{ij} i ve j ülkeleri arasındaki ticaret hacmini; Y_i ve Y_j sırasıyla i ve j ülkelerinin GSYH'lerini; D_{ij} ise ülkeler arasındaki mesafeyi göstermektedir. Tinbergen (1962), iki ülke arasındaki ticaret akımlarının temel belirleyicilerinin ihracatçı ve ithalatçı ülkelerin ekonomik büyüklükleri ve aralarındaki mesafe olduğunu öne sürdüğü temel çekim modeli denkleminde ikili ticaretin gelirin pozitif, mesafenin ise negatif bir fonksiyonu olarak öngörüldüğünü belirtmektedir. Olağan regresyon analizini doğrulamak için oluşturulan doğrusal form Denklem (3)'te gösterilmiştir.

$$\log \log (T_{ij}) = \alpha + \beta_1 \log \log (Y_i \times Y_j) + \beta_2 \log \log (D_{ij}) + \mu_{ij} \quad (3)$$

Yöntemin avantajı, ilk olarak, zaman içinde değişkenler arasındaki ilgili ilişkileri yakalayabilmesi ve ikinci olarak, gözlemlenemeyen ticaret ortağı çiftlerinin bireysel etkisini izleyebilmesidir (Rahman, 2007). Matyas (1997) çekim modelinin ihracatçı, ithalatçı ve zaman etkilerini içeren üç yönlü bir model olarak tanımlanmasını önermiştir.

Eksik rekabete dayalı ticaret teorileri ve Heckscher-Ohlin modeli, gelir ve mesafe gibi temel değişkenlerin dahil edilmesini haklı çıkarmaktadır. Ayrıca, Ar-Ge, beşerî sermaye ve patent gibi teknolojik faktörler de modele dahil edilebilmektedir (Montobbio ve Sterzi, 2013; Akça, 2021; Hoan ve My, 2022).

II. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde AKÜ endeksi hesaplamaları yapan ve bu endeksinin belirleyicilerini test eden çalışmalara yer verilmiştir. Türkiye kapsamında ele alınan çalışmalardan Yapraklı (2011), 1980-2010 dönemi için çoklu eş-bütünleşme analizi ve hata düzeltme modelini uygulayarak Türk imalat sanayi sektörü için hesaplanan AKÜ endeksi ile GSYH ve dışa açıklığın pozitif,

işgücü maliyeti ve reel döviz kurunun negatif ilişki içerisinde olduğunu tespit etmiştir. Çınar ve Özçalık (2013), panel ARDL yöntemi ile 2002-2011 yılları arasında Türkiye'nin G-8 ülkeleri için imalat sanayi sektörünün AKÜ endeksi üzerinde yurtdışı reel gelir, yurtdışı para arzı ve döviz kurunun pozitif; yurtiçi reel gelir ve yurtiçi para arzının negatif etkisi olduğunu dile getirmektedir. Erdem ve Köseoğlu (2014), 1970-2010 dönemini kapsayan veriler ile VAR analizi uygulayarak Türkiye'nin imalat sanayi AKÜ endeksi ile teknolojik değişim arasında pozitif yönlü bir ilişki bulmuştur. İlkyay ve Atik (2019), 1992-2014 dönemi Türkiye'nin de içinde bulunduğu G-20 üyesi toplam 14 ülke için dinamik ortak korelasyonlu etkiler ortalama grup yöntemi uygulayarak yüksek teknoloji ürünü ihracatında normalleştirilmiş AKÜ endeksi ile insani gelişme endeksi ve doğuştan yaşam süresinin pozitif bir ilişki içerisinde olduğunu öne sürmüştür. Yanar ve Çelik (2020), FMOLS yöntemi ile 1989-2017 dönemi için Türkiye'nin sermaye yoğun mallardaki AKÜ endeksi üzerinde GSYH, döviz kuru ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının pozitif, patentin ise negatif bir etki gösterdiğini ileri sürmüştür. Çelik (2021), 1990-2017 dönemi verileri ile gerçekleştirdiği FMOLS yöntemi sonucunda Türkiye'nin ileri teknoloji ihracatı AKÜ endeksi ile Ar-Ge yatırımları arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu tespit etmiştir. Aktaş vd. (2023), 2005-2021 yılları için PPML yöntemi ile çekim modeli uygulayarak Türkiye'nin kuru meyve ve mamulleri ihracatı üzerinde Türkiye'nin ve ithalatçı ülkenin GSYH'sinin, nominal döviz kurunun, ithalatçı ülkenin AB üyeliğinin, ithalatçı ülke ile serbest ticaret anlaşmasının bulunmasının ve ortalama yüzey sıcaklık değişimlerinin pozitif; ülkeler arası mesafenin ise negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Avcı (2023), FMOLS yöntemini uygulayarak Türkiye'nin 2001-2022 dönemi savunma sanayisinin AKÜ endeksi üzerinde reel GSYH ve reel döviz kurunun pozitif; mevduat faiz oranı, tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ve savunma harcamalarının negatif bir etki gösterdiğini iddia etmiştir. Akça (2024), yapısal çekim modelini uygulayarak ve Türkiye'nin 30 ana ihracat ortağını dikkate alarak, 2003-2018 yılları için Türkiye'nin ikili imalat ihracatı üzerinde kendi ve ortaklarının ekonomik büyüklükleri ile ortak sınır ve kültürel benzerliğin pozitif; uzaklık ve denize kıyısı olmama durumunun negatif etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Uluslararası literatürde ele alınan çalışmalardan Saray ve Hark (2015), 2004-2013 dönemi için Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) ilk farklar ve sistem yöntemini uygulayarak OECD ülkelerinin ileri-teknoloji ürünlerindeki AKÜ endeksinin en önemli belirleyicisinin verimlilik düzeyi olduğunu ortaya koymuştur. Torok ve Jambor (2016), panel düzeltilmiş standart hatalar yöntemini kullanarak 1999-2013 dönemi Avrupa jambon ürünündeki AKÜ endeksi üzerinde kişi başı reel GSYH ve ekonomik entegrasyonun pozitif, doğrudan yabancı yatırımların ise negatif etkisi olduğunu tespit etmiştir. Wang (2016), Çin'in 1995-2014 dönemini ele alarak ECM modelini uygulamış ve sermaye yoğun ürünlerin AKÜ endeksi ile kişi başına düşen GSYH arasında negatif bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. Abbas ve Waheed (2017), panel tesadüfi etkiler modelini uygulayarak Pakistan'ın 2003-2014 yılları arasında seçilmiş tarım ve imalat sektörlerindeki AKÜ endeksi

üzerinde yurtiçi verimlilik artışının ve reel döviz kurundaki değer kaybının pozitif etkisi olduğunu dile getirmiştir. Sahu ve Heng (2017), 2000-2014 dönemi için panel çekim modelini uygulamış ve Hindistan'ın en büyük 50 ticaret ortağıyla HS sınıflandırmasına sahip iki ve dört basamaklı sektörlerdeki AKÜ endeksini ve belirleyicilerini araştırmıştır. Buna göre, AKÜ endeksi üzerinde yurtiçi GSYH, yurtiçi nüfus ve yurtdışı nüfusun pozitif, reel döviz kuru ve uzaklığın negatif etkisi olduğunu tespit etmiştir. Sawyer vd. (2017), 1992-2007 dönemini kapsayan çalışmasında panel tobit regresyon yöntemini uygulayarak Çin eyaletlerinin üç ana ekonomik sektördeki AKÜ endeksi üzerinde beşerî sermaye ve devlet harcamalarının pozitif, endüstriyel krediler ve vergiler ile il ticaret engellerinin negatif etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Hassan ve Ahmad (2018), ARDL yönteminden faydalanarak 1995-2013 dönemi Pakistan'ının 17 sektör ve 200'den fazla emtia için hesapladığı AKÜ endeksi üzerinde beşerî sermaye ve ticari açıklığın pozitif, döviz kuru ve doğrudan yabancı yatırımların negatif etkisi olduğunu dile getirmiştir. Lee (2020), 2010-2016 dönemi için seçilmiş Güneydoğu Asya Birliği ülkelerinin Japonya'ya yönelik kabuklu deniz ürünleri AKÜ endeksinin belirleyicilerini analiz etmiştir. Panel tesadüfi etkiler yönteminin uygulandığı çalışmada AKÜ endeksi üzerinde döviz kurunun pozitif, kişi başı gelir ve yurtiçi japon karides üretiminin negatif etkisi olduğu gözlenmiştir. Elsalih vd. (2021), panel ARDL yöntemini uygulayarak 1990-2016 döneminde 10 OPEC ve 10 OPEC dışı ülkeler için ham petrol üretimindeki normalleştirilmiş AKÜ endeksi üzerinde ham petrol fiyatı ve günlük ortalama üretimin pozitif, doğal kaynakların ise negatif etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

İlgili literatür incelediğinde elektrikli makinelerdeki AKÜ endeksinin belirleyicilerine ilişkin ortaya konan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Özellikle yüksek teknoloji sektörlerindeki rekabet gücünü artırmada önemli bir unsur olan Ar-Ge ve verimlilik gibi faktörlerin ele alınması önem arz etmektedir. Bu çalışma Türkiye'nin daha önce ele alınmamış olan elektrikli ürün sektöründeki AKÜ endeksini hesaplamakta ve bunun belirleyicileri tespit ederek literatüre katkı sunmayı amaçlamaktadır.

III. AMPİRİK ANALİZ: Veri Seti, Yöntem ve Bulgular

A. AKÜ

Bu çalışma, Türkiye'nin 2004-2018 yılları için OECD ülkelerine yönelik elektrikli makine sektöründeki AKÜ endeksini hesaplamakta ve panel çekim modeli ile ilgili endeksin belirleyicilerini analiz etmektedir. Balassa (1965) AKÜ endeksi OECD ülkeleri ile karşılaştırmalı olarak Denklem (4)'te hesaplanmıştır.

$$AKÜ_{toe} = \frac{\frac{x_{toe}}{x_{to}}}{\frac{x_{owe}}{x_{ow}}} \quad (4) AKÜ_{toe} =$$

$$\frac{\frac{x_{toe}}{x_{to}}}{\frac{x_{owe}}{x_{ow}}}$$

(4)

Burada x_{toe} Türkiye'den OECD ülkelerine yönelik elektrikli makine ürünleri ihracatını ve x_{to} Türkiye'den OECD ülkelerine yönelik toplam ihracatı ifade ederken x_{owe} OECD ülkelerinin dünya elektrikli makine ihracatını ve x_{ow} OECD ülkelerinin toplam dünya ihracatını temsil etmektedir. Başlangıç ve bitiş

yılları 2004 ve 2018'dir. Tablo 1, 2004-2018 yıllarında Türkiye'nin elektrikli makine ürünleri için AKÜ endeksini OECD ülkeleri ile karşılaştırmaktadır. Bu ülkeler aynı zamanda çalışma kapsamında ele alınan OECD ülkelerini göstermektedir. AKÜ endeksi, WITS (World Integrated Trade Solution) veri tabanından elektrikli makine ve ekipmanlar için SITC REV3 778 kodu kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. 2004-2018 Dönemi Türkiye'nin OECD Ülkelerine Yönelik Elektrikli Makine Ürünleri AKÜ Endeksi

Ülkeler	Yıl	AKÜ	Yıl	AKÜ	Değişim
ABD	2004	0.0125	2018	0.5474	+
Almanya	2004	0.0760	2018	0.4547	+
Avusturya	2004	0.0302	2018	0.5438	+
Belçika	2004	0.0385	2018	0.3213	+
Birleşik Krallık	2004	0.0457	2018	0.2802	+
Çek Cumhuriyeti	2004	0.0123	2018	0.5981	+
Danimarka	2004	0.3028	2018	0.1099	+
Estonya	2004	0.1409	2018	0.1100	-
Finlandiya	2004	0.1272	2018	0.4017	+
Fransa	2004	0.3003	2018	0.9612	+
Güney Kore	2004	0.1970	2018	0.1246	-
Hollanda	2004	0.0340	2018	0.1465	+
İspanya	2004	0.0307	2018	0.3758	+
İsveç	2004	0.2447	2018	0.0757	-
Japonya	2004	0.6226	2018	0.3010	-
Kanada	2004	0.0810	2018	0.7046	+
Letonya	2004	0.7768	2018	0.3358	-
Litvanya	2004	0.5688	2018	0.6169	+
Lüksemburg	2004	0.1463	2018	0.0358	-
Macaristan	2004	0.0330	2018	0.9075	+
Meksika	2004	0.0105	2018	0.2657	+
Norveç	2004	0.1110	2018	1.0026	+
Polonya	2004	0.6823	2018	0.3975	-
Portekiz	2004	0.0299	2018	0.1795	+
Slovakya	2004	0.0185	2018	0.8773	+

Tablo 1'e göre 2004-2018 yıllarında Türkiye'nin OECD ülkelerine kıyasla elektrikli makine ürünlerinde karşılaştırmalı dezavantaja sahip olduğunu göstermektedir. Ancak yine de Türkiye'nin 2004'ten 2018'e kadar ilgili ürün için karşılaştırmalı üstünlüğünü arttırdığı söylenebilmektedir. Yüksek teknoloji ürünlerindeki elektrikli makineler önemli ölçüde Ar-Ge ve işgücü verimliliğine ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin elektrikli makinelerdeki ihracat rekabetçiliğini açıklamak için OECD ülkeleri ile olan Ar-Ge ve işgücü verimliliği farklarını dikkate almaktadır. Bir sonraki bölümde, Türkiye'nin elektrikli makine sektöründeki AKÜ endeksi panel çekim modeli ile analiz edilmektedir.

B. Panel Çekim Modeli

Bu bölüm, panel çekim modelini uygulayarak 2004-2018 dönemi Türkiye'nin seçili 25 OECD ülkesine yönelik yüksek teknoloji ürün grubunda yer alan elektrikli makine ürünlerindeki AKÜ endeksinin belirleyicilerini analiz etmektedir. Çalışmanın ilgili yıllarda ele alınmasının nedeni mevcut veri setinin yalnızca bu yıllar için mevcut olmasıdır. Çalışmanın analizinde Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki Ar-Ge ve işgücü verimlilik farkının dikkate alınması önem arz

etmektedir. Ar-Ge faaliyetlerinde bulunan ve yüksek işgücü verimliliğine sahip ülkeler üretim maliyetlerini azaltabilmekte, teknolojiye dayalı üretimlerini artırabilmekte ve dış pazarlara daha cazip ürünler sunabilmektedir. Ayrıca analizde kontrol değişkenleri olarak yurtiçi GSYH (Kiani vd., 2018), yurtdışı GSYH (Dube vd., 2018), gelir farklılıkları (Irshad vd., 2018) ve mesafe (Bekele ve Mersha, 2019) değişkenlerinden faydalanılmıştır. Böylelikle panel çekim modeli Denklem (5)'te sunulmuştur.

$$AKÜ_{ijt} = \alpha + \beta_1 \ln \ln (Y_{it}) + \beta_2 \ln \ln (Y_{jt}) + \beta_3 \ln \ln (GPCY_{ijt}) + \beta_4 \ln \ln (GRD_{ijt}) + \beta_5 \ln \ln (GPR_{ijt}) + \beta_6 \ln \ln (DIST_{ij}) + \mu_{ij} \quad (5)$$

Burada ln ile logaritma, i ile Türkiye, j ile OECD ülkeleri ve t ile dönem (yıl aralığı) ifade edilmektedir. $AKÜ_{ij}$, Türkiye'nin OECD ülkeleri karşısındaki elektrikli makine sektöründeki rekabet gücünü ölçmek için hesaplanmış AKÜ endeksidir. Hesaplama kullanılan ihracat verileri WITS veri tabanından elde edilmiştir. Y_i , Türkiye'deki GSYH değeridir. Y_j , OECD ülkelerindeki GSYH değeridir. $GPCY_{ij}$, Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki kişi başına GSYH farkıdır. GRD_{ij} , Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki Ar-Ge harcaması farkıdır. GPR_{ij} , Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki işgücü verimliliği farkıdır. $DIST_{ij}$, Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki uzaklıktır. Değişkenlere ilişkin bilgiler ve tanımlayıcı istatistikler sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
$AKÜ_{ijt}$	Türkiye'nin OECD Ülkelerine Yönelik Elektrikli Makine Sektöründeki Rekabet Gücünü Ölçmek İçin Hesaplanmış Endeks	WITS
$\ln Y_{it}$	Türkiye'deki GSYH (Log., 2015)	World Bank
$\ln Y_{jt}$	OECD Ülkelerindeki GSYH (Log., 2015)	World Bank
$\ln GPCY_{ijt}$	Türkiye ile OECD Ülkeleri Arasındaki Kişi Başına GSYH Farkı (Mutlak Değer, Log., 2015)	World Bank
$\ln GRD_{ijt}$	Türkiye ile OECD Ülkeleri Arasındaki Ar-Ge Harcaması Farkı (Mutlak Değer, Log., 2015)	World Bank
$\ln GPR_{ijt}$	Türkiye ile OECD Ülkeleri Arasındaki İşgücü Verimliliği Farkı (Mutlak Değer, Çalışılan Saat Başına Çıktı, Log., 2017)	Our World in Data
$\ln DIST_{ij}$	Türkiye ile OECD Ülkeleri Arasındaki Uzaklık (Log.)	Time and Date

Tablo 3. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	Std. Sap.	Maksimum	Minimum	Gözlem
$AKÜ_{ijt}$	0.419	0.837	10.312	0.005	375
Y_{it}	7.09e+11	1.59e+11	9.89e+11	4.82e+11	375
Y_{jt}	1.55e+12	3.36e+12	1.95e+13	1.81e+10	375
$GPCY_{ijt}$	25949.47	22068.09	104040.7	8.348	375
GRD_{ijt}	1.162	0.867	3.491	0.001	375
GPR_{ijt}	19.261	16.447	92.454	0.040	375
$DIST_{ij}$	3672.24	2932.551	11771	1391	375

Bu çalışma bir panel çekim modeline dayanmaktadır. Panel veriler hem zaman serilerini hem de yatay kesit gözlemlerini birleştirerek daha fazla değişkenlik, daha az eş doğrusallık, daha fazla serbestlik derecesi ve daha yüksek verimlilik gibi bilgilendirici veriler sağlamaktadır (Baltagi vd., 2014). Model, iki ülke arasındaki ikili ticaretin GSYH ile pozitif, başkentler arasındaki mesafe ile negatif bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir (Martínez-Zarzoso, 2011). Çekim

modelinin analizinde Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML) yöntemi kullanılmıştır. Santos Silva ve Tenreyro (2006) PPML tahmincisi olarak çekim modelinin çarpımsal formunu tahmin etmeyi önermiştir. Bu tahmin, değişen varyans sorununa yol açan log-doğrusallaştırılmış ve doğrusal olmayan dönüşüm sorununun üstesinden gelmek için güçlü bir öneridir (Wiranthi vd., 2019). Ayrıca PPML, ülkeler arasındaki hem pozitif hem de sıfır ticaret akışlarının tahmin edilmesine ve ihracatın hedef ülkeye göre değişmesine izin vermektedir (Gómez-Herrera, 2013). Bu tahminde kukla değişkenler tanımlanabilmekte ve ampirik sonuçlar OLS regresyonunda olduğu gibi yorumlanabilmektedir. Dolayısıyla tesadüfi etkilere sahip PPML tahmini çekim modeli ile tutarlılık göstermekte ve güçlü ampirik sonuçlar sağlamaktadır (Hussain, 2017). Tesadüfi etkilerin sınanmasında F Testi, %1 anlamlılık düzeyinde birim etkilerin varlığını gösterirken Hausman Testi, %1 anlamlılık düzeyinde tesadüfi etkilerin varlığına işaret etmektedir. Levene (1960), Brown ve Forsythe (1974) Testi %1 anlamlılık düzeyinde değişen varyansın olduğunu göstermektedir. Buna göre, ilgili model sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Tesadüfi etkiler ile PPML tahmini

Değişkenler	Katsayı	Robust Standart Hata	Olasılık
$\ln Y_{it}$	1.704*	0.641	0.008
$\ln Y_{jt}$	0.213	0.132	0.107
$\ln GPCY_{ijt}$	-0.446*	0.137	0.001
$\ln GRD_{ijt}$	-0.298***	0.179	0.096
$\ln GPR_{ijt}$	-0.285**	0.115	0.014
$\ln DIST_{it}$	-1.189*	0.366	0.001
Sabit	-17.411**	8.455	0.039
Gözlem	375		
F(24, 345)	3.00*		
Hausman Testi	5.10		
Levene (1960), Brown ve Forsythe (1974) Testi	W0 (8.05*) W50 (2.85*) W10 (4.45*)		

Not: (*, **, ***) işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 4'teki bulgular, AKÜ endeksi üzerinde, Türkiye GSYH'sinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Hardi vd. (2021), Kurniawati vd. (2023), Putra ve Nasrudin (2023) çalışmalarında benzer sonucu bulmuşlardır. OECD ülkelerinin GSYH'si pozitif ve istatistiksel olarak anlamsız bir etki göstermektedir. Bu sonuç, Ramli vd. (2020) ve Rosyadi vd. (2021)'nin çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Ülkeler arasındaki kişi başına GSYH farkı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Proença ve Faustino (2015) çalışmalarında benzer bulguların olduğunu ifade etmektedir. Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki mesafe negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Irshad vd. (2018), Bekele ve Mersha (2019), Maryam ve Mittal (2019), Muryani vd. (2019) ve Noor vd. (2023) çalışmalarında benzer etkiden bahsetmişlerdir. Çalışmada önemle değinilen Ar-Ge ve işgücü verimlilik farkları AKÜ endeksi üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

SONUÇ

Ar-Ge ve verimlilik, ülkeler arasındaki yüksek teknoloji ihracat rekabetçiliğinin belirlenmesinde kilit rol oynamaktadır. Yüksek teknolojlili bir ürün olarak kabul edilen elektrikli makine üretimi, büyük ölçüde Ar-Ge ve verimliliğe dayanmaktadır. Bu çalışma, Türkiye ve OECD ülkeleri arasındaki rekabette Ar-Ge ve işgücü verimliliklerini dikkate alması açısından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda 2004-2018 döneminde PPML yöntemi ile panel çekim modeli kullanılarak Ar-Ge ve işgücü verimlilik farkının Türkiye'nin seçili 25 OECD ülkesine yönelik elektrikli makine ürünlerindeki rekabet gücü araştırılmaktadır.

Bulgular, 2004-2018 yıllarında Türkiye'nin elektrikli makine ürünlerinde OECD ülkelerine yönelik karşılaştırmalı bir dezavantaja sahip olduğunu göstermektedir. Ancak ilgili yıllarda Türkiye'nin elektrikli makine ürün rekabetini ölçen AKÜ endeksinin artan bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. PPML yöntemi ile uygulanan panel çekim bulguları, AKÜ endeksi üzerinde Türkiye'deki GSYH'nin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı, OECD ülkelerindeki GSYH'nin pozitif ve istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Türkiye'deki ekonomik büyümenin elektrikli makine sektöründeki rekabet gücünü artırdığını, OECD ülkelerindeki ekonomik büyüme ise Türkiye'ye yönelik yurtdışı ürün talebini artırdığını göstermektedir. Türkiye ve OECD ülkeleri arasındaki kişi başına düşen GSYH farkı, AKÜ endeksi üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Benzer GSYH ve gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler birbirleriyle daha yoğun ticaret yapmaktadır. Dolayısıyla ülkeler arasındaki kişi başına düşen gelir farkının artması ikili ticaret ilişkilerini azaltabilmektedir. Öte yandan Türkiye ile OECD ülkeleri arasındaki mesafenin AKÜ endeksini açıklamada negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Ülkeler arasındaki mesafe, birim başına daha yüksek nakliye maliyetlerine yol açtığı için ticaretin önünde bir engel olmaktadır. Ayrıca, elektrikli makineler özel paketleme ve güvenli seyahat ihtiyacından dolayı depolama maliyetlerine maruz kalabilmektedir. Dolayısıyla tüm bu durumlar göz önünde alındığında Türkiye'nin elektrikli makine rekabeti mesafe faktöründen olumsuz etkilenebilmektedir. Son olarak Ar-Ge ve işgücü verimlilik farkları AKÜ endeksi üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bir ülkenin diğer bir ülkeye kıyasla daha düşük Ar-Ge seviyesine sahip olması o ülkenin hem teknolojik ürün üretmekte zorlanmasına hem de pazar talep ve fırsatlarını kaçırmaya neden olabilmektedir. Öte yandan yüksek verimlilik daha düşük üretim maliyetlerine yol açabilmektedir. Bu ise bir ülkenin yüksek teknoloji ürünlerini daha düşük fiyatlarla ve daha rekabetçi bir şekilde üretmesini sağlamaktadır. Böylece bu tür ürünler uluslararası pazarda daha cazip hale gelebilmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin elektrikli makine ürünlerinde rekabet avantajı elde edebilmesi için Ar-Ge ve verimlilik odaklı üretim yapması gerekmektedir.

Türkiye, teknolojik açıdan üstün ve ilgi çekici ürünler üretmek için Ar-Ge harcamalarına önem vermeli ve firmaların Ar-Ge faaliyetlerini desteklemelidir. Böylelikle yüksek teknolojlili ürün üretimi ile uluslararası pazarlarda rekabet avantajı elde edilebilecektir. Bunun için hükümetin üniversitelerde, araştırma ve teknoloji merkezlerinde teknik eğitim altyapısı sağlaması ve çeşitli eğitim

programları gerçekleştirmesi gerekmektedir. Ayrıca diğer ülkelerle karşılaştırıldığında, teknolojide rekabet avantajının elde edilebilmesi için Ar-Ge harcamalarına daha fazla mali kaynak ayrılması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin diğer ülkeler ile arasındaki Ar-Ge ve işgücü verimliliği farkını azaltması elektrikli makine ve diğer yüksek teknolojili ürün ihracatının rekabet avantajını ve dolayısıyla ilgili ürünlerdeki AKÜ endeksini artırabilmektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin tüm süreçlerinde Yönetim ve Ekonomi Dergisi'nin araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Makalenin tamamı Arş. Gör. Deniz ERENEL tarafından kaleme alınmıştır.

Çıkar Beyanı

Yazarın herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Abbas, S. and Waheed, A. (2017). Trade Competitiveness of Pakistan: Evidence from The Revealed Comparative Advantage Approach. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, Vol. 27, Iss. 5, 462-475. <https://doi.org/10.1108/CR-12-2015-0092>
- Akça, E. E. (2021). Determinants of Export Flows from Turkey to BRICS Countries: The Findings from the Augmented-Gravity Model Approach. *Ekonomik Yaklaşım*, Vol. 32, Iss. 118. <https://doi.org/10.5455/ey.17502>
- Akça, E. E. (2024). Economic, Geographical, Institutional, and Political Determinants of Bilateral Manufacturing Exports: A Structural Gravity Model Approach for Türkiye. *Panoeconomicus*, 1-19. <https://doi.org/10.2298/PAN210719004A>
- Aktaş, A. R., Kaplan, F. and Koluman, A. (2023). Determinants of Dried Fruit Products Sector Export: A Gravity Model for Türkiye. *Mediterranean Agricultural Sciences*, Vol. 36, Iss. 2, 77-81. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.1273190>
- Altay, B. ve Gürpınar, K. (2008). Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler ve Bazı Rekabet Gücü Endeksleri: Türk Mobilya Sektörü Üzerine Bir Uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı 1, 257-274. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/19006>
- Ata, S. (2012). Türkiye'nin İhracat Potansiyeli: Çekim Modeli Çerçevesinde Bir İnceleme. *International Conference on Eurasian Economies*, Vol. 13, 276-282.
- Athanasoglou, P. P. and Bardaka, I. C. (2010). New Trade Theory, Non-Price Competitiveness and Export Performance. *Economic Model*, Vol. 27, Iss. 1, 217-228. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.09.002>
- Avcı, M. A. (2023). Uluslararası Rekabet Gücünü Etkileyen Makroekonomik Faktörler: Türkiye Savunma Sanayi Üzerine Bir Uygulama. *Akdeniz İİBF Dergisi*, Cilt 23, Sayı 2, 261-272. <https://doi.org/10.25294/auibfd.1351380>
- Balassa, B. (1965). Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage. *Manchester School of Economic and Social Studies*, Vol. 33, 99-124. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x>
- Baltagi, B. H., Egger, P. H. and Pfaffermayr, M. (2014). Panel Data Gravity Models of International Trade. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2398292>
- Barcelona Avrupa Konseyi (2002). Presidency Conclusions, Barcelona European Council: Barcelona, 15-16 Mart 2022. https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/69871.pdf
- Bekele, W. T. and Mersha, F. G. (2019). A Dynamic Panel Gravity Model Application on the Determinant Factors of Ethiopia's Coffee Export Performance. *Annals of Data Science*, Vol. 6, 787-806. <https://doi.org/10.1007/s40745-019-00198-4>

- Breuss, F. and P. Egger (1999). How Reliable Are Estimations of East-West Trade Potentials Based on Cross-section Gravity Analyses?. *Empirica*, Vol. 26, Iss. 2, 81-95. <https://doi.org/10.1023/A:1007011329676>
- Brown, M. B. and Forsythe, A. B. (1974). Robust Tests for The Equality of Variances. *Journal of The American Statistical Association*, Vol. 69, Iss. 346, 364-367. <https://doi.org/10.1080/01621459.1974.10482955>
- Carley, R. F. (2019). Autonomy, Refusal, and the Black Bloc: Positioning Class Analysis in Critical and Radical Theory. Rowman & Littlefield.
- Cvetković, M. and Petrović-Randelović, M. (2017). The Analysis of Agricultural Products Export Competitiveness of the Republic of Serbia based on the RCA Index. *Economic Themes*, Vol. 55, Iss. 3, 399-420. <https://doi.org/10.1515/ethemes-2017-0022>
- Çelik, H. (2021). İleri Teknoloji Mal İhracatı ve Ar-Ge Harcamaları İlişkisi: Türkiye için Yapısal Kırılmalı Bir Uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 14, Sayı 4, 1352-1363. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.871754>
- Çınar, S. ve Özçalık, M. (2013). İmalat Sanayi Sektörünün Rekabetçilik Analizi: Türkiye ve G-8 Ülkeleri Panel Veri Analizi. *EconAnadolu 2013*.
- Deardorff, A. V. (1995). Determinants of Bilateral Trade.
- Drine, I. (2012). Institutions, Governance and Technology Catch-up in North Africa. *Economic Model*, Vol. 29, Iss. 6, 2155-2162. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.05.038>
- Dube, A. K., Ozkan, B. and Govindasamy, R. (2018). Analyzing The Export Performance of The Horticultural Sub-Sector in Ethiopia: ARDL Bound Test Cointegration Analysis. *Horticulturae*, Vol. 4, Iss. 4, 34. <https://doi.org/10.3390/horticulturae4040034>
- Egger, P. (2000). A Note on the Proper Econometric Specification of the Gravity Equation. *Economics Letters*, Vol. 66, 25-31. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(99\)00183-4](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(99)00183-4)
- Elsalih, O., Sertoglu, K. and Besim, M. (2021). Determinants of Comparative Advantage of Crude Oil Production: Evidence from OPEC and Non-OPEC Countries. *International Journal of Finance & Economics*, Vol. 26, Iss. 3, 3972-3983. <https://doi.org/10.1002/ijfe.1999>
- Erdem, E. ve Köseoğlu, A. (2014). Teknolojik Değişim ve Rekabet Gücü İlişkisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi*, Cilt 9, Sayı 1, 51-68. <https://dergipark.org.tr/en/pub/beyder/issue/3470/47201>
- Erkan, B. (2012). Ülkelerin Karşılaştırmalı İhracat Performanslarının Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük Katsayılarıyla Belirlenmesi: Türkiye-Suriye Örneği. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Vol. 8, Iss. 15, 195-218. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijmeb/issue/54849/751081>
- Gemici, E. and Gemici, Z. (2021). A Comparative Study on Turkey's Science and Technology (S&T) Indicators. *Economics and Business Quarterly Reviews*, Vol. 4, Iss. 3, 125-143. <https://ssrn.com/abstract=3905484>
- Goldin, I. (1990). Comparative Advantage: Theory and Application to Developing Country Agriculture. <https://doi.org/10.1787/312277858021>
- Gómez-Herrera, E. (2013). Comparing Alternative Methods to Estimate Gravity Models of Bilateral Trade. *Empirical Economics*, Vol. 44, 1087-1111. <https://doi.org/10.1007/s00181-012-0576-2>
- Gündüz, F. F., Özlem, A., Gündüz, S. and Dölekoğlu, C. Ö. (2020). Determination of The Factors Affecting Cotton Export of Turkey: A Panel Gravity Model Approach. *Akademik Hassasiyetler*, Vol. 7, Iss. 13, 547-564. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-hassasiyetler/issue/54659/685222>
- Hardi, I., Dawood, T. C., and Syathi, P. B. (2021). Determinants Comparative Advantage of Non-Oil Export 34 Provinces in Indonesia. *International Journal of Business, Economics, and Social Development*, Vol. 2, Iss. 3, 98-106. <https://doi.org/10.46336/ijbesd.v2i3.137>
- Harrigan, J. (2003). Specialization and The Volume of Trade: Do The Data Obey The Laws?. *Handbook of International Trade*, 85-118. <https://doi.org/10.1002/9780470756461>
- Hassan, M. U. and Ahmad, H. K. (2018). An Estimation of Normalized Revealed Comparative Advantage and Its Determinants in Pakistan. *Pakistan Vision*, Vol. 19, Iss. 1, 231-257.

- Helpman, E. (1987). Imperfect Competition and International Trade: Evidence from Fourteen Industrial Countries. *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 1, Iss. 1, 62-81. [https://doi.org/10.1016/0889-1583\(87\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0889-1583(87)90027-X)
- Hoan, P. T. and My, D. T. D. (2022). The Determinants of Vietnam's Information and Communication Technologies Exports to the European Union. *Foreign Trade Review*, Vol. 57, Iss. 2, 148-159. <https://doi.org/10.1177/00157325211057977>
- Hummels, D. and Levinsohn, J. (1993). Product Differentiation as a Source of Comparative Advantage?. *The American Economic Review*, Vol. 83, Iss. 2, 445-449. <https://www.jstor.org/stable/2117706>
- Hussain, M. (2017). Globalization and Gravity Model of Trade of Pakistan: A PPML-Estimator Analysis. *Management and Administrative Sciences Review*, Vol. 6, Iss. 1, 15-27.
- Irshad, M. S., Xin, Q. and Arshad, H. (2018). Competitiveness of Pakistani Rice in International Market and Export Potential with Global World: A Panel Gravity Approach. *Cogent Economics & Finance*, Vol. 6, Iss. 1, 1486690. <https://doi.org/10.1080/23322039.2018.1486690>
- İlkay, S. Ç. ve Atik, H. (2019). Beşeri Sermaye ile Makro Ekonomik ve Teknolojik Unsurların Uluslararası Rekabet Gücüne Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 54, 253-271. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.526820>
- Kabaklarlı, E., Duran, M. S. and Üçler, Y. T. (2018). High-Technology Exports and Economic Growth: Panel Data Analysis for Selected OECD Countries. *Forum Scientiae Oeconomia*, Vol. 6, Iss. 2, 47-60. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=678658>
- Kaya, A. A. (1997). Kalkınmada Teknoloji Geliştirmenin Önemi ve Türkiye'nin Ar-Ge Politikası. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 13, Sayı 1, 381-392. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/830269>
- Kiani, A., Ijaz, F. and Siddique, H. M. A. (2018). Determinants of Agricultural Exports of Pakistan: An Application of Gravity Model. *Dialogue (Pakistan)*, Vol. 13, Iss. 4, 467-478.
- Krugman, P. (1983). New Theories of Trade Among Industrial Countries. *The American Economic Review*, Vol. 73, Iss. 2, 343-347. <https://www.jstor.org/stable/1816867>
- Kurniawati, R., Nawayah, N. and Sutjiatmo, B. P. (2023). Indonesia's Electronic Export Potential in The Global Market with Gravity Panel Model Approach. *West Science Journal Economic and Entrepreneurship*, Vol. 1, Iss. 11, 389-397. <https://doi.org/10.58812/wsjee.v1i11.397>
- Laursen, K. (2015). Revealed Comparative Advantage and The Alternatives as Measures of International Specialization. *Eurasian Business Review*, Vol. 5, 99-115. <https://doi.org/10.1007/s40821-015-0017-1>
- Lee, S. M. (2020). Revealed Comparative Advantage of Selected ASEAN Countries' Crustacean Export to Japan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 414, No. 1, 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012010>
- Levene, H. (1960). Robust Tests for Equality of Variances. *Contributions to Probability and Statistics*, 278-292.
- Łukiewska, K. (2022). Impact of Labor Productivity on The Export Performance of The Food Industry in EU Member States. *European Research Studies Journal*, Vol. 25, Iss. 3, 74-83.
- Martínez-Zarzoso, I. (2011). The Log of Gravity Revisited. *Applied Economics*, Vol. 45, Iss. 3, 311-327. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.599786>
- Maryam, J. and Mittal, A. (2019). An Empirical Analysis of India's Trade in Goods With BRICS. *International Review of Economics*, Vol. 66, 399-421. <https://doi.org/10.1007/s12232-019-00328-7>
- Matyas, L. (1997). Proper Econometric Specification of the Gravity Model. *The World Economy*, Vol. 20, Iss. 3, 363-368.
- Montobbio, F. and Sterzi, V. (2013). The Globalization of Technology in Emerging Markets: A Gravity Model on The Determinants of International Patent Collaborations. *World Development*, Vol. 44, 281-299. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.11.017>
- Muryani, M., Sari, D. R. and Landiyanto, E. A. (2019). Competitiveness Analysis and Factors That Influence The Export of Indonesian Shrimp Commodities. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, Vol. 22, 1417-1432. <https://repository.unair.ac.id/95360/>

- Nadiri, M. I. and Prucha, I. R. (1991). Comparison and Analysis of Productivity Growth and R&D Investment in The Electrical Machinery Industries of the United States and Japan, Productivity Growth in Japan and the United States. *University of Chicago Press*. 109-133. <https://doi.org/10.7208/9780226360607-007>
- Noor, F., Bhutta, A. N. and Farooq, I. (2023). The Determinants of Leather Exports of Pakistan: A Gravity Panel Approach. *Journal of Applied Economics and Business Studies*, Vol. 7, Iss. 1, 47-66.
- Obermayer, N. (2023). Examining Digital Readiness in the Era Of Industry 4.0 in Tunisia. *In European Conference on Knowledge Management*, Vol. 24, Iss. 2, 1579-1585. <https://doi.org/10.34190/eckm.24.2.1474>
- Our World in Data (2024), <https://ourworldindata.org/grapher/labor-productivity-per-hour-pennworldtable?tab=table&time=2004..2018>, Erişim Tarihi (02.02.2024).
- Pöyhönen, P. (1963). A Tentative Model for the Volume of Trade Between Countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 90, 23-40. <https://www.jstor.org/stable/40436776>
- Proença, I. and Faustino, H. C. (2015). Modelling Bilateral Intra-Industry Trade Indexes with Panel Data: A Semiparametric Approach. *Computational Statistics*, Vol. 30, 865-884. <https://doi.org/10.1007/s00180-015-0556-z>
- Putra, I. and Nasrudin, N. (2023). Analysis of Indonesian Tuna Fish Export to Twelve Main Destination Countries: A Panel Gravity Model. *Asian Journal of Business Environment*, Vol. 13, Iss. 1, 31-41. <https://doi.org/10.13106/ajbe.2023.vol13.no1.31>
- Rahman, M. M. (2007). The Causative Factors of Bangladesh's Exports: Evidence from The Gravity Model Analysis. *In Proceedings of the 48th Annual Conference of the New Zealand Association of Economists*.
- Ramli, F. A., Handoyo, R. D., Ridzuan, A. R. and Razak, M. I. M. (2020). Analysis of Comparative Advantages and Export Determinants of Indonesian Tuna Fish. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, Vol. 10, Iss. 5, 361-371. <https://repository.unair.ac.id/117652/>
- Rosyadi, F. H., Mulyo, J. H., Perwitasari, H. and Darwanto, D. H. (2021). Export Intensity and Competitiveness of Indonesia's Crude Palm Oil to Main Destination Countries. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, Vol. 67, Iss. 5, 189-199. <https://doi.org/10.17221/371/2020-AGRICECON>
- Sahu, P. K. and Heng, S. Y. (2017). India's Competitive Advantage and Export Performance: A Gravity Model Approach. *Arthshastra Indian Journal of Economics & Research*, Vol. 6, Iss. 6, 23-37.
- Santos Silva, J. M. C. and Tenreyro, S. (2006). The Log of Gravity. *Review of Economics and Statistics*, 641-658. <https://www.jstor.org/stable/40043025>
- Saray, M. O. ve Hark, R. (2015). OECD Ülkelerinin İleri-Teknoloji Ürünlerindeki Rekabet Güçlerinin Değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, 347-372. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ckuiibfd/issue/32904/365556>
- Sawyer, W. C., Tochkov, K. and Yu, W. (2017). Regional and Sectoral Patterns and Determinants of Comparative Advantage in China. *Frontiers of Economics in China*, Vol. 12, Iss. 1, 7-36. <https://doi.org/10.3868/s060-006-017-0002-6>
- Tapşın, G. (2016). The Relationship Between Foreign Direct Investment, Export and Economic Growth in Turkey. *Journal of Business Management and Economics*, Vol. 4, Iss. 5, 1-6. <http://dx.doi.org/10.15520/jbme.2016.vol4.iss5.186.pp01-06>
- Temiz, D. and Gökmen, A. (2011). Foreign Direct Investment (FDI) and Export Relation in Turkey: 1991-2010. *Journal of Transnational Management*, Vol. 16, Iss. 3, 157-180. <https://doi.org/10.1080/15475778.2011.596779>
- Time and Date (2024), <https://www.timeanddate.com/>, Erişim Tarihi (02.02.2024).
- Tinbergen, J. (1962). Shaping the World Economy.
- Topuz, H. ve Coşkun, A. (2018). Ricardo'nun Karşılaştırmalı Üstünlükler Teorisi: Türkiye, Kolombiya ve Güney Kore Üçlüsünün Sektörel Bazda Uygulamalı Bir Analizi. *Mehmet*

- Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 10, Sayı 25, 672-685. <https://doi.org/10.20875/makusobed.460115>
- Torok, A. and Jabor, A. (2016). Determinants of The Revealed Comparative Advantages: The Case of The European Ham Trade. *Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika*, Vol. 62, Iss. 10. <https://doi.org/10.17221/177/2015-AGRICECON>
- TÜBİTAK (1993). Türk Bilim ve Teknoloji Politikası 1993-2003, Ankara: TÜBİTAK Yayınları
- Uğur, A. (2008). Import and Economic Growth in Turkey: Evidence from Multivariate VAR Analysis. *Journal of economics and Business*, Vol. 11, Iss. 1-2, 54-75. <https://www.upicardie.fr/eastwest/fichiers/art68.pdf>
- Wang, J. P. (2016). Revealed Comparative Advantage of Capital-Intensive Industry in China. *In International Conference on Computational Modeling. Simulation and Applied Mathematics, China*.
- WITS (2013). Online Trade Outcomes Indicators. <https://wits.worldbank.org/WITS/docs/TradeOutcomes-UserManual.pdf>, Erişim Tarihi (18.12.2023).
- WITS (2024). <https://wits.worldbank.org/>, Erişim Tarihi (02.02.2024).
- Wiranthi, P. E., Aminudin, I. and Dewi, E. R. (2019). A Gravity mModel for Indonesian Canned Tuna Exports to The European Union Market: An Application of PPML Estimator, *Sriwijaya International Journal of Dynamic Economics and Business*, 31-52. <https://doi.org/10.29259/sijdeb.v3i1.31-52>
- World Bank (2024). <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>, Erişim Tarihi (02.02.2024).
- World Bank (2024). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>, Erişim Tarihi (02.02.2024).
- World Bank (2024). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD>, Erişim Tarihi (02.02.2024).
- Yanar, R. ve Çelik, H. (2020). Sermaye-Yoğun Mal İhracatında Rekabet Gücünün Belirleyicileri: Türkiye için Yapısal Kırılmalı Bir Analiz. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, Cilt 12, Sayı 22, 127-138. <https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.705593>
- Yapraklı, S. (2011). Uluslararası Rekabet Gücünü Etkileyen Makroekonomik Faktörler: Türk İmalat Sanayi Üzerine Bir Uygulama. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt 11, Sayı 22, 373-402. <https://dergipark.org.tr/en/pub/susead/issue/28413/302361>
- Yılmaz, N. D. and Karaalp-Orhan, H. S. (2015). Comparative Advantage of Textiles and Clothing: Evidence for Top Exporters in Eastern Europe. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol. 6, Iss. 114, 8-13.

SUMMARY

Electrical machine products play an important role in international trade for the economic development of nations. In the 18th century, industrial revolution led to a shift from an agricultural and handicraft economy to one dominated by industry and machinery productions. The electrical machinery products that started to be produced in this period are mostly based on technology, research and development (R&D) and labor productivity. Countries need to invest in R&D in order to compete in the high-tech sector. R&D contributes to the development of new technologies and innovations by improving technological infrastructure. On the other hand, productivity is known to have an important role in the development of national economies and industries. Countries with high product competitiveness in the global market have high labor productivity to drive R&D activities. This accelerates the innovation processes necessary for the development and improvement of high-tech products. High levels of R&D are of great importance in terms of strengthening the domestic industry and reducing foreign dependence.

This study analyzes Turkey's revealed comparative advantage in high-tech electrical machinery and its determinants against 25 OECD countries for the period 2004-2018 using the RCA index and panel gravity model. The Revealed Comparative Advantage (RCA) developed by Balassa (1965) is one of the most widely used methods for measuring competitiveness. RCA index measures a country's relative advantage or disadvantage in a particular sector based on trade flows. An index of more than one unit indicates that the country's export share exceeds the global export share in that sector and a comparative advantage. On the other hand, the gravity models of international trade developed by Tinbergen (1962) and Pöyhönen (1963) analyze the explanatory power of bilateral trade flows and the dynamic effects between economies. Theories of imperfectly competitive trade and the Hecksher-Ohlin model justify the inclusion of basic variables such as income and distance. According to the existing literature, domestic GDP, foreign GDP, income gaps and distance affect a country's export competitiveness. In particular, it is important to take into account the R&D and productivity gaps between Turkey and OECD countries in the competition for electrical machinery. As countries engage in more R&D activities may have better potentials in terms of technological products. Therefore, technological products become attractive in foreign markets and increase the export figures of countries engaged in R&D activities. Another factor affecting a country's export competitiveness is labor productivity. Higher labor productivity generally encourages technological development and innovation. This leads to the development of more innovative and complex products. On the other hand, higher labor productivity reduces production costs and increases the ability of exporting high-tech products at competitive prices.

According to findings, The RCA index state that Turkey has a comparative disadvantage against OECD countries in electrical machinery products in 2004-2018. However, the RCA index, which measures Turkey's electrical machinery product competitiveness, has shown an increasing trends. The findings of panel gravity model indicate that GDP in Turkey is statistically significant and positive, while GDP in OECD countries is statistically insignificant and positive on the RCA index. The increase in GDP in countries leads to a larger supply for exports, depending on the ratio of export-oriented production to total production. On the other hand, countries with larger economies tend to trade more in absolute terms. GDP per capita gaps between Turkey and OECD countries have a statistically negative effect on the RCA index. Countries with similar GDP and development levels trade more intensively with each other. Accordingly, an increase in GDP per capita gaps between the countries means that this trade relationship may decrease. Moreover, distance between Turkey and OECD countries is statistically significant and negative on the RCA index. Distance between countries is a barrier to trade as it leads to higher transportation costs per unit. In addition, electrical machinery may incur storage costs due to the need for specialized packaging and safe travel. Finally, R&D and labor productivity gaps are statistically significant and negative on the RCA index. The fact that a country has a lower R&D level compared to another country causes to have difficulty in producing technological products,

causing it to miss market demands and opportunities. Turkey needs to reduce this gap in order to gain competitive advantage especially in electrical machinery products. To this end, Turkey should attach importance to R&D expenditures and support R&D activities of firms to produce technologically superior and attractive products. On the other hand, an increase in productivity lead to lower production costs, enabling high-tech products to be produced at lower prices and more competitively. The government needs to provide technical training infrastructure and various training programs in universities, research and technology centers. Moreover, compared to other countries, more financial resources need to be allocated to R&D expenditures in order to achieve a competitive advantage in technology. In this context, reducing Turkey's R&D and labor productivity gaps compared to other countries can increase the competitive advantage of exports of electrical machinery and other high-tech products, and hence the RCA index.