



DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ DERGİSİ

DOGUS UNIVERSITY JOURNAL

e-ISSN: 1308-6979

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/doujournal>

TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SEKTÖRÜNDE ÖNDE GELEN İHRACATÇI ÜLKELERİN TEKNOLOJİK PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: TCI UYGULAMASI

EVALUATION OF THE TECHNOLOGICAL PERFORMANCE OF LEADING TEXTILE AND APPAREL EXPORTING COUNTRIES: APPLICATION OF THE TCI

Zehra YALNIZ⁽¹⁾, Figen BÜYÜKAKIN⁽²⁾

Öz: Günümüzde teknolojik ilerlemeler, küresel ekonomik gelişmeyi belirleyen en önemli unsurlardan biri haline gelmiştir. Özellikle ihracata dayalı sektörlerde dijital dönüşüm ve teknoloji kullanım düzeyi, ülkelerin ekonomik performanslarını doğrudan etkilemektedir. Tekstil ve hazır giyim sektörü, emek yoğun yapısına rağmen son yıllarda dijitalleşme ve otomasyonla önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Bu bağlamda, çalışmada Dünya Ticaret Örgütü (WTO) ve UNCTAD verilerine göre küresel tekstil ve hazır giyim ihracatında ilk sıralarda yer alan 16 ülke incelenmiştir. Çalışma 2000–2022 dönemini kapsamakta olup, bu ülkelerin teknolojik değişim süreçleri Teknolojik Değişim Endeksi (TCI) kullanılarak analiz edilmiştir. TCI endeksi, ülkelerin teknolojiye uyum süreçlerini altyapı, erişim, yenilik ve etki boyutlarında değerlendirmektedir. Endeks hesaplamalarında Ar-Ge harcamaları, bilimsel yayın sayısı, patent başvuruları, bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı ve yüksek teknoloji ihracatı gibi göstergeler kullanılmıştır. Yöntemsel olarak, veriler Min-Max normalizasyon yöntemi ile ölçeklendirilmiş, ardından Açıklayıcı Faktör Analizi (EFA) ve Varimax dik döndürme yöntemi uygulanmıştır. Analiz sonuçları, Güney Kore, Çin, Türkiye ve Hindistan'ın TCI değerlerinde belirgin artış kaydettiğini göstermektedir. Güney Kore 2022 yılında 91 TCI puanı ile en yüksek teknoloji uyum seviyesine ulaşırken, Türkiye aynı yıl 81 puan ile gelişmekte olan ülkeler arasında öne çıkmıştır. Çin ve Hindistan da teknolojiye dayalı üretime geçiş süreçlerini hızlandırmıştır. Buna karşın, Bangladeş, Pakistan ve Endonezya'nın teknolojiye uyum süreçlerinde daha yavaş ilerlediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik Değişim Endeksi, Faktör Analizi, Veri Normalizasyonu, Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü.

Abstract: Technological progress has become one of the most significant determinants of global economic development today. In export-oriented sectors, the level of digital transformation and technology utilization directly influences the economic performance of countries. Despite its labor-intensive structure, the textile and apparel industry has undergone a remarkable transformation in recent years through digitalization and automation. In this context, the study examines 16

(*) Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı kapsamında hazırlanan “Teknolojik Gelişmelerin İstihdam Üzerine Etkisi: Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründen Kanıtlar” isimli doktora tezinden türetilmiştir.

⁽¹⁾ Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, zehrayalnizz41@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2633-2022

⁽²⁾ Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, bfigen@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0226-7265

Geliş/Received: 21-05-2025; Kabul/Accepted: 21-09-2025

Atıf bilgisi: Yalnız, Z. Büyüakın, F. (2026). Tekstil ve hazır giyim sektöründe önde gelen ihracatçı ülkelerin teknolojik performanslarının değerlendirilmesi: TCI uygulaması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 27(1), 593-622, DOI: 10.31671/doujournal.1703645.

countries that rank among the top exporters in global textile and apparel trade, as identified by World Trade Organization (WTO) and UNCTAD data.

The study covers the period 2000–2022 and analyzes the technological transformation processes of these countries using the Technological Change Index (TCI). The TCI evaluates countries' adaptation to technology across four dimensions: infrastructure, access, innovation, and impact. In calculating the index, indicators such as R&D expenditures, the number of scientific publications, patent applications, information and communication technologies infrastructure, and high-technology exports were employed. Methodologically, the data were scaled through the Min-Max normalization method, followed by Exploratory Factor Analysis (EFA) and the Varimax orthogonal rotation method.

The findings reveal that South Korea, China, Turkey, and India have shown a significant increase in their TCI values. South Korea achieved the highest level of technological adaptation in 2022 with a TCI score of 91, while Turkey reached 81 in the same year, standing out among emerging economies. China and India have also accelerated their transition to technology-based production. Conversely, Bangladesh, Pakistan, and Indonesia were found to have progressed more slowly in their technological adaptation processes.

This study provides valuable insights into the technological transformation of textile-exporting countries and highlights the factors that need to be prioritized in order to strengthen competitive advantage in the sector.

Keywords: *Technological Change Index, Factor Analysis, Data Normalization, Textile and Apparel Industry*

JEL: *F4, F6, L6, C1.*

I. Giriş

Tekstil ve hazır giyim sektörü, insanlık tarihinin en eski üretim alanlarından biridir ve giyinme ihtiyacının karşılanmasıyla birlikte sürekli gelişim göstermiştir (Uğurlu, 2021, s. 255). Tarih boyunca bu sektör, sanayileşmenin ilk adımlarını oluşturarak hem üretim hem de istihdam açısından belirleyici bir rol üstlenmiştir (Tanilli, 2016, s. 117).

Sanayi Devrimi ile birlikte sektörde önemli bir sıçrama yaşanmış, mekanik dokuma tezgahlarının kullanımıyla üretim kapasitesi hızla artmıştır (Kılıç, 2023, s. 279). Uçan mekik ve yeni dokuma teknikleri, üretim süreçlerini daha verimli hâle getirerek sektörü endüstriyel dönüşümün merkezine taşımıştır (Mantoux, 2006, s. 208). Bu dönemde tekstil sanayisi, sanayi devrimini şekillendiren öncü sektörlerden biri olmuştur (Üstüner, 2017, s. 49).

İkinci Sanayi Devrimi ile elektriğin üretime dahil edilmesi, iplik eğirme ve örme makinelerinde seri üretimi mümkün kılmıştır (Rathore, 2002, s. 224). Yirminci yüzyılda bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) sistemlerinin kullanılması, tasarım ve üretim süreçlerini dijitalleştirmiş; böylece üretim verimliliği artarken maliyetler azalmıştır (Gökten, 2018, s. 886).

Son dönemde gelişen Endüstri 4.0 uygulamaları, tekstil ve hazır giyim sektörünü yeni bir dönüşüm sürecine sokmuştur. Akıllı fabrikaların ortaya çıkışı, üretim süreçlerinde nesnelerin interneti ve robotik sistemlerin kullanımını yaygınlaştırmış, bu durum sektörde yapısal bir değişim yaratmıştır (Gökalp vd., 2019, s. 76). Bununla birlikte, emek-yoğun yapısıyla öne çıkan tekstil sektöründe Endüstri 4.0'ın istihdam

üzerindeki etkileri konusunda belirsizlikler söz konusudur (İlhan, 2019, s. 811). Ayrıca, yeni teknolojilerin üretkenlik artışı yanında sürdürülebilirlik açısından da dikkatle ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Bai vd., 2020, s. 3).

Günümüzde teknolojik ilerlemeler, ekonomik ve sosyal yaşamın en belirleyici unsurlarından biri haline gelmiştir. Özellikle ihracata dayalı sektörlerde dijitalleşme, otomasyon ve yenilikçi teknolojilerin kullanımı, ülkelerin rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir. Tekstil ve hazır giyim sektörü de emek yoğun yapısına rağmen son yıllarda dijitalleşme ve otomasyon ile önemli bir dönüşüm geçirmiştir.

Söz konusu gelişmeler sonucunda teknolojinin ölçümüne yönelik olarak farklı uluslararası kuruluşlar tarafından çeşitli endeksler geliştirilmiştir. Örneğin, Küresel İnovasyon Endeksi (WIPO), ülkelerin inovasyon faaliyetlerini ölçmekte; Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) Gelişim Endeksi (ITU), dijital altyapıyı değerlendirmekte; Ağ Hazırlığı Endeksi (WEF), ülkelerin dijital teknolojilere adaptasyon kapasitesini analiz etmekte; Dijital Evrim Endeksi (Tufts Üniversitesi) dijital ekonominin ilerleyişini izlemekte; Bloomberg İnovasyon Endeksi ise Ar-Ge yatırımları ve üretimdeki katma değeri ölçmektedir. Bunun yanında, UNDP'nin Teknoloji Başarı Endeksi ülkelerin teknoloji üretme, yayma ve kullanma becerilerini incelerken, ArCo Endeksi patentler, bilimsel yayınlar ve internet kullanımı gibi göstergelere odaklanmaktadır.

Türkiye açısından bakıldığında, tekstil ve hazır giyim sektörünün gelişiminde tarihsel bir süreklilik söz konusudur. 1930'lardan itibaren Sümerbank gibi kurumlarla altyapı oluşturulmuş, 1996'da AB ile Gümrük Birliği Anlaşması sayesinde kotasız ihracat imkânı elde edilmiştir. 2007 sonrası Çin'in AB pazarına girmesiyle birlikte Türkiye, fiyat rekabeti yerine moda, marka ve katma değeri yüksek ürün stratejisine yönelmiştir (Uyanık & Çelikel, 2019). Günümüzde sektör, imalat sanayi üretiminin yaklaşık %15'ini, yaratılan katma değerin ise %16'sını sağlamaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023). Ayrıca 2021'de yaklaşık 1,1 milyon kişilik istihdam ile imalat sanayi istihdamının %27'sini oluşturmuştur (SGK, 2023). Buna karşılık, Ar-Ge harcamalarının imalat sanayine oranla düşük kalması (%2,4) sektörün teknolojik dönüşüm kapasitesini sınırlamaktadır (TÜİK, 2023).

Literatürde, uluslararası teknoloji yayılımı ve teknoloji özümseme kapasitesi (absorptive capacity) kavramının önemli olduğu görülmektedir. Bostan ve Karadağ (2025), Türk imalat sanayinde yabancı doğrudan yatırımlar (FDI) ve ihracat gibi kanalların özellikle teknoloji özümseme kapasitesi yüksek olan firmalarda yenilik performansına katkı sağladığını bulmuştur. Bostan ve Karadağ (2022a), yüksek teknoloji yoğun sektörlerde yenilik performansının daha güçlü olduğunu; düşük teknoloji yoğun sektörlerde ise FDI'nın belirleyici olduğunu ortaya koymuştur. Bostan ve Karadağ (2022b) ise Türkiye'de yüksek teknoloji segmentinin büyük ölçüde yabancı firmalar ekseninde şekillendiğini, yerli firmaların ise daha çok düşük ve orta teknoloji yoğun sektörlerde yoğunlaştığını tespit etmiştir. Bu bulgular, TCI'nin yalnızca nicel göstergelerle değil, aynı zamanda teknoloji özümseme kapasitesi ve sektörlerin teknoloji yoğunluğu ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Küresel ölçekte tekstil sektöründeki teknolojik dönüşüm; akıllı üretim sistemleri, yapay zekâ tabanlı kalite kontrol, nesnelerin interneti (IoT), dijital baskı teknolojileri ve e-ticaret altyapıları ile şekillenmektedir. Yenilikçi uygulamalar hem ürün yeniliğini (örneğin teknik tekstiller, sürdürülebilir kumaşlar) hem de süreç yeniliğini (örneğin otomatik kesim makineleri, Endüstri 4.0 uygulamaları) kapsamaktadır. Türkiye

özelinde yapılan çalışmalar da bu dönüşümü desteklemektedir. Özbek ve Alan (2022), tekstil işletmelerinin %47'sinde, hazır giyim işletmelerinin ise %29'unda Endüstri 4.0 uygulamalarının hayata geçirildiğini ortaya koymaktadır.

Yukarıda özetlenen tarihsel, kuramsal ve sektörel çerçeve doğrultusunda, bu çalışmada, Dünya Ticaret Örgütü (WTO) ve Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) verilerine göre küresel tekstil ve hazır giyim ihracatında önde gelen 16 ülke ele alınmakta ve 2000–2022 dönemi incelenmektedir. Analizde kullanılan Teknolojik Değişim Endeksi (TCI), altyapı, erişim, yenilik ve etki boyutlarıyla teknolojiyi çok boyutlu biçimde ölçmekte ve ülkeler arası karşılaştırmalı analiz imkânı sunmaktadır.

Bu çalışmanın önemi, tekstil ve hazır giyim sektöründe teknolojik dönüşümün rekabet avantajına etkilerini küresel ölçekte sistematik biçimde analiz etmesinden kaynaklanmaktadır. Çalışmanın amacı, önde gelen ihracatçı ülkelerin teknolojiye uyum düzeylerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymak, Türkiye'nin konumunu Güney Kore gibi başarılı örneklerle kıyaslamak ve sektörel rekabet avantajının hangi faktörlere dayandığını incelemektir. Araştırma sorusu şu şekilde formüle edilmiştir: *“Tekstil ve hazır giyim sektöründe önde gelen ihracatçı ülkelerin teknolojiye uyum düzeyleri hangi faktörlere bağlıdır ve Türkiye bu süreçte hangi konumda yer almaktadır?”*

Makale şu şekilde yapılandırılmıştır: giriş bölümünün ardından, ikinci bölümde literatür incelemesi sunulmaktadır. Üçüncü bölümde veri seti ve yöntem açıklanmakta, dördüncü bölümde ise analiz bulguları, tartışmalar, sonuçlar ve politika önerileri yer almaktadır. Ayrıca bu bölümde çalışmanın kısıtları ve gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler de aktarılmaktadır.

2. Literatür

Ülkelerin ya da sektörlerin teknoloji kapasitelerinin ölçülmesi, inovasyon sistemlerinin ekonomik kalkınma üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi ve teknolojik dönüşümün iş gücü piyasasına yansımalarının değerlendirilmesi literatürde geniş biçimde ele alınmaktadır. Bu çalışmalar, genellikle Ar-Ge yatırımları, insan sermayesi, patent sayıları, dijital altyapı ve inovasyon çıktıları gibi göstergelerin teknoloji kapasitesinin temel belirleyicileri olduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışmalar farklı dönemler, ülke grupları ve yöntemler kullanılarak yürütülmüş olup, bulguların ortak bir çerçevede değerlendirilmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu nedenle çalışmamızda literatür, dört ana grup altında sınıflandırılarak ele alınmaktadır: (i) Kuramsal ve kavramsal çerçeve – inovasyonun ekonomik büyüme ve küresel sistemler üzerindeki etkisini ortaya koyan temel yaklaşımlar, (ii) Ulusal inovasyon kapasitesi ve ölçüm yaklaşımları – ülke grupları düzeyinde inovasyon kapasitesinin belirleyicilerini analiz eden ampirik çalışmalar, (iii) Endeks geliştirme ve ölçüm çalışmaları – teknolojik kapasiteyi değerlendirmeye yönelik çeşitli endeks ve metodolojik katkılar, (iv) Türkiye ve sektörel uygulamalar – Türkiye özelinde ve emek-yoğun sektörlerde yapılan analizler. Bu sınıflandırma, literatürü sistematik biçimde ele almayı sağlarken, çalışmanın TCI endeksi aracılığıyla sunduğu sektörel üretime katkısını anlaşılır kılmaktadır.

(i) Kuramsal ve Kavramsal Çerçeve: Freeman ve Soete (1997), sanayi inovasyonlarının ekonomik etkilerini ele alan klasik bir çalışma olarak kabul edilen *The Economics of Industrial Innovation* adlı kitabında, inovasyonun ekonomik büyüme, sanayi yapıları ve rekabetçilik üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir.

Çalışmanın amacı, teknolojik değişimin ekonomik sistemlerle nasıl etkileşime girdiğini incelemek ve inovasyon süreçlerinin sanayi üzerindeki uzun vadeli etkilerini ortaya koymaktır. Yapılan analiz sonucunda, inovasyonun ekonomik büyüme ve sanayi dönüşümünün temel belirleyicisi olduğu saptanmış ve teknolojik değişimin ekonomik yapıları nasıl şekillendirdiği açıklanmıştır.

Archibugi ve arkadaşları (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, küresel ekonomide inovasyon sistemlerinin rolü incelenmiş, ulusal ve bölgesel inovasyon sistemlerinin uluslararası düzeyde nasıl şekillendiği ele alınmıştır. Çalışmada, ulusal ve uluslararası inovasyon sistemleri karşılaştırılmış, ABD, İngiltere, Çin gibi ülkelerden ve bazı sektörlerden örnekler verilerek küresel inovasyon sistemlerinin nasıl geliştiği hakkında ampirik gözlemler sunulmuştur.

Klaus Schwab (2016) tarafından yazılan *Dördüncü Sanayi Devrimi* isimli çalışmada, endüstriyel dönüşümün son aşaması ele alınmış, dijitalleşme, yapay zekâ, nesnelerin interneti, biyoteknoloji ve otomasyon gibi teknolojilerin ekonomi, toplum ve bireyler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Schwab, bu kitabında dördüncü sanayi devriminin geçmişteki sanayi devrimlerinden farklı olarak yalnızca üretim süreçlerini değil aynı zamanda iş modellerini, küresel tedarik zincirlerini ve hatta insan yaşam biçimlerini de kökten değiştireceğini savunmaktadır.

Hamdouna ve Khmelyarchuk (2025), teknolojik inovasyonların sürdürülebilir rekabet üzerindeki rolünü sistematik bir literatür taramasıyla incelemiş, teknolojik yeniliklerin ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği artırıcı etkilerini vurgulamıştır.

Bu grupta yer alan çalışmalar inovasyonun ekonomik büyüme, küresel sistemler ve dördüncü sanayi devrimi bağlamında önemini ortaya koymaktadır. Ancak makro analiz yapılması ve küresel bağlamda olmaları nedeniyle sektörel düzeyde uygulamalara sınırlı yer verilmiştir. Çalışma, bu boşluğu doldurarak TCI endeksi aracılığıyla tekstil ve hazır giyim sektöründe teknolojinin sektörel üretim üzerindeki etkilerini ampirik olarak test etmektedir.

(ii) Ulusal İnovasyon Kapasitesi ve Ölçüm Yaklaşımları: Furman ve arkadaşları (2002), ülkelerin inovasyon kapasitelerini belirleyen faktörleri analiz ederek ulusal inovasyon sistemlerinin rekabetçilik ve ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 1973-1996 döneminde 17 OECD ülkesine ait veriler kullanılmış ve panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Bulgular, inovasyon kapasitesinin yalnızca Ar-Ge harcamalarına değil eğitim, kurumsal yapı, sanayi iş birlikleri ve inovasyon politikalarına da bağlı olduğunu göstermektedir.

Fagerberg ve Srholec (2008), 100'den fazla ülkenin inovasyon performansını, kurumsal yapısını ve ekonomik kalkınma düzeylerini çok değişkenli istatistiksel analizler ve regresyon modelleriyle karşılaştırmış, güçlü inovasyon sistemlerine sahip ülkelerin daha yüksek ekonomik kalkınma seviyelerine ulaştığını ortaya koymuştur.

Castellacci ve Natera (2013), ülkelerin yenilikçi kapasiteleri ile yeniliği özümseme kapasiteleri arasındaki eşgelişimi panel eşbütünleşme analizi ve Granger nedensellik yöntemleriyle incelemiş ve bu iki kapasitenin birbirini tamamlayan unsurlar olduğunu saptamıştır.

Bu grupta yer alan çalışmalar, ulusal teknoloji kapasitesinin belirleyicilerini çok boyutlu olarak analiz etmektedir. OECD ve geniş ülke grupları üzerinden yapılan bu araştırmalar, Ar-Ge, eğitim, kurumsal yapı ve teknolojiyi içselleştirme kapasitesi gibi faktörlerin önemini ortaya koymaktadır. Ancak, tekstil ve hazır giyim gibi emek-

yoğun sektörlerin teknolojiye bağlı üretim kapasiteleri yeterince incelenmemiştir. Çalışma, TCI endeksiyle sektörel düzeyde teknoloji kapasitesini ölçerek bu boşluğu doldurmaktadır.

(iii) Endeks Geliştirme ve Ölçüm Çalışmaları: Desai ve arkadaşları (2002), teknolojik başarı düzeylerinin ölçülmesi için Teknoloji Başarı Endeksi (TAI)'ni geliştirmiştir. Çalışmada teknolojik ilerleme yalnızca Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarıyla değil, aynı zamanda teknolojinin toplum tarafından benimsenmesiyle de değerlendirilmiştir.

Archibugi ve Coco (2004), yenilik kapasitesi, insan sermayesi ve teknoloji yayılımına dayanan ArCo göstergesini geliştirmiş ve 198 ülkenin teknolojik gelişmişlik düzeyini karşılaştırmıştır.

Grupp ve Schubert (2010), küresel inovasyon endeksi, Avrupa inovasyon skoru, patent ve Ar-Ge harcamaları gibi ölçütleri karşılaştırmalı olarak analiz etmiş, bileşik inovasyon göstergelerinin daha güvenilir olduğunu bulmuştur.

Filipetti ve Peyrache (2011), 27 OECD ülkesinin teknolojik etkinliğini Veri Zarflama Analizi (VZA) ile ölçmüş ve sadece 7 ülkenin etkin olduğunu saptamıştır.

Nasir ve arkadaşları (2011), 2009 Teknoloji Başarı Endeksi (TAI) temelinde 72 ülkenin teknolojiye erişim, üretim ve yayılım düzeylerini karşılaştırmış, ülkeleri yüksek, orta ve düşük performans gruplarına ayırmıştır.

Cerulli ve Filipetti (2012), teknolojik kapasite göstergelerinin birbirini tamamladığını ve tek bir değişkenle ölçümün yetersiz olduğunu ortaya koymuştur.

Wunsch-Vincent, Lanvin ve Dutta (2015), Küresel Yenilik Endeksi raporunda 140'tan fazla ülkenin inovasyon kapasitesini karşılaştırmış, inovasyon politikalarının kalkınma üzerindeki rolünü vurgulamıştır.

Butturi, Neri, Mercalli ve Gamberini (2025), tekstil imalat sanayisinde sürdürülebilirlik odaklı inovasyonu pre-consumer waste recovery ve döngüsel modeller üzerinden analiz etmiştir.

Hassan, Acerbi, Terzi ve Rosa (2025), tekstil sektöründe sürdürülebilirlik ve dijitalleşme odaklı ikiz dönüşümü sistematik literatür taramasıyla değerlendirmiştir.

Bermeo-Giraldo ve arkadaşları (2025), tekstil sektöründe dijital dönüşüm araştırma gündemini bibliyometrik analizle incelemiş, gelecekteki eğilimleri ortaya koymuştur.

Bu grupta yer alan çalışmalar, teknolojik kapasiteyi ölçmek için çeşitli endeksler ve yöntemler geliştirmiştir. Klasik endeksler (TAI, ArCo, GII) teknoloji ölçümünde önemli katkılar sunarken, yeni çalışmalar (Butturi, Hassan, Bermeo-Giraldo) sürdürülebilirlik ve dijitalleşme boyutlarını ön plana çıkarmaktadır. Ancak bu literatür genellikle ülke düzeyinde kalmakta ve sektörel analizler sınırlı kalmaktadır. Çalışma, TCI endeksini tekstil ve hazır giyim sektörüne uygulayarak endeks geliştirme literatürünü sektörel düzeyde zenginleştirmektedir.

(iv) Türkiye ve Sektörel Uygulamalar: Ertürk ve Koç (2021), Türkiye'de mutluluğun belirleyicilerini analiz etmiş ve sosyo-ekonomik değişkenlerin refah üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Bu çalışmada kullanılan istatistiksel yöntem TCI'nin elde edilmesinde de kullanılmıştır.

Göçeri (2023), 1993-2019 döneminde 40'tan fazla ülkeyi kapsayan panel veri analiziyle teknolojik dönüşümün iş gücü piyasası ve gelir dağılımına etkilerini incelemiş ve TCI endeksi aracılığıyla iş kutuplaşmasının arttığını göstermiştir.

Kalaycıoğlu (2023), açık inovasyon stratejisinin KOBİ'lerin inovasyon ve ihracat performansı üzerindeki etkilerini incelemiş ve inovasyon ikliminin bu ilişkide düzenleyici rol oynadığını ortaya koymuştur.

Türkiye ve sektörel düzeyde yapılan araştırmalar, teknolojinin sosyo-ekonomik göstergeler, iş gücü piyasası ve firma performansı üzerindeki etkilerini göstermektedir. Ancak sektörel düzeyde gerçekleştirilmiş olan ampirik analizler sınırlıdır. Çalışma, TCI endeksini doğrudan tekstil ve hazır giyim sektöründe rekabetçi olan ülkelere uygulayarak sektörel rekabet gücü üzerine özgün bir katkı sunmaktadır.

3. Veri Seti ve Yöntem

Ekonomik ve sosyal yaşamda yeni teknolojilerin giderek daha fazla yer edinmesi, teknolojik değişimlerin ekonometrik analizlerde kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada analiz kapsamına alınan 16 ülke, Dünya Ticaret Örgütü (WTO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verileri esas alınarak seçilmiştir. Söz konusu ülkeler, 2016–2023 döneminde tekstil ve hazır giyim sektöründe küresel ihracatta ve istihdamda en yüksek paya sahip ülkeler arasında yer almakta olup, bu nedenle sektörün önde gelen aktörleri olarak değerlendirilmiştir. Tablo 1, bu ülkelerin dönem içerisindeki ihracat değerlerini ortaya koyarken; Şekil 1, pazar payı ve istihdam yapısına ilişkin güncel verileri görsel olarak sunmaktadır. Dolayısıyla, seçilen 16 ülkenin dünya tekstil ve hazır giyim ticaretinde lider konumları istatistiksel göstergelerle sunulmaktadır.

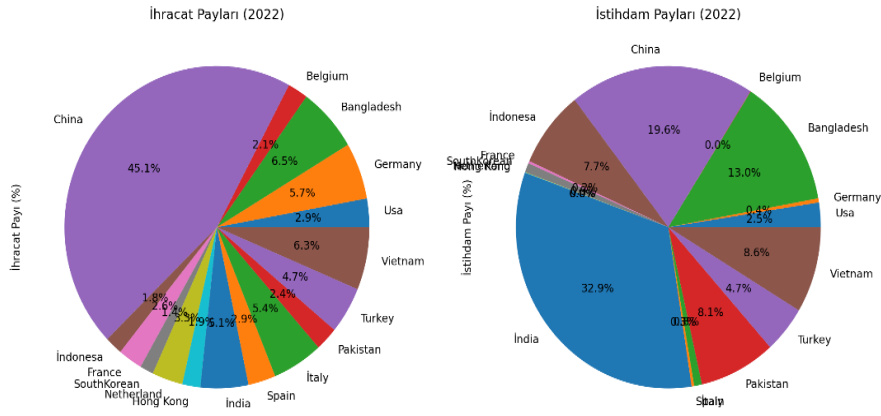
Tablo 1. Ülkelerin Tekstil ve Hazır Giyim İhracat Değerleri: 2016-2023 Dönemi (Milyon \$)

Ülke	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Çin	262785	267059	276491	271112	295592	317368	330672	299079
Bangladeş	30232	30890	34543	35604	29180	37945	47897	49389
Almanya	30783	35303	39181	38402	37566	42238	41459	43692
İtalya	33488	35465	38449	38485	32612	39812	41551	42415
Vietnam	29113	32236	37124	39961	37863	42177	46322	42071
Hindistan	34053	35391	34667	34349	28015	38383	36980	33408
Türkiye	26659	27304	28110	28158	27048	33894	34493	31995
Hollanda	15424	16202	19311	19751	19663	23948	24583	24353
Fransa	15679	16524	18287	18044	15980	19034	20392	22107
İspanya	16955	18884	19629	19638	16438	20751	21431	20107
ABD	18903	19337	19868	19323	16212	19258	21034	19578
Pakistan	12783	13338	13946	14033	13289	17644	18841	16261
Belçika	14374	15163	16130	15656	14691	15861	15548	15024
Endonezya	11579	12257	12936	12291	10415	12825	13263	11020
Güney Kore	12092	11881	11919	11067	9664	10886	10499	9079
Hong Kong	23589	22099	21248	18688	13671	14001	10081	9038

Kaynak: www.wto.org, Erişim Tarihi: 10.01.2025.

Tablo 1, 2016–2023 döneminde dünya tekstil ve hazır giyim ihracatında öne çıkan ülkelerin ihracat değerlerini göstermektedir. Tablo, ülkelerin toplam ihracat performansları dikkate alınarak 2023 yılı sonuçlarına göre sıralandırılmıştır. Veriler incelendiğinde, Çin'in 2023 yılında yaklaşık 299 milyar \$'lık ihracat hacmiyle lider konumda olduğu görülmektedir. Bangladeş, 49,4 milyar \$'a ulaşan ihracat değeriyle ikinci sıraya yükselmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sektörde artan rekabet gücünü ortaya koymuştur. Almanya, İtalya ve Vietnam benzer seviyelerde ihracat gerçekleştirerek üst sıralarda yer almakta; Türkiye ise 32 milyar \$ ile yedinci sıradaki konumunu korumaktadır. 2020 yılında Covid-19 pandemisinin etkisiyle sektör genelinde belirgin bir daralma yaşanırken, Çin dışındaki ülkelerin ihracatında düşüşler gözlenmiştir. Bununla birlikte, Hong Kong'un ihracatında 2016–2023 arasında %62 oranında gerileme (23,6 milyar \$'dan 9 milyar \$'a) yaşanması, küresel tedarik zincirlerindeki yeniden yapılanmanın çarpıcı bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ayrıca tablo, düşük iş gücü maliyetleri ve hammadde kaynaklarının bolluğu sayesinde Çin, Bangladeş, Vietnam, Hindistan ve Pakistan gibi ülkelerin ihracattaki güçlü konumlarını koruduklarını göstermektedir. Buna karşılık, sanayileşmiş ülkeler tekstil sektöründen tamamen çekilmemiş olsa da, bu sektörün toplam ihracatları içindeki nispi önemi zamanla azalmıştır.

İstihdam boyutuna bakıldığında, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre 2022 yılında dünya genelinde tekstil ve hazır giyim sektöründe yaklaşık 91 milyon kişi çalışmaktadır (www.ilo.org, 18.01.2025). Bu istihdamın %60'ı Asya kıtasında yoğunlaşmaktadır (www.globalnaps.org, 18.01.2025). Çalışmada odaklanılan ve küresel ölçekte başlıca ihracatçılar arasında yer alan 16 ülkenin (ABD, Almanya, Bangladeş, Belçika, Çin, Endonezya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, Hong Kong, Hindistan, İspanya, İtalya, Pakistan, Türkiye ve Vietnam) pazar ve istihdam payları Şekil 1'de sunulmaktadır.



Kaynak: www.wto.org, www.ilo.org, Erişim Tarihi: 15.01.2025.

Şekil 1. Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründe Faaliyet Gösteren Ülkelerin Pazar Payı ve İstihdam Yapısı (2022)

Şekil 1'in verileri, emek-yoğun üretim yapan ülkelerin (Çin, Hindistan, Bangladeş, Vietnam, Pakistan ve Endonezya) dünya ihracatının üçte ikisinden fazlasını (%67,15)

gerçekleştirdiğini ve toplam istihdamın %90'ını oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, söz konusu ülkelerin rekabet avantajını büyük ölçüde düşük işgücü maliyetlerine dayandığını göstermektedir. Öte yandan, Hong Kong, Hollanda ve Belçika gibi ülkeler ihracatta (%7,31) ve istihdamda (%0,11) oldukça sınırlı paylara sahiptir.

Ele alınan çalışmada, yukarıda açıklanan ve dünya tekstil ve hazır giyim sektöründe önde gelen ihracatçı konumundaki 16 ülkenin (Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Almanya, Bangladeş, Belçika, Çin, Endonezya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, Hong Kong, Hindistan, İspanya, İtalya, Pakistan, Türkiye ve Vietnam), teknolojik yapısında meydana gelen değişimin yansımaları ve inovasyon süreçleri TCI değerleri elde edilerek değerlendirilmektedir. TCI, teknolojik gelişmeyi teknoloji kullanımı, altyapı, yenilik ve etki boyutları olmak üzere dört ana boyut kapsamında inceleyen bir ölçüm sistemi olarak geliştirilmiştir. 13 göstergenin ele alındığı istatistiksel bir yöntem olarak tasarlanan TCI, faktör analizinden yararlanılarak oluşturulan tek bir ölçütün ifade ettiği bileşik ve tartılı bir endeks olmaktadır. Böylece, bu endeks aracılığıyla teknolojik değişimin ekonomik alanlara ve özellikle tekstil sektörü gibi küresel rekabete açık endüstrilere olan etkisi çok yönlü olarak değerlendirilebilmekte, geniş kapsamlı analizler yapılabilen ve karar alıcılar için stratejik bilgiler sunulabilmektedir (Göçeri, 2023: 62). Ele alınan çalışmada, faktör analizi sonucunda belirlenen TCI, çalışmada incelenen 16 ülkenin 2000-2022 dönemi için geçerli olan yıllık verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan veri seti, uluslararası kurum ve kuruluşların güvenilir istatistik tabanlarından derlenmiştir. Teknolojik Değişim Endeksi (TCI)'ni oluşturmak amacıyla kullanılan altyapı, erişim, yenilik ve etki göstergelerine ilişkin veriler; OECD Statistics Database (www.oecd.org), Dünya Bankası World Development Indicators (www.worldbank.org) ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) veritabanı (www.itu.int) kaynaklarından temin edilmiştir. Patent başvuruları, Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayısı, internet ve mobil abonelikler, sabit geniş bant kullanımı, ATM yoğunluğu, bilimsel yayın sayısı, bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı, istihdam başına milli gelir ve orta-yüksek teknoloji üretim katma değerine ilişkin veriler bu veri tabanlarından sağlanmıştır. Söz konusu göstergeler, 2000-2022 dönemi için yıllık bazda toplanmış ve faktör analizi yöntemiyle bileşik bir endeks (TCI) haline getirilmiştir. Aşağıda yer alan Tablo 2, TCI göstergelerinin veri setini yansıtmaktadır.

Tablo 2. TCI Göstergeleri

Kategori	Gösterge	Açıklama	Kaynaklar
Altyapı Göstergeleri	RDE (Research and development expenditure)	AR-GE Harcamalarının GSYİH'daki yeri (GSYİH yüzdesi olarak)	www.oecd.org
Altyapı Göstergeleri	RES (Research in R&D)	AR-GE'deki araştırmacılar (milyon kişi başına)	www.oecd.org
Altyapı Göstergeleri	SCH (School enrollment, tertiary)	Yüksek öğrenimde okul kayıt oranı (GSYİH yüzdesi)	www.worldbank.org
Altyapı Göstergeleri	IBW (International bandwidth)	Uluslararası bant genişliği (Mbit/s)	www.itu.int
Erişim ve Kullanım Göstergeleri	INT (Individuals using the internet)	İnternet kullanan bireyler (nüfusun yüzdesi)	www.oecd.org
Erişim ve Kullanım Göstergeleri	FBS (Fixed broadband subscriptions)	Sabit geniş bant abonelikleri (100 kişi başına)	www.oecd.org
Erişim ve Kullanım Göstergeleri	MCS (Mobile cellular subscriptions)	Mobil telefon abonelikleri (100 kişi başına)	www.oecd.org
Erişim ve Kullanım Göstergeleri	ATM (Automated teller machines)	ATM'ler (100.000 yetişkin başına)	www.oecd.org
Yenilik Göstergeleri	PAT (Patent applications)	Patent başvuruları (yerleşik kişi sayısına göre)	www.oecd.org
Yenilik Göstergeleri	STJ (Scientific and technical journal articles)	Bilimsel ve teknik makale sayısı	www.worldbank.org
Etki Göstergeleri	GDP (GDP per person employed)	İstihdam başına milli gelir	www.worldbank.org
Etki Göstergeleri	ICT (ICT goods exports)	Bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı (toplam ihracatın yüzdesi)	www.oecd.org
Etki Göstergeleri	MHT (Medium and high-tech manufacturing value added)	Orta ve yüksek teknoloji üretim katma değeri (toplam üretimin yüzdesi)	www.worldbank.org

TCI değerlerini oluşturmak için Tablo 2’de açıklanan göstergeler kullanılmaktadır. Analize başlamadan önce veri setinin farklılıklar içermesinden dolayı veri normalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Normalizasyon, veri ön işleme sürecinde kullanılan bir ölçeklendirme tekniği olup verilerin belirli bir aralığa dönüştürülmesini sağlamaktadır. Literatürde Min-Max normalizasyonu olarak bilinen bu yöntem, orijinal veri değerleri üzerinde doğrusal bir dönüşüm gerçekleştirerek belirlenen aralık içinde ölçeklendirme işlemini yapmaktadır (Saranya ve Manikandan, 2013: 2702). Bu şekilde, farklı ölçeklere sahip verilerin ortak bir ölçekle ifade edilmesi sağlanarak analiz süreçlerinde karşılaştırılabilirlik artırılmaktadır. Söz konusu normalizasyon yöntemi denklem 1’de gösterilmektedir (Singh ve Singh, 2020: 4):

$$X_t = (x_0 - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

Normalizasyon yöntemi ile dönüştürülen veriler daha sonra faktör analizine tabi tutulmaktadır. Faktör analizi, 20. yüzyılın başlarında Spearman (1904) tarafından geliştirilmiş olup özellikle 1970'lerden itibaren bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu analiz yöntemi, birbiriyle ilişkili değişkenler arasındaki korelasyonları inceleyerek ortak özelliklere sahip değişkenleri belirli gruplar veya faktörler altında sınıflandırmayı amaçlamaktadır. Faktör analizi, karmaşık veri kümelerini daha sade bir yapıya indirmek için kullanılan bir dizi istatistiksel teknik olarak tanımlanabilir (Kline, 2014: 3). Bu yöntemin temel amacı, veri setindeki değişkenler arasındaki kovaryans yapısını belirleyerek çok sayıda değişkenle açıklanan teorik bir modeli veya hipotezi daha az sayıda bileşene indirmek ve anlamlı bir çerçevede sunmaktır.

Faktör analizi, Açıklayıcı Faktör Analizi (EFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (CFA) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Stapleton, 1997: 4-6); EFA, veri setindeki faktörlerin sayısına dair önceden belirlenmiş bir hipotezin olmadığı durumlarda kullanılmakta ve değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesini sağlamaktadır. CFA ise önceden belirlenen bir hipotezi test etmek amacıyla uygulanmakta ve faktörlerle değişkenler arasındaki ilişkilerin doğruluğunu test etmektedir. Faktör analizinde verilerin uygunluğunu değerlendirmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ve Bartlett küresellik testi uygulanmaktadır. KMO testi, değişkenler arasındaki korelasyonları ölçerek faktör analizine uygun olup olmadığını belirlemektedir (Shrestha, 2021: 6):

$$KMO_j = \frac{\sum_{i \neq j} R_{ij}^2}{\sum R_{ij}^2 + \sum U_{ij}^2} \quad (2)$$

2 numaralı denklemde, R^2 korelasyonları, U^2 ise kısmi korelasyonları ifade etmektedir (Shrestha, 2021: 6). KMO değeri 0,50 ve üzeri olduğunda veri, faktör analizi için uygun olmaktadır (Yurdugül, 2005: 2). Bartlett's küresellik testi ise bir ki-kare (χ^2) istatistiğidir ve değişkenlere ait korelasyon matrisinin birim matris olup olmadığını test etmekte ve korelasyon matrisinin anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Hipotez testi aşamasında H_0 : "Korelasyon matrisi birim matristir" şeklinde ifade edilmektedir. Bartlett's testi denklem 3'teki formülle gösterilmektedir (Yurdugül, 2005: 1):

$$X^2 = -(N-1) - (2k + 5/6) \ln|R| \quad (3)$$

Denklem 3'te gösterildiği gibi Bartlett's testi değeri (X^2), örneklem büyüklüğü (N), değişken sayısı (k) ve korelasyon matrisinin determinantı ($|R|$) kullanılarak hesaplanmaktadır (Yurdugül, 2005: 1): P değeri 0,05'ten küçük olduğunda, korelasyonlar anlamlı kabul edilmekte ve veriler faktör analizi için uygun olmaktadır. Faktör analizinin aşamaları dikkate alındığında, öncelikle k değişken ve n örneklem büyüklüğüne ait korelasyon matrisi hesaplanmakta ve analiz için uygun değişkenler saptanarak ya hipoteze dayalı (CFA) ya da keşfedici (EFA) bir yaklaşımla faktör sayısı belirlenmektedir. Ardından, faktörlerin daha anlamlı hale gelmesi için dik veya eğik döndürme (rotasyon) uygulanmaktadır. Son olarak, faktör ağırlıkları

hesaplanmakta ve ardından faktörlerin değişkenleri açıklama düzeyleri değerlendirilmektedir.

3.1. Faktör Analizi

Çalışmada ele alınan 16 ülkenin 2000-2022 dönemine ilişkin TCI değerleri hesaplanırken öncelikle faktör analizi yönteminin uygulanması gerekmektedir. Bunun için de başlangıçta veri normalizasyonu işlemi yapılmış ve göstergelerin 0 ile 1 arasında ölçeklendirilmesi sağlanmıştır. Böylece, uç değerlerin endeks sonuçlarını aşırı derecede etkilemesi önlenmiş olmaktadır. Normalizasyon işlemi sonrası, faktör analizi uygulanmış ve faktörlere ait korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Faktör çözümlemesi aşamasında, Varimax dik döndürme yöntemi kullanılmış ve açıklayıcı faktör analizi (EFA) gerçekleştirilmiştir. Ardından, faktör yükleri belirlenerek endeks değerleri hesaplanmıştır. Araştırma verilerinde eksik gözlemlerin bulunması nedeniyle eksik değerler aritmetik ortalama yöntemi ile tamamlanmıştır. Faktör analizi hesaplamaları için SPSS 22 paket programı kullanılmış olup aşağıda yer alan Tablo 3'te faktör analizine ait korelasyon matrisi gösterilmiştir:

Tablo 3. Korelasyon Matrisi

	RDE	RES	SCH	İBW	İNT	FBS	MCS	ATM	PAT	STJ	GDP	İCT	MHT
RDE	1,00	0,55	0,33	0,33	0,48	0,46	0,44	0,07	0,25	0,41	0,34	-0,23	0,16
RES	0,55	1,00	0,52	0,45	0,61	0,60	0,58	0,19	0,39	0,57	0,53	-0,32	0,23
SCH	0,33	0,52	1,00	0,45	0,59	0,65	0,64	0,22	0,42	0,53	0,61	-0,22	0,34
İBW	0,33	0,45	0,45	1,00	0,76	0,73	0,64	0,41	0,51	0,66	0,56	-0,24	0,21
İNT	0,48	0,61	0,59	0,76	1,00	0,91	0,81	0,41	0,58	0,78	0,73	-0,19	0,25
FBS	0,46	0,60	0,65	0,73	0,91	1,00	0,78	0,39	0,52	0,77	0,73	-0,31	0,34
MCS	0,44	0,58	0,64	0,64	0,81	0,78	1,00	0,43	0,56	0,76	0,79	-0,26	0,23
ATM	0,07	0,19	0,22	0,41	0,41	0,39	0,43	1,00	0,48	0,30	0,39	0,01	0,05
PAT	0,25	0,39	0,42	0,51	0,58	0,52	0,56	0,48	1,00	0,64	0,54	-0,08	-0,06
STJ	0,41	0,57	0,53	0,66	0,78	0,77	0,76	0,30	0,64	1,00	0,59	-0,39	0,23
GDP	0,34	0,53	0,61	0,56	0,73	0,73	0,79	0,39	0,54	0,59	1,00	-0,08	0,15
İCT	-0,23	-0,32	-0,22	-0,24	-0,19	-0,31	-0,26	0,01	-0,08	-0,39	-0,08	1,00	-0,21
MHT	0,16	0,23	0,34	0,21	0,25	0,34	0,23	0,05	-0,06	0,23	0,15	-0,21	1,00

Tablo 3'te gösterilen korelasyon matrisinde elde edilen katsayıların büyüklüğü oldukça önemlidir. Tabloda değişkenlere ait katsayıların yüksek olduğu görülmektedir. Katsayıların yüksek olması göstergelerin faktör oluşturma olasılığının arttığını ifade etmektedir (Göçeri, 2023: 71). Korelasyon matrisi tablosunda en yüksek katsayının sabit geniş bant aboneliği (FBS) ve internet kullanan bireyler (INT) arasında olduğu gözlemlenmektedir. Dolayısıyla, tablodan hareketle göstergeler arasında güçlü bir korelasyon olduğu ve verilerin faktör analizi için uygun oldukları söylenebilmektedir. Tablo 4'te ise faktör analizinin uygunluğunu ölçen KMO ve Barlett's testinin sonuçları yer almaktadır:

Tablo 4. Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) ve Barlett's Test Sonuçları

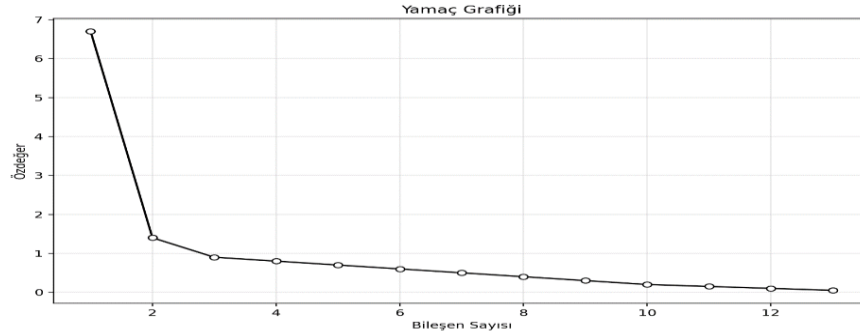
Kaiser-Mayer-Olkin Örnekleme Yeterliliği Ölçüsü		0,88
Barlett'in Küresellik Testi		
Yaklaşık Ki-Kare		3414,339
Df		78
Sig.		0

Çalışmada yapılan analizde, KMO testi sonucu 0,88 olarak hesaplanmış olup bu değer verilerin faktör analizi için yüksek derecede uygun olduğunu göstermektedir. Bartlett's küresellik testinde ise ki-kare değerinin yüksek olması ve p değerinin 0 çıkması, %5 anlam düzeyinde H_0 hipotezinin (korelasyon matrisi birim matristir) reddedilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda, verilerin faktör analizi için uygun olduğu anlaşılmaktadır. Aşağıda yer alan Tablo 5'te ise faktör analizinde elde edilen Temel Bileşen Analizi (PCA) gösterilmektedir. Tablo 5'te gösterilen Temel Bileşen Analizinde (PCA) faktörlerin başlangıç öz değerleri, varyans yüzdeleri ve kümülatif oranları sunulmaktadır. Faktörlerin belirlenmesi açısından gerekli ölçüt, öz değerlerin 1'den büyük olmasıdır. Tablo 5 incelendiğinde, öz değeri 1'den büyük olan iki faktörün ($F_1 = 6,712$ ve $F_2 = 1,418$) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Temel Bileşen Analizi

Bileşen	Başlangıç Öz değerleri			Kareli Ağırlıklar Toplamı			Döndürülmüş Kareli Ağırlıklar Toplamı		
Faktör	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	6,712	51,633	51,633	6,712	51,633	51,633	5,52	42,46	42,46
2	1,418	10,911	62,544	1,418	10,911	62,544	2,611	20,084	62,544
3	0,947	7,286	69,829						
4	0,849	6,528	76,358						
5	0,648	4,982	81,34						
6	0,569	4,377	85,716						
7	0,463	3,561	89,277						
8	0,386	2,969	92,246						
9	0,353	2,716	94,962						
10	0,249	1,917	96,878						
11	0,213	1,636	98,514						
12	0,129	0,995	99,51						
13	0,064	0,49	100						

Varimax dik döndürme yöntemi ile yapılan faktör rotasyonu sonucunda, birinci faktör (F_1) varyansın %51,63'ünü, ikinci faktör (F_2) ise %10,91'ini açıklamaktadır. Her iki faktörün toplam varyansı açıklama oranı %62,54 olarak hesaplanmıştır. Literatürde %50 ve üzeri varyans açıklama oranı kabul edilebilir düzeyde olduğundan, bu çalışmada elde edilen oran faktör yapısının güçlü olduğunu göstermektedir. Aşağıda, Şekil 2'de faktörlere ilişkin yamaç birikinti grafiği sunulmaktadır:



Şekil 2. Yamaç Birikinti Grafiği

Şekil 2’de görüldüğü üzere, temel bileşenler analizinde belirlenmiş olan iki faktör çıkarılmıştır. Buna göre, ikinci faktörden sonra düşüşün olduğu gözlenmekte ve eğim kaybolmaya başladığı için araştırmada kullanılan 13 göstergenin iki faktörle açıklandığı anlaşılmaktadır.

3.2. TCI Endeksi

Ele alınan çalışmada TCI endeksini oluşturmak amacıyla, faktör analizi sonucunda elde edilmiş olan faktörlere ağırlıklandırma ve ölçeklendirme yapılmaktadır. Öncelikle Varimax dik döndürme işlemiyle döndürülmüş olan faktörler kendi içerisinde 1’e eşitlenerek ağırlıklandırılmaktadırlar. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan Tablo 6 ‘da döndürülmüş faktör matrisi sonucunda elde edilen göstergelerin ağırlık oranına ilişkin değişkenler yer almaktadır. Diğer bir deyişle, Tablo 6’da faktörlerin döndürme işlemi sonrasında ortaya çıkan değişkenlerin gruplaşma durumu yansıtılmaktadır.

Tablo 6. Göstergelerin Endeks İçindeki Ağırlık Oranına İlişkin Değişkenler

Gösterge	F1	F2	WF1	WF2	WI
İNT	0,843	0,378	0,110936	0,116415	0,112695
MCS	0,819	0,366	0,107777	0,112719	0,109364
PAT	0,806		0,106067		0,072007
GDP	0,804		0,105803		0,071828
FBS	0,784	0,486	0,103171	0,149677	0,118105
İBW	0,741		0,097513		0,0662
STJ	0,735	0,438	0,096723	0,134894	0,10898
ATM	0,679		0,089354		0,060661
SCH	0,566	0,474	0,074483	0,145981	0,097443
İCT		-0,662	0	-0,20388	-0,06547
MHT		0,633	0	0,194949	0,062602
RES	0,505	0,578	0,066456	0,17801	0,102278
RDE	0,317	0,556	0,041716	0,171235	0,083307

Tablo 6’daki sonuçlara göre, F1 ve F2 faktörlerinde anlamlı bir kümelenme oluşmuştur. Değerler incelendiğinde, bilgi ve iletişim teknolojileri ihracatı (ICT) hariç diğer tüm değişkenlerin pozitif olduğu görülmektedir. F1 faktöründe en yüksek faktör

yükü İNT’de bulunurken bunu sırasıyla MCS, PAT, GDP, FBS, İBW, STJ, ATM, SCH, RES ve RDE değişkenleri takip etmektedir. F2 faktöründe ise sıralama MHT, RES, RDE, FBS, SCH, STJ, İNT, MCS ve ICT şeklindedir. Tablo 6’da endeks skorlarının 0 ile 1 arasında ölçeklendirilebilmesi için faktör yükleri, $\Sigma F1=1$ ve $\Sigma F2=1$ olacak şekilde yeniden ölçeklendirilmiştir. F1 (WF1 sütunu) ve F2 (WF2 sütunu) faktörleri, denklem 4 ve 5’te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$F_1 = (0,110 \times \dot{INT}_0) + (0,107 \times \dot{MCS}_0) + (0,106 \times \dot{PAT}_0) + (0,105 \times \dot{GDP}_0) + (0,103 \times \dot{FBS}_0) + (0,097 \times \dot{IBW}_0) + (0,096 \times \dot{STJ}_0) + (0,089 \times \dot{ATM}_0) + (0,074 \times \dot{SCH}_0) + (0,066 \times \dot{RES}_0) + (0,041 \times \dot{RDE}_0) \quad (4)$$

$$F_2 = (0,194 \times \dot{MHT}_0) + (0,178 \times \dot{RES}_0) + (0,171 \times \dot{RDE}_0) + (0,149 \times \dot{FBS}_0) + (0,145 \times \dot{SCH}_0) + (0,134 \times \dot{STJ}_0) + (0,116 \times \dot{INT}_0) + (0,112 \times \dot{MCS}_0) + (0,203 \times \dot{ICT}_0) \quad (5)$$

4 ve 5 numaralı denklemlerde yer alan (0), ilgili göstergenin gözlem değerini ifade etmektedir. Bu denklemler yardımıyla F1 ve F2 faktörlerinin değerleri belirlendikten sonra faktörlerin varyans açıklama oranları başlangıçta F1 için %42,46, F2 için %20,08 olarak hesaplanmıştır. Ancak, bu faktörlerin toplam varyansı 1’e eşit olacak şekilde yeniden ağırlıklandırıldığında, varyans açıklama oranları değişime uğramaktadır. Bu durumda, revize edilmiş varyans açıklama oranları F1 = %67,88, F2 = %32,11 şeklinde olmaktadır. Sonuç olarak, faktörlerin endeks içindeki ağırlıkları aşağıda yer alan 6 numaralı denklemde gösterilmektedir.

$$\Sigma wi = [(0,678882 \times F1) + (0,321118 \times F2)] \quad (6)$$

Denklem 6’da ifade edilen formüle göre hesaplanmış olan gösterge ağırlıkları ile endeks içindeki ağırlıklarına göre sıralanan göstergeler Tablo 7’de yansıtılmaktadır.

Tablo 7. Göstergelerin Endeks İçindeki Ağırlık Oranları

Gösterge	Ağırlık Oranı (wi)
FBS	0,118105109
İNT	0,112695216
MCS	0,109364334
STJ	0,108980484
RES	0,102278218
SCH	0,097442589
RDE	0,083306879
PAT	0,072006704
GDP	0,071828028
İBW	0,066199712
MHT	0,062601679
ATM	0,060660735
İCT	-0,065469686

Tablo 7’de, göstergelerin ağırlıkları toplamı 1’e eşit olacak şekilde hesaplanmıştır. Böylece, veri normalizasyonu ile yapılan ölçeklendirme işlemi endekse de uygulanmış ve tutarlılık sağlanmıştır. Bu yöntem sayesinde, endeks değerleri 1 ile 100 arasında olacak şekilde ölçeklendirilmiş ve böylece yorumlama kolaylığı artırılmıştır.

Tablo 7 incelendiğinde, faktör analizi sonucunda TCI endeksi içinde en yüksek ağırlığın FBS göstergesinde olduğu belirlenmiştir. FBS'yi sırasıyla İNT, MCS, STJ, RES, SCH, RDE, PAT, GDP, İBW, MHT, ATM ve ICT göstergeleri takip etmektedir. Teknolojik Değişim Endeksi (TCI) hesaplanırken, öncelikle gözlem değerleri normalize edilmiş, ardından faktör analizi ile göstergelerin faktör yükleri belirlenerek ağırlıklandırılmıştır. Nihai hesaplamalar ise, denklem 7'de gösterilen formül kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Göçeri, 2023: 65):

$$TCI = \sum_{i=1}^k w_i X_{ij} \quad (7)$$

Denklem 7'de, $i = 1, \dots, k$ olmak üzere; i , endekste her bir göstergesi; j , ilgili ülkeyi; X_{ij} , j ülkesinin i göstergesindeki gözlem değerini ve w_i , faktör analizi ile elde edilen i göstergesinin endeks içindeki ağırlığını ifade etmektedir. Elde edilen endeks değerleri yorumlama kolaylığı sağlanması amacıyla 100 ile çarpılmaktadır.

Çalışmada kullanılan Teknolojik Değişim Endeksi (TCI), doğrudan sektörel bazda hesaplanan bir endeks olmamakla birlikte, genel olarak ülkelerin imalat sanayisindeki teknolojik dönüşüm kapasitelerini ölçmektedir. TCI göstergeleri, Ar-Ge harcamaları, patent başvuruları, bilimsel yayınlar, bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı ve yüksek teknoloji üretim göstergeleri gibi tüm imalat sanayisini kapsayan verilerden türetilmiştir.

Ancak çalışmada analiz kapsamına alınan 16 ülke, tekstil ve hazır giyim sektöründe dünya ihracatında lider konumda oldukları için seçilmiştir. Dolayısıyla, TCI değerleri bu ülkeler özelinde incelendiğinde, genel imalat sanayisindeki teknolojik dönüşümün tekstil ve hazır giyim sektöründeki rekabetçilik ve yenilikçilik performansına dolaylı bir yansıma sunduğu kabul edilmektedir. Bu yöntem sayesinde, ülkelerin genel teknolojik kapasitesi ile tekstil ve hazır giyim sektöründe elde ettikleri ihracat başarıları arasındaki ilişkiyi ampirik olarak değerlendirmek mümkün olmaktadır.

Aşağıda yer alan Şekil 3'te faktör analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre hesaplanmış, 2000-2022 dönemindeki TCI değerleri yer almaktadır¹. Şekil 3'de yer alan değerler incelendiğinde, 2000 yılından itibaren ülkeler genelinde dünya üzerinde teknolojinin artmasına paralel olarak endeks değerlerinde de artış olduğu gözlenmektedir.

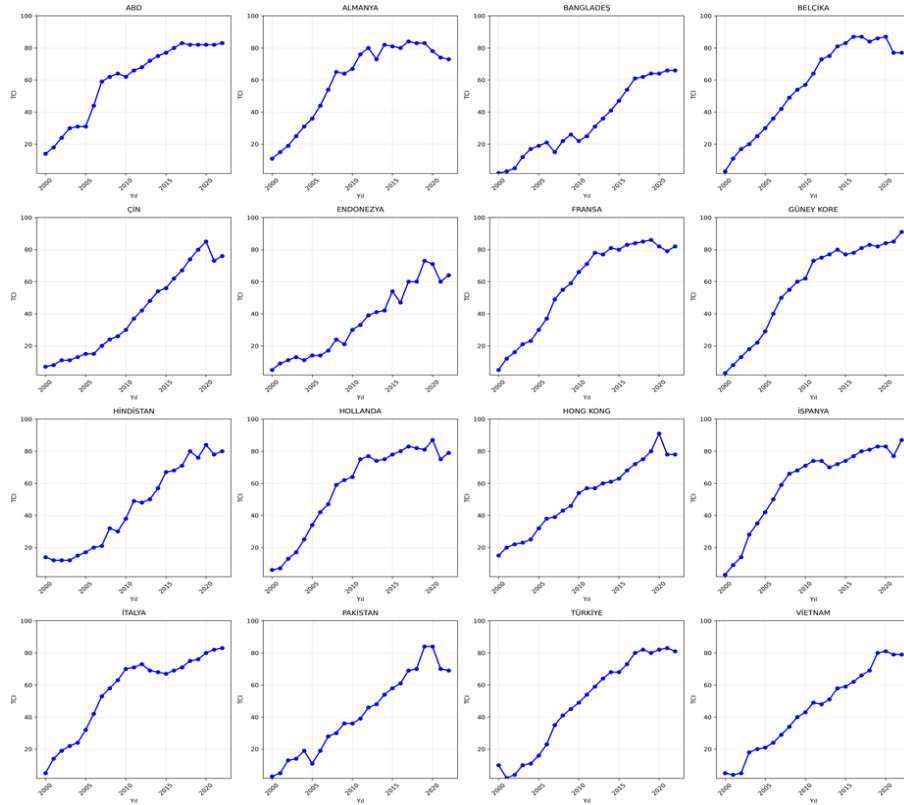
Şekil 3 ve EK II incelendiğinde, 2000-2022 yılları arasında TCI değerlerinde genel bir artış eğilimi olduğu görülmektedir. Özellikle önde gelen tekstil ihracatçısı ülkelerin teknoloji alanındaki gelişimi, sektördeki rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir. Gelişmiş ülkeler (ABD, Almanya, Fransa, İtalya, Güney Kore, Hollanda, İspanya, Belçika) yüksek ve istikrarlı TCI değerlerine sahipken gelişmekte olan tekstil üreticileri (Çin, Türkiye, Hindistan, Bangladeş, Pakistan, Vietnam, Endonezya) ise zaman içinde büyük ilerlemeler kaydetmişlerdir.

Bununla birlikte, çalışmada kullanılan TCI değerlerinin kapsamı konusunda bir açıklama yapılması gerekmektedir. TCI, dijital dönüşüm ve yeniliğe dayalı 13 göstergeye dayanarak ülkelerin imalat sanayisinin genel teknolojik kapasitesini ölçmektedir. Bu nedenle endeks, doğrudan yalnızca tekstil ve hazır giyim

¹ TCI değerleri ayrıca Ek:II TCI Tablosunda gösterilmektedir.

sektörlerindeki teknoloji-yoğun üretimi yansıtmamaktadır. Ancak analiz kapsamına alınan 16 ülkenin küresel tekstil ve hazır giyim ihracatında lider konumda bulunmaları dikkate alındığında, TCI değerlerinin bu ülkeler özelinde söz konusu sektörlerin rekabetçilik ve yenilikçilik düzeylerine de dolaylı yansımalar sunduğu ifade edilebilir.

Bu yaklaşım, ülkelerin genel teknolojik kapasitelerinin emek yoğun özellikler taşıyan tekstil ve hazır giyim sektörüne hangi ölçüde yansıdığını ortaya koymakta ve sektörel düzeyde gerçekleştirilecek analizler için yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Ayrıca, geliştirilen endeksin metodolojik yapısı, ileride gerçekleştirilecek araştırmalarda sektörel bazlı teknolojik dönüşüm endekslerinin tasarlanmasına yön verebilecek; farklı sektörler arasında karşılaştırmalı incelemelere olanak tanıyabilecek ve politika yapıcılarının karar alma süreçlerine katkı sağlayabilecek niteliktedir.



Kaynak: Tarafımızca hesaplanmıştır.

Şekil 3. Teknolojik Değişim Endeksinin Gelişimi 2000-2022

Öte yandan Güney Kore, 2022 yılında 91 puan ile en yüksek TCI değerine ulaşarak lider konuma ulaşmıştır (Tablo 7). 2000 yılına sadece 3 puanla başlayan Güney Kore, özellikle 2010 sonrasında istikrarlı bir şekilde yükselerek teknolojik dönüşümünü tamamlamış ve yüksek teknolojiye dayalı üretimi benimseyen ülkeler arasında yer almıştır. Benzer şekilde Çin, 2000 yılında 7 olan TCI değerini 2022'de 76'ya çıkarmış, inovasyon ve dijitalleşme alanındaki yatırımlarıyla teknolojiye dayalı üretimde küresel bir güç haline gelmiştir.

Türkiye, 2000 yılında 10 olan TCI değerini 2022 itibarıyla 81'e yükseltmiş, teknolojiye uyum sürecinde önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Özellikle 2010 sonrası dijital dönüşüm, otomasyon ve inovasyon politikalarının etkisiyle istikrarlı bir artış göstererek tekstil sektöründe yüksek katma değerli üretime geçişi gerçekleştirebilmiştir. Benzer şekilde, Hindistan ve Vietnam da son yıllarda güçlü bir yükseliş trendi göstererek 2022'de sırasıyla 80 ve 79 TCI değerlerine ulaşmıştır.

Bangladeş, Pakistan ve Endonezya gibi ülkeler ise teknolojiye adaptasyonda daha yavaş bir gelişim göstermişlerdir. Bangladeş, 2000 yılında 2 olan TCI değerini 2022'de 66'ya yükseltmiş olsa da hala teknoloji yoğun üretimde geri planda kalmaktadır. Benzer şekilde Pakistan ve Endonezya, düşük başlangıç değerlerine sahip olup 2022 itibarıyla sırasıyla 69 ve 64 puana ulaşmıştır. Sonuç olarak, teknolojik değişim endeksindeki bu eğilimler, tekstil sektöründe yüksek teknoloji kullanımına geçişim ülkeler arasındaki rekabet avantajını belirleyen temel faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Güney Kore, Çin, Türkiye ve Hindistan gibi ülkeler, inovasyon ve dijitalleşmeye yaptığı yatırımlarla tekstil ihracatında daha güçlü bir konuma gelirken Bangladeş, Pakistan ve Endonezya gibi ülkelerin ise teknolojiye dayalı üretimde daha fazla dönüşüme ihtiyaç duydukları anlaşılmaktadır.

Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim sektörleri, geleneksel olarak emek-yoğun bir üretim yapısına sahiptir ve uzun yıllar boyunca ucuz iş gücüne dayalı rekabet stratejisiyle öne çıkmıştır (Bashimov, 2014: 32). 2021 yılı itibarıyla sektör, yaklaşık 1,1 milyon kişiye istihdam sağlayarak imalat sanayi toplam istihdamının %27,7'sini oluşturmuş ve ülke ekonomisinde lokomotif sektörlerden biri olma özelliğini korumuştur (www.sgk.gov.tr, Erişim Tarihi: 02.01.2023). Tablo 8'de görüldüğü üzere, sektörde mikro ölçekli işletmeler sayıca ağırlıklı olsa da, orta ve büyük ölçekli firmalar üretim ve ihracat kapasitesi bakımından belirleyici rol oynamaktadır. Bu yapı, sektörde hem yüksek istihdam hem de ihracata dayalı büyümenin temelini oluşturmaktadır.

Tablo 8. Tekstil ve Hazır Giyim Firmalarının Sayısı, Büyüklük Dağılımları ve Çalışan Sayıları (2021)*

2021 Ağustos	Mikro İşletme	%	Küçük İşletme	%	Orta Büyüklükte İşletme	%	Büyük İşletme	%	Toplam İşletme Sayısı	Çalışan Sayısı
Tekstil	13.403	69,8	3.921	20,2	1.550	8,1	382	1,8	19.256	460.399
Hazır giyim	28.401	74,3	7546	18,7	2.509	6,2	302	0,8	38.758	608.587
Deri/Deri Ürünleri	5.456	79,8	1.213	17,1	186	2,8	24	0,3	6.879	66.785
THD Toplam	47.260	73,6	12.680	19,0	4.245	6,4	708	1,1	64.893	1.135.771
İmalat Sanayi	240.078	79,1	51.817	16,3	12.443	3,9	2.212	0,7	306.550	4.099.082
Tüm Sektörler	1.778.151	87,3	220.969	10,7	34.961	1,7	6.098	0,3	2.040.179	15.203.423

Kaynak: www.sgk.gov.tr, Erişim Tarihi: 02.01.2023.

* SGK Aylık İstatistik Bültenleri, 4/a kapsamındaki işyeri ve zorunlu sigortalı sayıları 1-9 çalışanı olan, 10-49 çalışanı olan, 50-249 çalışanı olan, 250 ve üzeri çalışanı olan çalışan sayısı verileri 2020 Aralık verisidir.

Ancak dikkat çekici olan, sektörün yüksek istihdam kapasitesine karşın oldukça sınırlı Ar-Ge harcamalarıyla faaliyet göstermesidir. Tablo 9’da görüldüğü üzere 2020 yılı verilerine göre, tekstil ve hazır giyim sektörlerine yapılan toplam Ar-Ge harcaması 494,8 milyon ₺ olup, bu tutar imalat sanayisinin toplam Ar-Ge harcamalarının yalnızca %2,43’ünü, Türkiye’nin toplam Ar-Ge harcamalarının ise %0,9’unu oluşturmaktadır (www.tuik.gov.tr: 2023). Ayrıca, sektörlerde Ar-Ge personeli toplam Ar-Ge çalışanlarının yalnızca %1’ine denk gelmektedir. Bu veriler, TCI değerlerindeki artışın doğrudan Ar-Ge harcamalarıyla açıklanamayacağını ortaya koymaktadır.

Tablo 9. Ticari Kesim Ar-Ge Harcaması ve Ar-Ge İnsan Gücü (2020)

Kategori	Toplam	Ticari Kesim	İmalat Sanayi	Tekstil	Hazırgiyim	Deri Ürünleri	THD
Ar-Ge Harcaması (Milyon ₺)	54.957	35.623	20.333	390,0	99,1	5,3	494,8
Ar-Ge İnsan Gücü (Kişi Sayısı)	321.392	144.674	67.711	2.708	843	36	3.587
Ar-Ge İnsan Gücü (Tam Zamanlı Çalışan)	199.371	130.279	60.980	2.342	731	36	3.110

Kaynak: www.tuik.gov.tr, Erişim Tarihi: 02.02.2023.

Bu noktada, Türkiye’nin TCI değerlerindeki yükselişin arka planında başka mekanizmaların devreye girdiği anlaşılmaktadır. Öncelikle, Bostan ve Karadağ’ın (2025) Türk imalat sanayine ilişkin çalışmalarında vurguladıkları üzere, uluslararası teknoloji yayılma kanalları (dış ticaret, doğrudan yabancı yatırımlar, lisans anlaşmaları, teknoloji transferi) yenilik performansının güçlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu mekanizmalar, özellikle Ar-Ge kapasitesi sınırlı olan sektörlerde teknoloji adaptasyonu yoluyla üretim verimliliğini artırmaktadır. Dolayısıyla, tekstil ve hazır giyim sektörlerinin düşük Ar-Ge’ye rağmen rekabet gücü kazanabilmesi, büyük ölçüde dış kaynaklı teknoloji transferi ve makine parkının yenilenmesiyle ilişkilidir. Nitekim 2000–2022 döneminde Türkiye’nin TCI değerinin 10’dan 81’e yükselmesi, yalnızca içsel Ar-Ge yatırımlarından değil, aynı zamanda dış teknoloji kaynaklarının etkin kullanımından kaynaklanmaktadır.

Türkiye’de tekstil ve hazır giyim sektöründe üretim kapasitesinin artmasında makine parkının rolü de belirleyici olmaktadır. Özellikle 1980 sonrası dışa açılma sürecinde, yerli makine üretiminin sınırlı kalması nedeniyle sektör büyük ölçüde ithal makinelerle modernleşmiştir. Nitekim Dünya Bankası WITS verilerine göre, Türkiye’nin “textile drawing or roving machines” (HS 844513) – tekstil çekme veya fitil makineleri ithalatı 2023’te yaklaşık 28,5 milyon USD’ye ulaşmıştır (World Bank, 2025a). Ayrıca “textile spinning machines” (HS 844520) – tekstil iplik eğirme makineleri ithalatı ise aynı yıl 298,2 milyon USD düzeyindedir (World Bank, 2025b).

Bu veriler, sektörün teknoloji altyapısının büyük ölçüde dış kaynaklı olduğunu ve kur politikaları ile yatırım teşviklerinin bu süreci desteklediğini göstermektedir. Dolayısıyla sektörün teknoloji kapasitesindeki gelişim, yalnızca içsel Ar-Ge yatırımlarına değil, aynı zamanda ithal edilen makine parkına dayalı dış teknoloji transferine de bağlı olmaktadır.

İkinci olarak, sektörde dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0 uygulamalarının etkisi giderek artmaktadır. Özbek ve Alan'ın (2022) araştırmasına göre, Türkiye'de tekstil işletmelerinin %47,4'ünde, hazır giyim işletmelerinin ise %28,6'sında Endüstri 4.0 uygulamaları kullanılmaktadır. Bu durum, otomasyon, dijital üretim ve akıllı fabrika uygulamalarının sektörde yaygınlaştığını ve katma değeri yüksek üretime geçişi hızlandığını göstermektedir. Özellikle 2010 sonrası dönemde dijitalleşme ve süreç yenilikleri sayesinde, geleneksel emek-yoğun üretimden teknoloji destekli üretim modellerine doğru bir kayış yaşanmıştır.

Üçüncü olarak, Türkiye'nin sektörel dönüşümünü Güney Kore ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmek faydalıdır. Güney Kore 2022 yılında 91 TCI puanına ulaşırken, Türkiye 81 puan ile nispeten düşük bir seviyede kalmıştır. Ayrıca, Güney Kore'nin Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı %4,9 iken, Türkiye'de bu oran yalnızca %1,2'dir. Bu fark, Güney Kore'nin daha çok teknoloji üreticisi bir ülke olduğunu, Türkiye'nin ise daha çok teknoloji adaptörü olarak öne çıktığını göstermektedir. Bostan ve Karadağ'ın (2022a, 2022b) bulguları da bu yorumu desteklemektedir; Türk imalat sanayisinde yenilikçi performansın çoğunlukla dış teknoloji kaynaklarının benimsenmesi yoluyla arttığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim sektörlerinde yüksek katma değerli üretime geçişi, yerli Ar-Ge harcamalarından çok, dış teknolojilerin hızlı uyumu ve dijitalleşme stratejileri ile mümkün olabilmektedir.

Katma değer–artık değer ilişkisi incelendiğinde ise Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim ihracatının önemli ölçüde ithal girdilere bağımlı olduğu görülmektedir. OECD TiVA verilerine göre, 2020 yılı itibarıyla sektördeki ihracatın yaklaşık %20'si ithal katma değerden oluşmaktadır (OECD, 2023). Bu bulgu, her 100 €'luk ihracat için yaklaşık 20 € ithalat yapıldığını göstermektedir. Dolayısıyla, sektörün katma değer yaratma kapasitesi sınırlı kalmakta; elde edilen ihracat gelirinin önemli bir kısmı ithalata dayalı ara mallar üzerinden yurtdışına transfer olmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin rekabet avantajının yapısal olarak kırılgan olduğunu ve kalıcı rekabet gücü için yerli üretim kapasitesinin güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin TCI değerlerindeki yükselişi ve tekstil ile hazır giyim sektörlerinde yüksek katma değerli üretime geçişi, düşük Ar-Ge oranlarına rağmen üç temel faktörle açıklanabilmektedir: (i) uluslararası teknoloji transferi ve dış ticaret kanalları, (ii) dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0 uygulamalarının yaygınlaşması, (iii) ihracat odaklı yapının sağladığı dış pazar baskısıyla teknoloji adaptasyonunun hızlanması. Bununla birlikte, Türkiye'nin deneyimi Güney Kore ile karşılaştırıldığında, önemli yapısal farklılıklar göze çarpmaktadır. Güney Kore, 2022 yılında 91 TCI puanına ulaşırken Türkiye 81 puanda kalmıştır. Ayrıca Güney Kore'nin Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı %4,9 iken, Türkiye'de bu oran yalnızca %1,2'dir. Bu fark, Güney Kore'nin teknoloji üreticisi, Türkiye'nin ise teknoloji adaptörü konumunda olduğunu göstermektedir. Chang'ın (2002, 2007) kalkınma literatüründe vurguladığı gibi, Güney Kore'nin başarısı devletin aktif sanayi politikaları ve yüksek katma değerli üretime yönelik stratejik müdahaleleriyle açıklanabilir. Türkiye açısından bu bulgu, TCI artışının kalıcı rekabet avantajına

dönüşmesi için yalnızca dış teknoloji transferine değil, aynı zamanda yerli Ar-Ge yatırımlarının güçlendirilmesine ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

Öte yandan, Türkiye örneğinde 2000–2022 döneminde TCI değerlerinin artışında özellikle 2010 sonrası gelişmeler etkili olmuştur. Bu dönemde dijitalleşme, otomasyon yatırımları ve üretim süreçlerinde kalite standartlarının yükseltilmesi öne çıkmıştır. Ayrıca sektöre yönelik teşvikler, tekstil ve hazır giyim ihracatında daha yüksek katma değerli ürünlere geçişi hızlandırmıştır. Bu süreç, Türkiye'nin Ar-Ge harcamalarının görece düşük payına rağmen (2023 itibarıyla %1,2 civarında) teknolojiye uyumlanma sürecinde ilerleme kaydetmesine olanak tanımıştır. Güney Kore'nin 2022'de 91 olan TCI değeriyle Türkiye'nin 81 değerine kıyasla daha yüksek bir performans sergilemesine rağmen, her iki ülkenin sektörel stratejilerinde farklı yönelimler söz konusudur. Güney Kore ileri teknoloji yoğun sektörlerle yönelirken, Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim gibi emek-yoğun sektörlerde dijitalleşme ve otomasyon yoluyla rekabet avantajı elde ettiği söylenebilmektedir.

Bu noktada TCI'nin genel imalat sanayisine dayalı olması bir sınırlılık olarak görülebilir. Ancak yazarın doktora tezinde (Yalnız, 2025) TCI'den türetilen üç yeni endeks geliştirilmiştir: Açıklanmış Teknolojik Üstünlük (ATÜ) Endeksi, Teknoloji ve İstihdam (TEİ) Endeksi ve Karşılaştırmalı Teknoloji ve İstihdam (CTE) Endeksi. Bu endeksler, ülkelerin sahip oldukları teknolojiyi tekstil ve hazır giyim gibi emek-yoğun sektörlerde ne ölçüde kullandıklarını ve bu teknolojiyi istihdama nasıl yansıttıklarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Dolayısıyla TCI, bu makalede genel bir çerçeve sunarken, söz konusu endeksler sektörel analizler için daha ayrıntılı metodolojik katkılar sağlamaktadır. ATÜ endeksi, TCI değerlerini ihracat verileriyle birlikte değerlendirerek ülkelerin sahip oldukları teknolojiyi sektörel üretim ve ihracata ne ölçüde yansıtabildiklerini ortaya koymaktadır. Bu metodolojik katkı sayesinde, TCI ülkelerin genel teknolojik gelişimini ölçerken, ATÜ endeksi bu gelişimin emek-yoğun sektörlerle (özellikle tekstil ve hazır giyim) ne ölçüde aktarıldığını inceleyen tamamlayıcı bir araç haline gelmektedir.

Elde edilen ATÜ sonuçları, 2000–2022 döneminde gelişmiş ülkelerin genel imalat sanayinde teknolojik üstünlüklerini koruduklarını; ancak tekstil ve hazır giyim sektörlerinde rekabetin büyük ölçüde gelişmekte olan ülkeler (Çin, Bangladeş, Vietnam, Türkiye vb.) tarafından emek yoğun üretim ve kısmi teknoloji adaptasyonu yoluyla sürdürüldüğünü göstermektedir. Bu durum, TCI değerleri yüksek olmasına rağmen bazı ülkelerde sektörel teknoloji kullanımının sınırlı kaldığını, dolayısıyla genel teknolojik kapasitenin emek-yoğun sektörlerle tam olarak yansımadığını ortaya koymaktadır.

Bu yaklaşım, hem ülkelerin genel teknolojik kapasitelerinin tekstil ve hazır giyim sanayisine nasıl yansıdığını analiz etmeyi mümkün kılmakta, hem de ileride yapılacak çalışmalarda sektörel bazlı teknolojik dönüşüm endekslerinin geliştirilmesine metodolojik bir zemin hazırlamaktadır. Nitekim TCI'nin bağımsız bir ölçüm aracı olarak geliştirilmesi ve ATÜ ile bütünleştirilmesi, sektörel düzeyde yeni karşılaştırmalı analizlerin yapılabilmesine ve politika yapıcılar için daha somut öneriler geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu yaklaşım hem ülkelerin genel teknolojik kapasitelerinin emek-yoğun sektörlerle nasıl yansıdığını analiz etmeye imkân tanımakta hem de ileride yapılacak çalışmalarda sektörel bazlı teknolojik dönüşüm endekslerinin geliştirilmesine metodolojik bir zemin sunmaktadır. Böylece TCI yalnızca mevcut durumun değil,

aynı zamanda sektörel teknoloji analizlerinin gelecekte nasıl derinleştirilebileceğinin de işaretlerini veren bir başlangıç noktası olarak değerlendirilmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Ele alınan çalışma, ülkelerin teknolojik dönüşüm süreçlerini ve bu süreçlerin ekonomik yapı, iş gücü piyasası ve sektörler üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle tekstil sektöründe faaliyet gösteren önde gelen ihracatçı ülkelerin Teknolojik Değişim Endeksi (TCI) değerleri üzerinden incelenmesi, teknolojik ilerlemenin rekabet gücü üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. TCI, ülkelerin teknolojiye uyum süreçlerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş çok boyutlu bir endeks olup teknolojiye bağlı kullanım, altyapı, yenilik ve etki göstergelerinden oluşan dört temel bileşene dayanmaktadır. Endeksin hesaplanmasında patent sayıları, Ar-Ge harcamaları, bilimsel yayınlar, dijital altyapı göstergeleri, yüksek teknoloji ihracatı, bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı gibi değişkenler dikkate alınmıştır. Bu göstergeler, ülkelerin teknolojik dönüşüm süreçlerini ölçmek ve karşılaştırmak için bir çerçeve sunmaktadır. Çalışmada, söz konusu göstergelerden hareketle veriler min-max yöntemi ile normalize edilmiş, ardından da faktör analizi uygulanmıştır. Analiz sonrasında göstergelerin ağırlıkları hesaplanarak TCI endeksi formülü yardımıyla 2000–2022 dönemi için 16 önde gelen tekstil ve hazır giyim ihracatçısı ülkenin TCI değerleri hesaplanmış ve elde edilen endeks sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu yönüyle yöntem, hem çok boyutlu bir endeks oluşturmayı hem de sektörel düzeyde teknolojiye uyum farklılıklarını ampirik biçimde analiz etmeyi mümkün kılmıştır.

Çalışmanın bulguları, teknolojiye yapılan yatırımların ülkelerin ekonomik alanlardaki süreçlerini de doğrudan etkilediğini ve zaman içinde ülkeler arasında belirgin farklılıklar oluşturduğunu göstermektedir. Gelişmiş ülkeler (ABD, Almanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Belçika, İspanya) genel olarak yüksek ve istikrarlı TCI değerlerine sahip olup, dijital dönüşüm, Ar-Ge yatırımları ve otomasyon sistemleri ile küresel ölçekte teknolojik güçlerini korumaktadırlar.

Bununla birlikte, Güney Kore, Çin, Türkiye, Hindistan ve Vietnam gibi ülkeler, teknolojiye yönelik stratejik yatırımlarıyla inovasyon kapasitelerini artırmış ve üretim süreçlerini daha dijital ve verimli hale getirmişlerdir. Özellikle Güney Kore, 2022 itibarıyla 91 TCI puanı ile en yüksek değere ulaşarak, teknoloji odaklı üretim yapısını en fazla güçlendiren ülke olmuştur. 2000 yılında yalnızca 3 puana sahip olan Güney Kore, teknolojik yatırımlar, dijitalleşme ve inovasyon süreçlerini başarıyla yöneterek büyük bir dönüşüm gerçekleştirmiştir. Çin ise 2000 yılından bu yana TCI değerini sürekli artırarak 76 seviyesine ulaşmış ve küresel üretim merkezlerinden biri haline gelmiştir. Çin'in inovasyon ekosistemine yaptığı büyük yatırımlar, dijitalleşme ve Ar-Ge kapasitesinin artması, ülkeyi teknoloji liderliği konusunda güçlü bir konuma taşımıştır.

Türkiye, Hindistan ve Vietnam da benzer bir yükseliş eğilimi sergileyerek teknolojik kapasitelerini artıran ülkeler arasında öne çıkmışlardır. Türkiye, 2000 yılında 10 olan TCI değerini 2022 itibarıyla 81'e yükselterek, teknolojiye dayalı üretim kapasitesini artırmış ve inovasyon süreçlerine daha fazla ağırlık vermiştir. Hindistan ve Vietnam da 2022 itibarıyla sırasıyla 80 ve 79 TCI puanına ulaşarak teknoloji adaptasyonu konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Bu ülkeler özellikle dijital altyapının geliştirilmesi, sanayi 4.0 uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bilgi ekonomisine yönelik yatırımlarla, küresel rekabet güçlerini artırmışlardır. Öte yandan, Bangladeş,

Pakistan ve Endonezya gibi ülkelerin teknolojiye adaptasyon süreçlerinde daha yavaş bir ilerleme kaydettiği gözlemlenmiştir. Bangladeş, 2000 yılında yalnızca 2 olan TCI değerini 2022’de 66’ya çıkarmış olsa da hala gelişmiş ülkeler ve diğer gelişmekte olan büyük ihracatçılarla kıyaslandığında, dijitalleşme ve inovasyon kapasitesi açısından geride kalmaktadır. Benzer şekilde Pakistan (69) ve Endonezya (64) gibi ülkeler, düşük teknolojiye dayalı üretime devam etmekte olup bu durum ülkelerin sektörel rekabet güçlerinin sınırlı düzeyde kalmasına yol açmaktadır. Özellikle yüksek teknoloji kullanımı, dijital dönüşüm ve Ar-Ge harcamaları açısından yeterli ilerleme sağlanamaması, bu ülkelerin küresel rekabet avantajlarını güçlendirmelerini zorlaştırmaktadır.

Bu bulgular, teknolojiye yönelik yatırımların, dijitalleşmenin ve Ar-Ge faaliyetlerinin ülkelerin ekonomik kalkınma süreçlerinde kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Tekstil sektöründe rekabet gücünü artırmak isteyen ülkelerin, akıllı üretim sistemlerine yatırım yapmaları, dijital dönüşümü hızlandırmaları ve inovasyon politikalarını güçlendirmeleri gerekmektedir. Özellikle TCI değerlerini hızla yükselten Çin, Türkiye, Hindistan ve Vietnam gibi ülkeler, rekabet avantajlarını artırırken, teknolojiye yeterince yatırım yapmayan ülkeler bu süreçte geride kalma riski ile karşı karşıya kalmaktadır.

Çalışmada kullanılan TCI, ülkelerin genel imalat sanayisi düzeyindeki teknolojik kapasitelerini ölçmektedir. Dolayısıyla bu endeks, doğrudan tekstil ve hazır giyim sektörlerinde teknoloji-yoğun üretimi yansıtmamaktadır. Bununla birlikte, seçilen ülkeler küresel tekstil ve hazır giyim ihracatında lider konumda oldukları için, TCI değerleri bu sektörlerin rekabetçilik düzeylerine dolaylı olarak ışık tutmaktadır. Yazarın doktora tezinde geliştirilen Açıklanmış Teknolojik Üstünlük (ATÜ), Teknoloji ve İstihdam (TEİ) ve Karşılaştırmalı Teknoloji ve İstihdam (CTE) endeksleri, sektörel teknoloji kullanımının ölçümünde daha doğrudan katkı sunmaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışmada TCI genel bir göstergedir; ancak gelecekte yapılacak araştırmalarda sektörel bazlı bu yeni endekslerin kullanımı daha ayrıntılı sonuçlar verecektir.

Bulgular ayrıca literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, ülkelerin teknolojiye yaptıkları yatırımların her zaman aynı ölçüde yenilikçi çıktıya dönüşmediğini göstermektedir. Örneğin, Güney Kore yüksek Ar-Ge yoğunluğunu ileri teknoloji sektörlerine yönlendirirken, Türkiye nispeten düşük Ar-Ge oranına rağmen tekstil ve hazır giyim sektöründe dijitalleşme, otomasyon ve ihracat stratejileriyle rekabet gücünü artırabilmiştir. Bu yönüyle çalışma, Bostan ve Karadağ’ın da (2022, 2025) Türk imalat sanayine ilişkin bulgularını destekler niteliktedir. Ancak Türkiye’nin teknoloji yoğun üretimde Bangladeş gibi ülkelerle kıyaslandığında hangi noktalarda geri kalabileceği hususu, ileri araştırmalarda daha ayrıntılı analiz edilmesi gereken bir konudur.

Bunun yanı sıra, sadece dijitalleşme ve inovasyona odaklanmak sürdürülebilir büyüme için yeterli olmamaktadır. “Doğal çevresel sermaye stokunun korunması” da dikkate alınmadığında, teknolojiye dayalı büyümenin uzun vadede sınırlı kalma riski bulunmaktadır. Dolayısıyla teknoloji politikalarının çevresel sürdürülebilirlik ile entegre edilmesi kritik önem taşımaktadır.

Politika önerileri açısından çalışma, Türkiye ve benzeri gelişmekte olan ülkelerde sektörel rekabet gücünün korunabilmesi için Ar-Ge yatırımlarının artırılması, tekstil ve hazır giyim sektörlerinde dijital dönüşümün hızlandırılması, ihracatın katma değer odaklı ürünlere yönlendirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin üretim politikalarına

entegre edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca küçük ve orta ölçekli işletmelerin dijitalleşme süreçlerinde desteklenmesi, teknoloji transferi kanallarının etkin kullanılması ve yenilikçi iş modellerinin teşvik edilmesi sektörün rekabetçi avantajını güçlendirebilir.

Çalışmanın kısıtları arasında, TCI'nin genel imalat sanayisini yansıtan bir endeks olması ve sektörel düzeyde sınırlı bilgi sunması bulunmaktadır. Ayrıca analiz dönemi 2000–2022 ile sınırlıdır. Öte yandan araştırma verilerinde eksik gözlemlerin bulunması nedeniyle eksik değerler aritmetik ortalama yöntemi ile tamamlanmıştır. Gelecekteki araştırmalar, sektörel düzeyde daha ayrıntılı veri setleriyle yapılacak karşılaştırmalı analizler ve ATÜ, TEİ, CTE gibi yeni endekslerin uygulanmasıyla literatüre daha kapsamlı katkılar sağlayabilir.

Referanslar

- Archibugi, D. ve Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (arco). *World Development*, 32(4), 629-654.
- Archibugi, D., Howells, J. ve Michie, J. (1999). Innovation systems in a global economy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 11(4), 527-539.
- Bai, C., Dallasega, P., & Orzes, G. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776.
- Bashimov, G. (2014). Tekstil ve hazır giyim sektörünün karşılaştırmalı avantajı: Türkiye ve Pakistan örneği. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 31-42.
- Bermeo-Giraldo, M. C., Valencia-Arias, A., Rojas, E. M., Cardona-Acevedo, S., Rodríguez-Correa, P. A., González-Ruiz, J. D., & García, R. B. (2025). Research agenda on the evolution of digital transformation in the textile sector: A bibliometric analysis and research trends. *Discover Sustainability*, 6(1), 294.
- Bostan, F., & Karadağ, M. (2022a). Uluslararası teknoloji yayılmasının yenilik performansı üzerine etkisinde sektörel teknoloji yoğunluğunun belirleyici rolü: Türk imalat sanayi üzerine ampirik bir uygulama. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 23(2), 379-399. <https://doi.org/10.31671/doujournal.1035795>
- Bostan, F., & Karadağ, M. (2022b). İmalat sanayi genel görünümü ve seçilmiş ülkelerle karşılaştırma. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 879-895. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.947659>
- Bostan, F., & Karadağ, M. (2025). Effects of international technology spillover channels on innovation performance: Evidence from Turkish manufacturing industry. *Journal of the Knowledge Economy*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02560-1>
- Butturi, M. A., Neri, A., Mercalli, F., & Gamberini, R. (2025). Sustainability-oriented innovation in the textile manufacturing industry: Pre-consumer waste recovery and circular patterns. *Environments*, 12(3), 82.
- Castellacci, F. ve Natera, J. M. (2013). The dynamics of national innovation systems: a panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579-594.

- Cerulli, G. ve Filippetti, A. (2012). The complementary nature of technological capabilities: measurement and robustness issues. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(5), 875-887.
- Chang, H.-J. (2002). *Kicking away the ladder: Development strategy in historical perspective*. London: Anthem Press.
- Chang, H.-J. (2009). *Bad samaritans: The myth of free trade and the secret history of capitalism*. New York: Bloomsbury Publishing.
- Desai, M., Fukuda-Parr, S., Johansson, C. ve Sagasti, F. (2002). Measuring the technology achievement of nations and the capacity to participate in the network age. *Journal of Human Development*, 3(1), 95-122.
- Ertürk, S. ve Koç, S. (2021). Türkiye’de mutluluğun belirleyicileri zaman içinde değişti mi? 2013-18 dönemi faktör ve çoklu logit model örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (31), 265-292.
- Fagerberg, J. ve Srholec, M. (2008). National Innovation Systems, Capabilities and Economic Development. *Research Policy*, 37(9), 1417-1435.
- Filippetti, A. ve Peyrache, A. (2011). The patterns of technological capabilities of countries: a dual approach using composite indicators and data envelopment analysis. *World Development*, 39(7), 1108-1121.
- Freeman, C., ve Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation*. Routledge. London and New York.
- Furman, J. L., Porter, M. E. & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), 899-933.
- Göçeri, K. (2023). *Teknolojik değişim, iş kutuplaşması ve eğitimin gelir dağılımı üzerindeki etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- Gökalp, E., Gökalp, M. O., & Eren, P. E. (2019). Hazır giyim ve konfeksiyon sektöründe Endüstri 4.0 devrimi: Akıllı konfeksiyon fabrikası önerisi. *Academic Journal of Information Technology*, 10(37), 73-96.
- Gökten, P. O. (2018). Karanlıkta üretim: Yeniçağda maliyetin kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897.
- Grupp, H. ve Schubert, T. (2010). Review and New Evidence on Composite Innovation Indicators for Evaluating National Performance. *Research Policy*, 39(1), 67-78.
- Hamdouna, M., & Khmelyarchuk, M. (2025). Technological innovations shaping sustainable competitiveness—A systematic review. *Sustainability*, 17(5), 1953.
- Hassan, R., Acerbi, F., Terzi, S., & Rosa, P. (2025). Enabling the twin transition of the textile industry: A systematic literature review. *Waste Management*, 195, 294-307.
- <https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD/1ff4a498/Popular-Indicators>, (Erişim Tarihi: 20.12.2023).
- <https://datahub.itu.int>, (Erişim Tarihi: 20.12.2023).
- <https://digitalplanet.tufts.edu/wp-content/uploads/2025/dei/Digital-Evolution-Index-2025.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.01.2025).
- <https://globalnaps.org/issue/garment-textile-and-footwear-sector/>, (Erişim Tarihi: 18.01.2025).
- <https://hdr.undp.org/system/files/documents/ipdesai-2.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.01.2025).
- <https://www.bloomberg.com/graphics/2015-innovative-countries/>, (Erişim Tarihi: 10.01.2025).

- <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/IDI/default.aspx>, (Erişim Tarihi: 10.01.2025).
- <https://www.oecd.org/en/data/indicators>, (Erişim Tarihi: 20.12.2023).
- https://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf, (Erişim Tarihi: 10.01.2025).
- İlhan, İ. (2019). Tekstil üretim süreçleri açısından Endüstri 4.0 kavramı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(7), 810–823.
- Kalaycıoğlu, O. (2023). Açık inovasyon stratejisinin KOBİ'lerin inovasyon ve ihracat performansına etkileri: İnovasyon ikliminin düzenleyici rolü. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 24(2), 193–219.
- Kılıç, R. (2023). Sanayi devrimlerinin serüveni: Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a. *Takvim-i Vekayi*, 11(2), 276–291.
- Kline, P. (2014). *An easy guide to factor analysis*. London: Routledge.
- Mantoux, P. (2006). *The industrial revolution in the eighteenth century: An outline of the beginnings of the modern factory system in England*. London: Routledge.
- Nasir, A., Ali, T. M., Shahdin, S. ve Rahman, T. U. (2011). Technology achievement index 2009: ranking and comparative study of nations. *Scientometrics*, 87(1), 41-62.
- OECD. (2023). *ICIO-TiVA highlights: GVC indicators for Türkiye* [PDF document]. OECD. Retrieved September 9, 2025, from <https://oe.cd/tiva>
- Özbek, A., & Alan, M. A. (2022). Endüstri 4.0 teknolojilerinin transferi: İSO 500 tekstil ve hazır giyim işletmeleri uygulaması. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(3), 1165–1178.
- Rathore, B. (2022). Textile Industry 4.0 transformation for sustainable development: Prediction in manufacturing & proposed hybrid sustainable practices. *Eduzone: International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal*, 11(1), 223–241.
- Saranya, C. ve G. Manikandan, (2013). A study on normalization techniques for privacy preserving data mining. *International Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 2701-2704.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi* (Çev. G. Y. Alper). Optimist Yayın Grubu.
- Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4-11.
- Singh, D. ve Birmohan S. (2020). Investigating the impact of data normalization on classification performance. *Applied Soft Computing*, 97(105524), 1-23.
- Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK). (2023). *Aylık istatistik bültenleri*. <https://www.sgk.gov.tr> (Erişim Tarihi: 02.01.2023).
- Spearman, C. (1904). General intelligence, Objectively Determined and Measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201–293.
- Stapleton, C. D. (January, 1997). Basic concepts and procedures of confirmatory factor analysis. *The Annual Meeting of the Southwest Educational Research Association*, Austin, 1-15.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2019). *Tekstil, hazır giyim ve deri ürünleri sektörleri raporu*. [https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/planprogram/TekstilHazirgiyimveDeriUrunleriSektörleriRaporu\(2019\).pdf](https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/planprogram/TekstilHazirgiyimveDeriUrunleriSektörleriRaporu(2019).pdf) (Erişim Tarihi: 10.01.2023).
- Tanilli, S. (2016). *Uygurlik tarihi*. İstanbul: Cumhuriyet Kitapları.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *Yıllık istatistikler*. <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 02.02.2023).

- Uğurlu, S. S. (2021). Geleneksel Anadolu dokumalarında çizgi ve ikonografisi. *Journal of World of Turks/Zeitschrift für die Welt der Türken*, 13(2), 255–275.
- Uyanık, S., & Çelikel, D. C. (2019). Türk tekstil endüstrisi genel durumu. *Teknik Bilimler Dergisi*, 9(1), 32–41.
- Üstüner, S. G. (2017). Tekstil tasarım tarihine genel bir bakış. *Sanat-Tasarım Dergisi*, 8, 49–56.
- World Bank. (2025a). *Turkey imports of textile drawing or roving machines (HS 844513)* [Data set]. World Integrated Trade Solution (WITS). Retrieved September 9, 2025, from https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/TUR/year/2023/trade_flow/Imports/partner/ALL/product/844513
- World Bank. (2025b). *World imports of textile spinning machines (HS 844520)* [Data set]. World Integrated Trade Solution (WITS). Retrieved September 9, 2025, from https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2023/trade_flow/Imports/partner/WLD/product/844520
- Wunsch-Vincent, S., Lanvin, B. ve Dutta, S. (2015). *The global innovation index 2015: effective innovation policies for development* (No. İd: 7491).
- Yalnız, Z. (2025). *Teknolojik gelişmelerin istihdam üzerine etkisi: Tekstil ve hazır giyim sektöründen kanıtlar* (Yayımlanmış doktora tezi, Tez No: 938837). Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr>
- Yurdugül, H. (2005). *Faktör analizinde KMO ve bartlett testleri neyi ölçer*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Archibugi, D. ve Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (arco). *World Development*, 32(4), 629-654.

EK I. TCI Endeksinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Ülkeler	Ort.	Medyan	Ss.	Min.	Maks.	Skewness	Kurtosis	J-B	Prob.	Toplam	Sum Sq. Dev
ABD	59,61	66	23,54	14	83	-0,76	-0,92	2,82	0,2435	1371	12187,48
Almanya	59,91	73	24,87	11	84	-0,87	-0,78	3,24	0,1975	1378	13603,83
Bangladeş	33,96	26	22,13	2	66	0,25	-1,39	1,95	0,3764	781	10778,96
Belçika	56,74	64	28,16	3	87	-0,53	-1,18	2,3	0,316	1305	17442,43
Çin	40,61	37	26,65	7	85	0,27	-1,48	2,19	0,3339	934	15625,48
Endonezya	35,35	33	22,18	5	73	0,27	-1,38	1,98	0,3712	813	10823,22
Fransa	58,3	71	27,81	5	86	-0,72	-1,09	2,9	0,2343	1341	17010,87
Güney Kore	57,65	73	28,64	3	91	-0,74	-0,97	2,83	0,2427	1326	18045,22
Hindistan	44,83	48	26,51	12	84	0,1	-1,62	2,32	0,3143	1031	15459,3
Hollanda	57,48	74	27,37	6	87	-0,83	-0,84	3,12	0,2102	1322	16479,74
Hong Kong	52,04	57	22,27	15	91	-0,12	-1,13	1,31	0,5201	1197	10906,96
İspanya	59,87	71	25,49	3	87	-1,14	0,07	4,41	0,1104	1377	14298,61
İtalya	55,91	68	24,33	5	83	-0,88	-0,67	3,17	0,2046	1286	13027,83
Pakistan	42	39	25,51	3	84	0,09	-1,23	1,47	0,4785	966	14322
Türkiye	48,7	54	29,14	2	83	-0,35	-1,44	2,26	0,3231	1120	18686,87
Vietnam	44,52	48	25,42	4	81	-0,12	-1,18	1,4	0,4959	1024	14217,74

EK II. TCI Tablosu

YILLAR	ABD	ALMANYA	BANGLADEŞ	BELÇİKA	ÇİN	ENDONEZYA	FRANSA	GÜNEY KORE	HİNDİSTAN	HOLLANDA	HONG KONG	İSPANYA	İTALYA	PAKİSTAN	TÜRKİYE	VİETNAM
2000	14	11	2	3	7	5	5	3	14	6	15	3	5	3	10	5
2001	18	15	3	11	8	9	12	8	12	7	20	9	14	5	2	4
2002	24	19	5	17	11	11	16	13	12	13	22	14	19	13	4	5
2003	30	25	12	20	11	13	21	18	12	17	23	28	22	14	10	18
2004	31	31	17	25	13	11	23	22	15	25	25	35	24	19	11	20
2005	31	36	19	30	15	14	30	29	17	34	32	42	32	11	16	21
2006	44	44	21	36	15	14	37	40	20	42	38	50	42	19	23	24
2007	59	54	15	42	20	17	49	50	21	47	39	59	53	28	35	29
2008	62	65	22	49	24	24	55	55	32	59	43	66	58	30	41	34
2009	64	64	26	54	26	21	59	60	30	62	46	68	63	36	45	40
2010	62	67	22	57	30	30	66	62	38	64	54	71	70	36	49	43
2011	66	76	25	64	37	33	71	73	49	75	57	74	71	39	54	49

2012	68	80	31	73	42	39	78	75	48	77	57	74	73	46	59	48
2013	72	73	36	75	48	41	77	77	50	74	60	70	69	48	64	51
2014	75	82	41	81	54	42	81	80	57	75	61	72	68	54	68	58
2015	77	81	47	83	56	54	80	77	67	78	63	74	67	58	68	59
2016	80	80	54	87	62	47	83	78	68	80	68	77	69	61	73	62
2017	83	84	61	87	67	60	84	81	71	83	72	80	71	69	80	66
2018	82	83	62	84	74	60	85	83	80	82	75	81	75	70	82	69
2019	82	83	64	86	80	73	86	82	76	81	80	83	76	84	80	80
2020	82	78	64	87	85	71	82	84	84	87	91	83	80	84	82	81
2021	82	74	66	77	73	60	79	85	78	75	78	77	82	70	83	79
2022	83	73	66	77	76	64	82	91	80	79	78	87	83	69	81	79