



Araştırma Makalesi / Research Article

Yüksek Teknoloji Ürün İhracatını Belirleyen Makroekonomik Faktörler Üzerine Ampirik Bir Analiz*

Devran Şanlı¹, Aziz Konukman²

Öz

Teknolojinin ulusal düzeyde ortaya çıkması ve uluslararası yayılım göstermesi sadece mühendislik ve uygulamalı disiplinler tarafından değil aynı zamanda iktisadi koşullar tarafından belirlenen bir olgudur. Teknoloji yoğun ihracatın iktisadi faktörlerini araştıran mevcut ampirik literatürde farklı bulgu ve kanıtlar sunulmaktadır. Bu çalışma, sofistike ve teknoloji yoğun ihracatın (HT) makro iktisadi belirleyicilerini tespit etmeye yönelik literatürde bulunan aktif bir tartışmaya ağırlıklı olarak orta ve yüksek gelir grubundaki ülkeler örneğinde katkı sunmaktadır. İhracat sofistikasyon düzeyi HT payı yanı sıra EXPY endeksiyle hesaplanmıştır. Analiz panel veri ekonometrisi yöntemleriyle 1988-2017 dönemi ve 49 ülke için gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı değişkenler olarak fiziki-beşeri sermaye, Ar-Ge, doğrudan yabancı yatırımlar, döviz kuru ve ülke ölçeği seçilmiştir. Ekonometrik bulgular, yerel teknolojik kapasiteyi oluşturan fiziki sermaye, beşeri sermaye ve Ar-Ge harcamalarının HT ihracatının baskın kaynakları olduğunu göstermektedir. HT ihracatı artışında ulusal teknolojik kapasiteyle birlikte yayılım ve ölçek etkileri de önemlidir. Beşeri sermaye önemli bir düzeyde ve üstelik diğer bütün değişkenlerin hepsinden daha fazla HT ihracatını artırmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımların yayılım etkisi anlamlıdır ancak etkinin boyutu ulusal teknolojik kapasiteyi oluşturan değişkenlerin boyutundan daha düşüktür. Sonuçlar, kamu politikalarının eğitim, yatırım ve Ar-Ge alanlarındaki kompozisyonun önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Teknoloji İhracatı, EXPY Endeksi, Beşeri Sermaye, Ar-Ge.

An Empirical Analysis on Macroeconomic Factors Determining High-Tech Exports

Abstract

The emergence of technology at the national level and its international spillovers is a phenomenon determined not only by engineering and applied disciplines but also by economic conditions. Different findings are presented in the existing empirical literature investigating the economic factors of technology-intensive (HT) exports. This study contributes to an active debate in the literature on identifying the macroeconomic determinants of HT exports, mainly in the sample of middle and high-income countries. Export sophistication level was calculated with HT ratio and EXPY index. The analysis was carried out between 1988 and 2017 in 49 countries. Physical and human capital, research and development (R&D), foreign direct investments, exchange rate and country scale were chosen as explanatory variables. Findings show that physical and human capital, R&D expenditures, which constitute local technological capacity, are the primary sources of HT exports. Along with the national technological capacity, diffusion and scale effects are also important in the increase in HT exports. Human capital increases HT exports more than any other variable. The spillover effect of foreign direct investments is significant, but the magnitude is lower than the size of the variables that make up the national technological capacity. The results point to the importance of the composition of public policies in the fields of education, investment, and R&D.

Keywords: High-Tech Exports, EXPY Index, Human Capital, Research and Development.

*Bu çalışma Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Aziz KONUKMAN danışmanlığında Devran ŞANLI tarafından "Yüksek Teknoloji İhracatının Dinamikleri Üzerine Üç Makale" başlığı ile tamamlanarak 25.01.2021 tarihinde savunulan Doktora tezinden türetilmiştir.

¹ Corresponding Author (Sorumlu Yazar), Dr., Bartın Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, devransanli@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4106-3799>

² Prof. Dr., AHBV Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, azizkonukman@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0269-3245>

Atıf: Şanlı, D., Konukman, A. (2022). Yüksek teknoloji ürün ihracatını belirleyen makroekonomik faktörler üzerine ampirik bir analiz. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40(2), 343-367.

GİRİŞ

İktisatçılar uzunca bir dönem teknolojinin doğada yerleşik olduğu, Tanrı ve mühendisler tarafından sağlanmış bir bilgi kümesi olduğu görüşündeydi. Bu doğrultuda neoklasik modellerde teknolojinin dışsallığı, yani iktisadi değişkenler tarafından değil mühendislik bilimleri tarafından belirlendiği varsayımı varlığını sürdürmüştür. Ancak izleyen yeni klasik modellerde teknoloji olgusu beşeri sermaye, Ar-Ge faaliyetleri gibi iktisadi faktörler tarafından belirlenen içsel bir değişken olarak tanımlanmaya başlanmıştır. Bununla birlikte bu modellerde ekonominin sahip olduğu teknoloji ve bilgi birikimi iktisadi bir girdi olarak değerlendirilmiştir. Diğer yandan faktör donanımı öngörüsü doğrultusunda zaman içerisinde ekonomilerin görece bilgi düzeyinin değişmesiyle karşılaştırmalı üstünlüğün değişeceği ileri sürülmüştür.

Bilgi ve teknoloji dönemine geçişle birlikte dünya genelinde üretimde, birincil endüstrilerde teknolojik ilerleme ve ihracatta yapısal değişiklikler yaşanmaya başlanmıştır. Faktör ve sermaye hareketlerinin serbest olduğu, ulaşım ve iletişim maliyetlerinin giderek düştüğü global bir ortamda ulusal teknolojik altyapı tarafından yaratılan teknoloji ve bilgi birikimi, yerel düzeyde sınırlı kalmayarak uluslararası yayılım göstermiştir. Bu yayılımı ortaya çıkaran faktörler ise çok uluslu şirketlerin organizasyonel faaliyetleri, doğrudan yabancı yatırımlar, dış ticaret ve beşeri sermayenin uluslararası mobilitesidir.

Diğer yandan dış ticareti açıklamaya çalışan yeni modeller eksik rekabet ve ülke ölçeğinin ülkeler arası ticareti şekillendiren önemli faktörler olduğu görüşünü ortaya koymuştur. Bu modellerin öngörüsü, yüksek teknoloji (High Technology-HT) üretiminde ölçeğe göre artan getirilerin ve düşük üretim-ticaret maliyetlerinin varlığında teknoloji yoğun ticaretin büyük ülkelerde kümelenmesidir.

Ekonominin faaliyet gösterdiği teknoloji ve teknik bilgi düzeyinin göstergesi ve uzantısı olarak sofistike ihracat; Ar-Ge, fiziki-beşeri sermaye, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, kurumlar, siyasi ve sosyal istikrar vb. birçok faktörün çok boyutlu etkileşimini yansıtmıştır. Bütün bu karşılıklı etkileşimleri ülkeler arasında eşanlı olarak ölçmek mümkün değildir. Bu nedenle, sofistike-teknoloji yoğun ihracatın üzerindeki yapısal etkilerin belirlenmesi soyutlama, basitleştirme ve seçicilik gerektirmektedir. Teorik ve ampirik çalışmalarda HT ihracatını etkilediği ileri sürülen çok fazla değişken vardır. Teknoloji yoğun ihracatın kaynaklarını sunan ampirik literatürde farklı bulgu ve kanıtlar sunulmaktadır. Ar-Ge, Beşeri Sermaye, Fiziki Sermaye, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Ülke Ölçeği, Döviz Kuru, Kurumlar gibi faktörlerin HT ihracatı üzerinde hiçbir etkisinin bulunmadığını ileri süren çalışmalar olduğu gibi HT ihracatının belirleyicisini tek bir faktöre indirgeyen araştırmaların da yer aldığı geniş bir yelpaze mevcuttur. Bu çalışmada söz konusu faktörlerin etki gücünün ayrıştırılması amaçlanmaktadır.

1. TEKNOLOJİ DÜZEYİNİ BELİRLEYEN İKTİSADİ FAKTÖRLER VE TEKNOLOJİNİN YAYILMA KANALLARI

Ekonomik birimlerin teknoloji kabiliyeti, yeni teknolojiler üretme, mevcut teknolojileri kullanma, uyarlama, değiştirme ve asimile etme yetenekleriyle karakterizedir. Söz konusu kabiliyetler bütünü teknolojik bilgiyi etkin kullanma çabası/becerisi olarak tanımlanmaktadır. Teknolojik kabiliyetin oluşumunu ve birikimini sağlayan faktörler fiziksel yatırım, beşeri sermaye ve teknolojik çabadır (Kim, 1997).

Teknolojik kabiliyetin uzantısı olarak ihracatın teknoloji düzeyi ve karmaşıklığını etkileyen faktörler içsel ve dışsal faktörler olarak iki kategori altında toplulaştırılabilmektedir. İçsel faktörler kalkınma, doğal kaynaklar, beşeri sermaye, kurumlar, Ar-Ge gibi ülkenin içerisinde temelleri bulunan etmenlerdir. Dışsal faktörler ise ihracatın sofistikasyonu ve teknoloji yoğunluğunu dışa açıklık/ticaret ve doğrudan yabancı yatırımlar yoluyla ekonominin dışından etkileyen faktörler olarak tanımlanmaktadır (Zhang ve Chen, 2020).

Ulusal teknolojik kapasite ve teknoloji yayılımının belirleyicisi olarak öne çıkan faktörler Beşeri Sermaye, Ar-Ge, Sabit Sermaye Yatırımları, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Döviz Kuru, Ülke Ölçeğidir.

Beşeri sermaye, bireysel ve toplumsal gelişimi sağlayarak iktisadi refah düzeyinin artırılmasını kolaylaştıran bilgi, beceri, kabiliyet gibi insan faktörünün sahip olduğu yetenekler bütünüdür ve işgücünün becerileri, endüstrinin kapasitesi ve rekabet gücü dolayısıyla ihracatın karmaşıklığı ve teknoloji içeriğinde önemli bir etkiye sahiptir (Zhang, 2007). Beşeri sermaye, teknoloji yayılmalarını etkileyen önemli bir etmendir. Diğer yandan, doğrudan yabancı yatırımlar gibi dışsal faktörler yoluyla bilgi yayılmalarını tam olarak özümseyemeyebilmek için bir eşik değere karşılık gelen yeterli miktarda beşeri sermaye stoku olması gerekmektedir (Herzer, 2011). Bilgi, anında ve maliyetsiz olarak yayıldığında, uluslararası ortak bir bilimsel ve teknik bilgi stoğu oluşumu meydana gelmektedir. Bu durumda, inovasyon, yenilik ve teknoloji üretimde mukayeseli üstünlük sadece girdi maliyetindeki farklılıklara, yani beşeri sermayeye bağlıdır. Göreli olarak beşeri sermaye zengini ülkeler sofistike ve teknoloji yoğun ihraç mallarında uzmanlaşırken, beşeri sermaye fakiri ülkeler geleneksel ürünler ihraç etmektedir (Montobbio ve Rampa, 2005). Eğitimin ihracat üzerindeki etkisi eşanlı değildir zaman gecikmesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle beşeri sermaye endojen değişken olarak değerlendirilmemelidir. Beşeri sermaye yoğun mallar ihracatı, beşeri sermaye stokunda artış yoluyla uzun vadeli önemli faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte, düşük yoğunluklu beşeri sermaye içeren mal ihracatında orantısız bir artış yaşayan az gelişmiş ülkeler, ortalama eğitim artışlarında da bir düşüş yaşamaktadır (Blanchard ve Olney, 2017). Beşeri sermaye ekonominin sahip olduğu teknoloji düzeyini ve kapasitesini iki kanaldan etkilemektedir. Bunlardan ilki mevcut beşeri sermaye stokuna bağlı olarak üretilebilecek teknolojik seviyedir. Bu ülkenin içsel koşulları tarafından belirlenen bir faktördür ve oluşumu yıllar sürmektedir. Söz konusu etki ülkenin ulusal teknoloji kapasitesini belirleyen önemli etmenlerden birisidir. Diğer ise, masetme kapasitesinin derinliğini belirleyen etkidir. Bu kanal esas olarak teknoloji yayılımı üzerinde etkisini göstermektedir. O halde, beşeri sermaye hem ulusal teknoloji kapasitesini belirleyen faktörlerden olması nedeniyle hem de lider ülkeler tarafından üretilen teknolojinin ticaret ve doğrudan yabancı yatırımlar kanalıyla elde edilerek taklit edilebilme, değiştirilebilme ve kullanılabilme gücü üzerinde oldukça etkili olması nedeniyle son derece önemli bir üretim faktörüdür.

Ar-Ge faaliyetleri, sistematik olarak yürütülen yaratıcı çalışmaları ifade etmektedir. Bu faaliyetler insan, kültür, toplum ve tekniğe dair mevcut bilgi birikimini artırmak ve bu bilgi stokunu yeni uygulamalar tasarlamak için organize edilen eylemleri içermektedir (OECD, 2002). Aynı zamanda bu bilgi birikimi önemli bir üretim girdisidir. Ar-Ge yatırımları firmaların bilgi stokunu artırarak inovasyona yol açmakta ve nihayetinde artan verimlilik nihai üretimi artırmaktadır (Griliches, 1979). HT ürünlerdeki ticaret performansının önemli açıklayıcılarından birisi Ar-Ge harcamalarının seviyesidir (OECD, 1995). Bununla birlikte, Ar-Ge faaliyetleri üretimde ölçeğe göre artan getiriyle ilişkilidir. Bu nedenle, bir ülkenin faktör kıtlığını aşması

beşeri sermaye ve teknoloji yatırımları yapmasına bağlıdır. Bu noktada faktör kıtlığını aşmak için teknoloji ve beşeri sermaye yatırımları yapmak ile vasıfsız ve düşük maliyetli işgücüyle sıradan mallar üretimine devam etmek arasında bir değişim (trade-off) ilişkisi doğmaktadır (Fagerberg, 1996). Ülkelerin teknoloji yoğun üretim ve ihracatlarını, dolayısıyla ekonomik performanslarını bu alanlarda yaptıkları tercihler ve uyguladıkları politikalar belirtilmektedir. Ar-Ge aracılığıyla teknoloji aktarımı olabilmesi teknoloji alıcılarının da önemli miktarda Ar-Ge faaliyetinde bulunmasına bağlıdır. Yayılmaların kapsamı yerel düzeyde ise, her ülke ulusal Ar-Ge faaliyetleriyle orantılı bir bilgi birikimi biriktirmektedir. Sonuç olarak, daha büyük bir başlangıç teknolojisine sahip ekonomiler, girdilerin göreceli donanımından bağımsız olarak bir başlangıç avantajına sahiptir (Montobbio ve Rampa, 2005). Ar-Ge yatırımları, gelecekteki üretkenlik üzerindeki etkisi ile ihracattan elde edilen kârı ve ihracat pazar payını artırmaktadır. Ar-Ge yatırımlarının geri dönüşü, yeniden yatırım sağlamaktadır (Aw vd., 2008). Uluslararası ticaret sonucu meydana gelebilecek “yaparak öğrenme” etkilerinin de ortaya çıkabilmesi için Ar-Ge yatırımları yapılması gereklidir (Young, 1991).

Sabit Sermaye Yatırımları, bütün üretim süreçlerinin fiziki şartını oluşturmaktadır. Fiziksel yatırımlar üretim tesisi ve teçhizatının oluşumunu, yenilenmesini ifade eder. Bu anlamda endüstrinin varlığı için açıkça fiziki bir gereklilik ve temel bir koşuldur. Ancak sabit sermaye yatırımlarının daha çok dikkat çeken özelliği sermaye stokunun yarattığı verimlilik (Lall, 1992). Sofistike ihracatın hacmi ve büyüme hızı, kritik olan fiziksel altyapı stokunun (yol, liman, havaalanı, enerji ve telekomünikasyon vb.) kullanılabilirliğine ve kalitesine bağlıdır. Daha çok kaliteli altyapı teknoloji yoğun üretimi ve ihracatını uyarılmaktadır (Zhu vd., 2009).

Doğrudan Yabancı Yatırım, girişleri sadece sermaye stokuna katkı vermekle kalmaz aynı zamanda yerel firmaların teknolojik kabiliyetini geliştiren ileri teknolojiyi de sunmaktadır. Böylece uzun vadeli ve sürdürülebilir bir büyüme yaratacak altyapı sağlanabilmektedir. Daha da önemlisi, teknolojik fayda yerelde doğrudan yatırımın geldiği sektörlerle sınırlı kalmayarak ilgili sektörün ileri ve geri bağlantılarıyla ilişkili olduğu diğer sektörlerle de yayılacaktır. Doğrudan yabancı yatırımların bu etkisi teknoloji yayılımı olarak adlandırılmaktadır (Kohpaiboon, 2006). Bu yatırımları gerçekleştiren şirketlerin kullandığı ileri teknoloji ve yönetim uygulamaları bulaşıcı bir etkiyle diğer sektörlerle de yayılmakta ve ev sahibi ülkedeki teknolojik ilerlemeyi hızlandırmaktadır (Findlay, 1978). Diğer yandan çok uluslu şirketler yerel piyasada rekabetin artmasına yol açmaktadır. Bu rekabet karşısında faaliyetlerini sürdürebilmek için yerel firmaların iki alternatifi vardır: Mevcut kaynaklarını daha verimli kullanmak ve yeni teknolojiye uyum sağlamak. Bu zorlama karşısında başka bir tür teknoloji yayılması meydana gelir. Yerel firmalar, piyasada faaliyet gösteren yabancı firmaların teknolojilerini gözlem ve kopyalama yoluyla edinirler ya da söz konusu firmaların eğitilmiş uzman işçilerini işe alarak kendi verimliliklerini artırma yoluna giderler. Bu şekilde beşeri sermaye transferleri başka bir yayılma mekanizmasını oluşturur (Blomström ve Kokko, 1998).

Döviz Kuru, dış ticaret performansının geleneksel belirleyicisidir. Döviz kuru dalgalanmalarının, ticaret koşullarını ve ihracat bileşenlerini değiştirebileceği doğrudan ve dolaylı etkileri vardır. Ancak, döviz kurlarındaki oynaklık ve istikrarsızlık kaynaklı dalgalanmalar ihracatçı sektörlerin ürün kalitesini artıracak yatırımlar yapmasını engelleyebilmektedir (Nugent ve Demiral, 2017). Reel döviz kuru, ülkelerin teknolojik kapasite ve faktör donanımlarındaki asimetrisini telafi etmesine izin verdiğinden yükselişi veya düşüşü uzmanlık modelini yeniden tanımlamaktadır. Makroekonomik modellerde, reel döviz kurundaki bir değişiklik, kaynakların ticarete konu olan ve olmayan faaliyetler arasında yeniden tahsis edilmesine yol açmaktadır.

Ticarete konu olan ve olmayan mallar arasında yeniden tahsis etmenin ardında, teknoloji ve bilgi açısından yoğun sektörleri güçlendiren veya tehlikeye atan bir yapısal değişim hikâyesi vardır. Gelişmekte olan ekonomilerde, ticarete konu olan sektörde artan getiriler ve teknolojik öğrenme genellikle daha güçlüdür (Cimoli vd., 2013).

Klasik ticaret teorisine göre, ceteris paribus, reel döviz kuru ihracat ilişkisi ters yönlüdür. Ancak literatürde HT ihracatı/ihracat sofistikasyonu ve döviz kuru ilişkisi açısından incelendiğinde ilişkinin yönünü pozitif/ negatif ve değişkenler arasında ilişki olmadığını ileri süren çalışmalara rastlanmıştır (Goya, 2020).

Katsayının işaretinin klasik teori aksine pozitif olmasının muhtemel birkaç nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki Marshall-Lerner koşulunun sağlanması ile yakından ilgili görünmektedir. Döviz kurunun değer kazanması karşısında Marshall-Lerner koşulu sağlanamıyorsa (HT ihracatı ve ithalatı fiyat esneklikleri toplamı 1'den büyük değil ise) katsayı işareti pozitif olabilmektedir. Döviz kuru-HT ihracatı ilişkisinin pozitif olmasına neden olan bir başka kanal Ar-Ge ve inovasyon yatırımlarıdır. Yerel para biriminin değer kazanması ihracat piyasası rekabetinin yoğunlaşmasına ve ihracatçı firmaların karının düşmesine yol açmaktadır. Bu durum bir yandan, firmaları karlarını artırabilmek için inovasyon ve Ar-Ge yapmaya zorlarken diğer yandan, ise, yerel para biriminin satın alma gücünün artması firmaları daha gelişmiş ekipman ve teknolojiler ithal etmelerini ve sürekli inovasyona faaliyetinde bulunmalarını sağlamaktadır (Gan ve Cheng, 2020). Bir diğer neden teknoloji ve sermaye yoğun sektörlerin yoğun ithal girdiye ihtiyaç duymasıdır. İthal girdi kullanımıyla birlikte gerekli hammaddeler çoğunlukla yurt dışından temin edilmekte ve reel döviz kuru katsayısı pozitif hesaplanabilmektedir.

Ülke Ölçeği, ölçek ekonomilerinin varlığı üretim süreçlerinin maliyetini düşürerek ülkelere ilgili ürün grubunda bir maliyet avantajı yaratmaktadır. Aynı zamanda ölçek ekonomilerinin geçerli olması ticarete uzmanlaşma yönünü etkilemektedir. Ülke büyüklüğü, ihracat hacmini ve ürünlerin çeşitliliğinin artırılmasını uyarmaktadır (Krugman, 1980). Ülkeler arasında maliyet ve büyüklük farklılıklarının varlığında ölçeğe göre artan getiri durumu ağırlıklı olarak daha büyük ülkelerde gerçekleşecektir (Grossman ve Helpman, 1991). Diğer yandan, daha büyük olan ülkelerin iktisadi kurumlarının kalitesi ve ekonomik refahlarının ölçülebilir derecede daha iyi olduğuna dair az kanıt bulunmaktadır. Nüfus ile temsil edilen ülke ölçeği, kurum kalitesi, beşeri sermaye ve ekonomik performansa ters yönde de etki edebilmektedir (Rose, 2006).

2. LİTERATÜR

Literatür taramasında HT ihracatı ve ihracat sofistikasyon endekslerini belirleyen faktörleri analiz eden panel veri çalışmalarına yer verilmiştir. İncelenen çalışmalar genel olarak iki aşamalı olarak kurgulanmıştır. İlk aşamada, HT ihracatı ve/veya ihracatın sofistike düzeyi çeşitli endekslerle hesaplanmakta sonraki aşamada ise bu teknoloji düzeyini belirleyen makro iktisadi faktörlerin etki gücü regresyon yöntemleriyle tahminlenmektedir. Tablo 1 literatürde yer alan çalışmaları göstermektedir.

Tablo 1: Literatür Tablosu

Yazarlar	Ülke/Ülke Grubu	Dönem	Açıklayıcı Değişkenler	Yöntem (Panel)	Bağımlı Değişken
Seyoum (2004)	60	1996-1998	FDI,DR, HHC,ER,SE,RC,MS,PI	Havuzlanmış SEK	HT-İhracatı
Seyoum (2005)	55	1999	HDC,TI,FDI	Yatay Kesit	HT-İhracatı
Montobbio & Rampa (2005)	9	1985-1998	VA,FDI,R&D,HC,GE	LSDV, White Standart Hatalar	HT-İhracatı
Hausmann vd. (2007)	100/131	2001	GDP _{pc} ,HC,POP,LAND,LAW	Yatay Kesit	EXPY Endeksi
Zhang (2007)	87	1985-1998	FDI,PI,HC,TI	Yatay Kesit	HT-İhracatı
Srholec (2007)	111	2003	POP,TI,HT nihai ürün ve HT ara malı	Yatay Kesit	HT-İhracatı
Braunerhjelm & Thulin (2008)	19-OECD	1981-1999	R&D,HC,GE,GDP _{pc} ,SIZE,TBP	FE ve White Standart Hatalar.	HT-İhracatı
Vogiatzoglou (2009)	28	2000-2005	R&D,HC,REER,SIZE,VA, OPN,TİveFDI	Sabit Etkiler (FE)	BİT- İhracatı
Zhu vd. (2009)	65	1992-2006	HC,R&D,FDI,OPN,GCF,LAND,POP,KL,INS,IMP	FE, Panel Rassal Etkiler (RE), GMM	EXPY Endeksi
Cabral & Veiga (2010).	48 Sahra Altı Afrika	1960- 2005	GDP _{pc} ,POP,HC,INS,LAND,OIL,GEvd.	FE,SEK	EXPY Endeksi
Tebaldi (2011)	99	1980-2008	HC,OPN,FDI,GCF,GS,REER,INF,MIG	FE	HT-İhracatı
Weldemicael (2012)	120	1980-2000	GDP _{pc} ,FDI,POL,EFI,LAW,DIST,POP,HC.	SEK, 2SLS, GMM	EXPY Endeksi
Cimoli vd. (2013)	111	1962-2008	REER,GDP,HC,K,LAND,ENERGY	GMM	HT-İhracatı
Zhu & Fu (2013)	65	1992-2006	POP,HC,LAND,KL,FDI,INS,R&D,IMP	FE, RE, GMM	EXPY Endeksi
Gökmen & Turen (2013)	AB-15	1995-2011	HC,EFI,FDI	Eşbütünleşme, Nedensellik, FMOLS	HT-İhracatı
Göçer (2013)	11-Asya	1996-2012	R&D	Eşbütünleşme, Nedensellik, AMG	HT/BİT-İhracatı
Sandu & Ciocanel (2014)	26-AB	2006-2010	Kamu-Özel R&D,HC	SEK, EGLS	MT/HT-İhracatı
Kılıç vd. (2014)	G-8	1996-2011	R&D,REER	Nedensellik, SEK-White, EGLS	HT-İhracatı
Yu & Hu (2015)	29	1995-2010	KL,HC,R&D,FDI,FIN,VSS	FE ve RE	TSI,TSID, TSIF endeksi
Lin vd. (2017)	30 Sahra Altı Afrika	1981-2000	GDP _{pc} ,RFALL	FE,2SLS,GMM	EXPY Endeksi
Nugent & Demiral (2017)	30-Gelişmekte	2000-2014	R&D,GDP _{pc} ,INF,REER,BİT ithalatı,EDVR	FE, GMM	BİT İhracatı
Özkan & Yılmaz (2017)	12-AB/Türkiye	1996-2015	R&D	Eşbütünleşme, Nedensellik ve DOLS	HT-İhracatı
Hüseyini (2017)	BRICS-T	1996-2012	FDI	Eşbütünleşme, CCEMG	EXPY Endeksi
Kabaklarlı vd. (2017)	14-OECD	1989-2015	GDP,FDI,INV,PR	MG/PMG	HT-İhracatı
Koçenda & Poghosyan (2018)	101	2001-2015	POP,HC,LAND,GDP _{pc} ,LAW	FE-2SLS,GMM	EXPY Endeksi
Vu (2019)	110/113	2000-2010	INS,LAND,GE,EFI,OPN,FD	GMM	ECI Endeksi
Mourad vd. (2019)	8-Gelişmiş	1996-2017	HT İhracatı, R&D sektöründeki araştırmacı ve BİT ithalatı	Eşbütünleşme, FE ve RE	BİT-İhracatı
Asongu & Asongu (2019)	Sahra Altı Afrika	2000-2012	FDI,GDP,TI,OPN,EXC,HVPOL,MR,GE,LAWveYC	GMM	BİT-İhracatı
Hüseyini & Çakmak (2019)	5-Gelişmiş/ 5-Gelişmekte	1996-2013	R&D,GS,HC,FDI,PR	Eşbütünleşme, FMOLS, VECM	EXPY Endeksi
Li (2019)	BRICS	1990-2010	OFDI,IFDI,GDP _{pc} ,POP,HC,REER,OPN,FOPN,EXCR,EDVR	Prais-Winsten Regresyon, GMM, Driscoll-Kraay, RE	EXPY Endeksi
Teng, & Lo (2019).	62	1995-2014	DIST,SPEC,HC,FDI,OPN,POP,	FE, GMM	EXPY Endeksi
Panda vd. (2020)	67	1996-2014	TE,OPN,GDP _{pc} ,ER,PR,TI,HC.	FE	TE Endeksi, HT-İhracatı
Oğuz & Sökmen (2020)	31-OECD	1996-2016	R&D,PR,REER	Driscoll-Kraay, FE	HT-İhracatı
Akyol & Demez (2020)	8-NIC	1996-2015	GDP _{pc} ,PR,TM,IPRveEFI	RE	HT-İhracatı
Zhang & Chen (2020)	Çin Eyaletleri	2003-2016	IFDI,OFDI,R&D,HC,EDVR,GDP _{pc}	FE ve FE-IV	EXPY/ HT-İhracatı
Gan & Cheng (2020)	Çin 26 Alt Sektör	2000-2010	R&D,HC,KL,REER,FDI,EXR,PR	FE	EXPY Endeksi
Saadi (2020)	65-80	2002-2014	ODA,R&D,HC,POP,OPN,FDI,PR,INS,GE	FE, Driscoll-Kraay, 2SLS, GMM	ECI Endeksi

Yazarlar	Ülke/Ülke Grubu	Dönem	Açıklayıcı Değişkenler	Yöntem (Panel)	Bağımlı Değişken
Bayar vd., (2020)	11-AB Geçiş Ekonomisi	2000-2016	R&D,PR,FDI	Eşbütünleşme, Nedensellik, AMG	HT-İhracatı
Günes vd. (2020)	48	1980-2017	FDI,PR,OPN,INV,POL,REER,HC,GDP _{pc}	Panel-ARDL	HT-İhracatı

CC: Maliyet Rekabeti, **IMP:** İthalat Oranı, **CHNEX:** Çin'e olan ihracat, **INS:** Kurumsal Kalite, **CHNIMP:** Çin'e olan ithalat, **IPR:** Fikri Mülkiyet, **CL:** Ortak Dilin Varlığı, **KL:** Sermaye/Emek Rasyosu, **CONST:** Kurumsal Kısıtlar, **LAND:** Toprak Büyüklüğü, **CST:** Okyanusa kıyı, **LAW:** Hukukun Üstünlüğü, **DR:** Yurtiçi Rekabet, **MIG:** Göç, **DR:** Bağımlılık Oranı, **MR:** Piyasa Düzenlemeleri, **DST:** Coğrafi Uzaklık, **MS:** Matematik ve Doğa Bilimlerinin Eğitimi Kalitesi, **EDVR:**İhracat Yoğunlaşması, **ODA:** Resmi Kalkınma Yardımları/Bağışlar, **EFI:** Ekonomik Özgürlükler, **PI:** Altyapı, **El:** Enerji Yatırımları, **POL:** Politik Yönetim, **ER:** Döviz Kuru, **PR:** Patent Sayıları/Hakları, **EXC:**İhracat Maliyeti, **RC:** Üniversite Sanayi İşbirliği, **EXCR:** Kur Rejimi, **REER:**Reel Döviz Kuru, **EXR:** İhracat Oranı, **RFALL:** Yağış Rejimi **FD:** Finansal Gelişme, **SE:** Ar-Ge Sektöründeki Araştırmacı, **FOPN:** Finansal Dışa Açıklık, **SHW:** Ticaret Fuarları, **FVR:** Net Yabancı Sermayeli Kuruluş Sayısı, **SIZE:** Ülke Ölçeği **SPEC:** Uzmanlaşma, **GCF:** Sabit Sermaye Yatırımları, **SP:** Bilimsel Yayın Sayısı, **GDP:** GSYH, **GDP_{pc}:** Kişi Başına GSYH **TBP:** Teknolojik Ödemeler Bilançosu, **GE:** Büyüme Etkisi, **TFI:** Serbest Ticaret **GE:** Kamu Har., **TI:** Ulusal Teknoloji Alt., **GE:** Hükümetin Etkinliği, **TM:** Marka Başvuruları, **GS:** Tasarruflar **UM:** Sendikal Üyelik, **HC:** Beşeri Sermaye, **UNEMP:** İşsizlik Oranı, **HDC:** Yurtiçi Talep Koşulları, **VA:** Katma Değer, **HHC:** Hanehalkı Tüketimi, **VSS:** Dikey Uzmanlaşma, **HV:** Hesap Verilebilirlik, **WD:** Dünya Talebi, **IMA:** Uluslararası Piyasaya Erişim, **YC:** Yolsuzluk Kontrolü

3. İHRACAT SOFİSTİKASYON ENDEKSLERİ

İhracatın sofistike düzeyini tespit etmek için araştırmacılar farklı endeks ve göstergeler hesaplamaktadır. Bu farklı yaklaşımlardan en çok kullanılan ve en bilinenleri PSI, ECI, TSI ve PRODY-EXPY endeksleridir. Sofistikasyon endeksleri ardındaki temel mantık kaynağını Ricardo'nun karşılaştırmalı üstünlük teorisinden almaktadır. Bir ülkenin veya bölgenin verimliliği ne kadar yüksek olursa, ihraç ettiği ürünlerinin teknolojik karmaşıklığının da o kadar yüksek olduğu varsayılmaktadır. Tarihsel olarak bu yaklaşımı ölçmeye çalışan öncül yaklaşımlar Finger, Kreinin (1979) ve Michaely (1984) çalışmalarına dayanmaktadır. Bu çalışmalar ihracat teknolojisi ölçmek ve değişimini izleyebilmek için İhracat Benzerlik Endeksi'ni (ESI) ve Ticaret Uzmanlık Göstergesi'ni (TSI) ortaya koymaktadır.

İhraç ürünlerinde sofistikasyon düzeyini gelir ile ilişkilendirerek ölçen ilksel yaklaşım ise Kwan (2002)'a aittir. Yüksek geliri olan ülkelerin daha yüksek katma değerli ürünler ihraç edeceği varsayımından hareketle Kwan (2002), ülkelerin hâsıla ve küresel ihracat paylarını ağırlıklandırmış ve her ihracat kategorisi için bir PSI endeksi (Product Sophistication Index) oluşturmuştur.

ECI endeksi ise (Hidalgo ve Hausmann, 2009) tarafından ileri sürülen ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) OEC (The Observatory of Economic Complexity) ve Harvard Ekonomik Karmaşıklık Atlası Laboratuvarı tarafından farklı ülkeler için hesaplanan bir endekstir. ECI, karşılaştırmalı üstünlükler (RCA) prensibine dayanan bir algoritma kullanılarak tanımlanmıştır. Bunun yanı sıra endeks ülkenin ürün çeşitliliğini ve yaygınlığını ölçmekte kullanılmaktadır.

Koopman vd. (2008) sofistikasyon endekslerinin genel olarak, ülkenin ihracatında yer alan ithal girdinin içerdiği teknolojiyi dikkate almadığını ve bu nedenle teknolojinin giriftliğini mutlak bir şekilde yansıtmayabileceklerini vurgulamaktadır. Dikey uzmanlaşma süreçleri ülkelerin üretimde birbirine olan bağımlılık düzeylerini ifade etmesi nedeniyle önemlidir. Yu ve Hu (2015) bu noktayı dikkate alarak dikey uzmanlaşmayla düzeltilmiş yöntem olarak TSI endeksini sunmaktadır.

Kwan (2002) ise "bazı ticari malların üretilmesi yüksek verimlilik düzeyi gerektirmektedir ve bu koşulu sağlayan ülkeler ihracatın sofistikasyonunda diğerlerinden daha başarılıdır" önermesini ileri sürmektedir. Hausmann, vd. (2007) bu hipotezi test etmek amacıyla mutlak ağırlığı göreceli ağırlıkla değiştirerek ihracatın sofistike düzeyini ölçen bir yöntem önermişlerdir.

İhracatın verimlilik düzeyini göstermesi, anlaşılır, güncel ve yaygın kullanılması nedeniyle bu çalışmada EXPY endeksleri hesaplanmıştır.

3.1. EXPY Endeksi Metodolojisi

EXPY endeksi olarak adlandırılan bu algoritmanın literatüre getirdiği temel yenilik, ticari malları zımni verimliliklerine göre sıralayan nicel bir yöntem olmasıdır. Hesaplama bir ürünün ihraç edildiği ülkenin kişi başına gelirinin ağırlıklı ortalaması, bu ürünlerdeki her bir ülkenin açıklanmış karşılaştırmalı üstünlüğünü yansıtacak şekilde ele alınmaktadır. İhracat sofistikasyon endeksini hesaplayabilmek için ilk aşamada her bir ürüne ait bir gelir / verimlilik düzeyi ilişkisi oluşturularak PRODY olarak adlandırılan bir gelir-verimlilik ilişkisi endeksi kurulur. Daha sonra, o ülkenin PRODY değerlerinin ihracat ağırlıklı ortalaması hesaplanarak, ihracat sepetine karşılık gelen gelir / verimlilik düzeyi hesaplanır. İhracatın ne kadar sofistike olduğunu temsil eden bu değer bir ülkenin dış ticarete uzmanlaştığı mal ile ilgili verimlilik düzeyini yansıtmakta ve EXPY olarak tanımlanmaktadır (Hausmann vd., 2007).

EXPY endeksi ile PSI yaklaşımı birbirine çok benzemekle birlikte iki endeks arasındaki temel ayırım ağırlıklandırma yöntemlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır (Thorbecke ve Pai, 2015). Endeksin hesaplanması için ilk adım olan PRODY değerleri aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

- x_{jk} : j ülkesinin düşük-orta-yüksek teknoloji "k" ürün ihracatı
- X_j : j ülkesinin toplam ihracatı
- Y_j : j ülkesinin kişi başına düşen reel GSYH
- PRODY_k: "k" ürün grubunun PRODY değeri olmak üzere,

$$PRODY_k = \sum_{n=1}^j \frac{\left(\frac{x_{jk}}{X_j} \right)}{\sum_{n=1}^j \left(\frac{x_{jk}}{X_j} \right)} * Y_j \quad (1)$$

PRODY_k değeri hesaplama yapılan ilgili sektörü (düşük-orta-yüksek teknoloji) göstermek üzere, PRODY hesaplandıktan sonra EXPY endeksi Denklem 2'deki gibi hesaplanır:

$$EXPY_j = \sum_{n=1}^k \left(\frac{x_{jk}}{X_j} \right) * PRODY_k \quad (2)$$

Çalışma HT sektöründe yapıldığı için hesaplama HT ürün grubunda yer alan ürünler için yapılmaktadır. Ürün sınıflamasında Dünya Bankası-WITS veri tabanının kullandığı Lall (2000) teknoloji sınıflandırması referans alınmıştır.

PRODY değeri o mal grubunu ihraç eden ülkelerin ağırlıklandırılmış gelir düzeyi ortalamasını göstermektedir. Düzeyin yüksekliği ürün grubunun sofistike değerinin arttığı anlamına gelmektedir. PRODY değeri sektör düzeyinde hesaplanırken, ürünün ülkelerin ihracatı içerisindeki payından ve sektörde bulunan mal grubu sayısından etkilenmektedir.

Bir ülkenin EXPY endeks düzeyi ile büyüme oranı arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır ve gelişmiş ülkeler, diğer gelişmiş ülkelerin ihraç ettiği malları ihraç etmektedir (Rodrik, 2006).

İhracatın sofistike düzeyini gösteren ölçütler genel ekonomik büyüklük tarafından kontrol edilmektedir. Bu noktada açıklanmış karşılaştırmalı üstünlüğü bir ağırlık olarak kullanmak, ülke büyüklüğünün mal sıralamasını bozmamasını sağlamaktadır (Hausmann vd., 2007).

EXPY endeks değerini etkileyen iki temel değişken, sektörlerin toplam ihracat içerisindeki payı ve ürün grubunun PRODY değeridir.

3.2. EXPY Endeksine Dair Bulgular

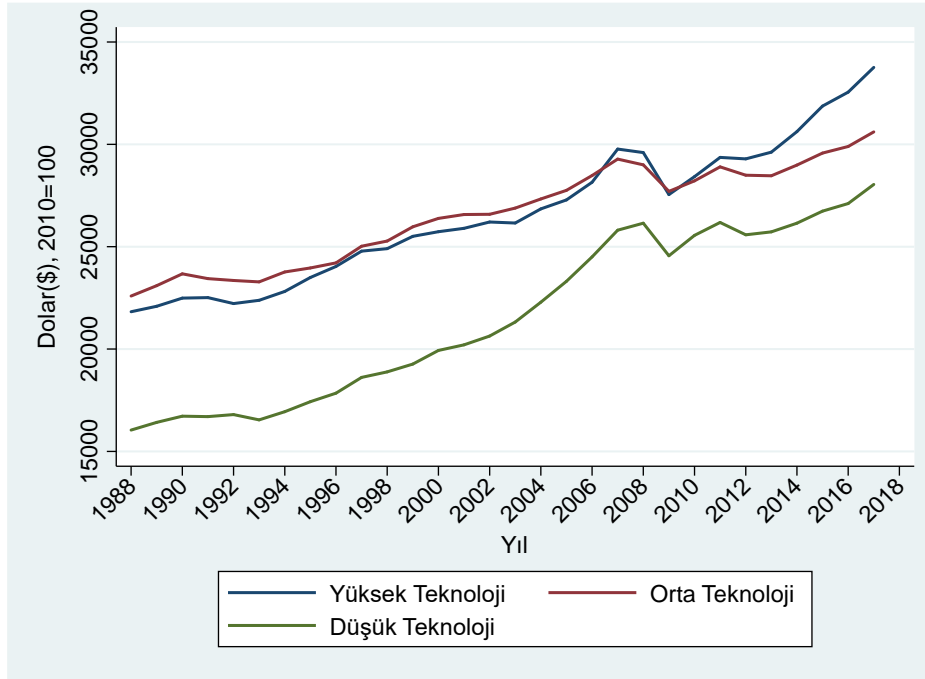
Teknoloji düzeylerine göre üç sektörde PRODY değerleri hesaplanmıştır ve değerler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Sektörlerin PRODY Değerleri

Yıl	<i>PRODY_{htech}</i>	<i>PRODY_{mttech}</i>	<i>PRODY_{lowtech}</i>
1988	21821.85	22592.20	16041.38
1989	22090.96	23095.71	16417.94
1990	22487.90	23674.32	16720.42
1991	22513.04	23440.19	16698.14
1992	22221.85	23351.06	16799.44
⋮	⋮	⋮	⋮
2013	29618.15	28466.17	25726.17
2014	30622.17	28989.45	26148.11
2015	31870.04	29573.83	26737.50
2016	32550.55	29896.11	27108.62
2017	33759.61	30608.28	28041.77

HT sektöründe diğer iki sektöre göre çok daha az sayıda alt ürün bulunmasına rağmen endeks değeri diğer iki sektörden daha yüksek hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde HT’ye ait PRODY değerlerinin 2006 yılından itibaren orta teknoloji değerlerini geride bıraktığı ve aradaki farkın giderek açıldığı görülmektedir. Her üç teknoloji düzeyinin de sofistike değeri artmakla birlikte HT sektöründeki mal grubu için artış oranı 2009 yılından sonra daha yüksektir. Sektör değerlerinin yıllara göre seyri Şekil 1’de verilmektedir.

Şekil 1: Teknoloji Düzeylerine Göre Sektörlerin PRODY Değerleri



İzleyen aşamada PRODY değerlerinden yola çıkarak ihracatın sofistike değerini gösteren EXPY endeksi hesaplanmıştır ve Tablo 3'te bazı ülkeler ve yıllar için değerleri verilmiştir.

Tablo 3: Ülkelerin Sektörlere Göre EXPY Değerleri

Ülkeler	Kod	Yıl	EXPY _{htech}	EXPY _{mttech}	EXPY _{lowtech}	Sıra
Malta	MLT	1988	7990.40	3224.76	4609.73	1
Singapur	SGP	1988	6975.08	4671.25	1551.52	2
Japonya	JPN	1988	5813.72	11188.18	1927.30	3
İrlanda	IRL	1988	5453.15	3523.30	2347.46	4
ABD	USA	1988	4904.99	5550.09	1058.54	5
Türkiye	TUR	1988	313.75	3024.12	6282.65	45
Ülke Ort.		1988	2013.63	4487.94	3189.18	-
:	:	:	:	:	:	:
Hong Kong	HKG	2017	19204.64	3867.22	2906.73	1
Singapur	SGP	2017	13616.17	5252.00	1658.14	2
Malezya	MYS	2017	12672.41	4396.20	2568.91	3
Çin	CHN	2017	11208.63	6403.30	8258.72	4
Güney Kore	KOR	2017	11049.88	11107.19	2872.05	5
Türkiye	TUR	2017	1343.14	9668.99	8874.54	40
Ülke Ort.		2017	4723.66	7495.68	3616.29	-

Not: Ülkeler EXPY_{htech} değerlerine göre sıralanmıştır.

EXPY endeksinin gelişimi incelendiğinde gelir düzeyi yüksek olan mikro ülkeler haricinde endeksin başlangıç yılı olan 1988’de gelişmiş ülkelerin ilk sırada yer aldığı gözlemlenirken, 2017 yılına gelindiğinde ilk 5 sırayı uzak doğu ülkeleri almaktadır. EXPY değerleri ülkelerin ihracatta hangi sektörlerde uzmanlaştığının önemli bir göstergesidir. Türkiye için sonuçları incelediğimizde üç sektör arasında uzmanlaşmanın düşük teknoloji düzeyinden orta teknoloji düzeyine doğru kaydığı tespit edilebilmektedir. HT sektöründe ise son otuz yılda Türkiye’nin sıralamasında önemli bir değişiklik olduğu söylenememektedir. 49 ülke içerisinde 5 basamak ilerleyerek 2017 yılında 40. Sırada yer almaktadır. Türkiye EXPY değerini 313 dolar seviyesinden 1343 dolar seviyesine çıkarabilmiş ancak ortalama değer olan 4723 dolar seviyesinin hala çok uzağındadır.

4. VERİ SETİNİN TANITILMASI VE AMPİRİK MODEL

Ampirik modelleri tanımlamak için açıklayıcı değişkenlerin seçiminde mevcut literatür takip edilerek Tablo 1’de yer alan çalışmalar referans alınmıştır. Bu doğrultuda ilk modelde bağımlı değişken olarak işgücü başına düşen reel HT ürün ihracatı, ikinci modelde ise önceki kısımda hesaplanan HT ürünlerin EXPY değerleri (s sofistike ihracatın değeri) kullanılacaktır. 3 ve 4 numaralı eşitlikte verilen kapalı formda denklemler değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi göstermektedir.

$$\text{Model 1} \quad htech = f(sch, rd, fdi, inv, reer, gdp) \quad (3)$$

$$\text{Model 2} \quad expy_{htech} = f(sch, rd, fdi, inv, reer, gdp) \quad (4)$$

Kapalı formun açık ifadesi olan aşağıdaki denklemler ise HT ihracatını belirleyen faktörleri tespit edebilmek için oluşturulan ampirik modelleri ifade etmektedir.

$$\text{Model 1:} \quad \ln(ht_{pc})_{it} = \beta_{i0} + \beta_{i1} \ln(sch) + \beta_{i2} \ln(rd_{pc})_{it} + \beta_{i3} \ln(inv_{pc})_{it} + \beta_{i4} \ln(fdi_{pc})_{it} + \beta_{i5} \ln(reer)_{it} + \beta_{i6} \ln(gdp)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\text{Model 2: } \ln(\text{expy}_{htech})_{it} = \beta_{i0} + \beta_{i1} \ln(\text{sch}) + \beta_{i2} \ln(\text{rd}_{pc})_{it} + \beta_{i3} \ln(\text{inv}_{pc})_{it} + \beta_{i4} \ln(\text{fdi}_{pc})_{it} + \beta_{i5} \ln(\text{reer})_{it} + \beta_{i6} \ln(\text{gdp})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Her iki modelde logaritmik formda kurulmuştur. Yerel teknolojik üretme kapasitesini gösteren beşeri sermaye stoku (sch), Ar-Ge harcamaları (rd), sabit sermaye yatırımları(inv) ve ülke ölçeğinin etkisini ölçen GSYH değişkenleri mevcut çalışmalar (Hausmann vd., 2007; Shorlec, 2007; Saadi, 2020; Zhang ve Chen, 2020, vd.) takip edilerek modellere eklenmiştir.

Teknolojinin yayılım (spillover) etkisini ölçen açıklayıcı değişken olarak doğrudan yabancı yatırımlar (fdi); döviz kuru duyarlılığını ölçmeyi amaçlayan reel döviz kuru (reer) değişkenleri ise Seyoum (2004; 2005), Vogiatzoglou (2009), Tebaldi (2011), Li (2019), Gan ve Cheng (2020) çalışmaları izlenerek modellere eklenmiştir.

Beşerî sermayenin HT ihracatına verdiği katkı teorik olarak pozitif olması $\beta_{i1} > 0$ beklenmektedir. İkinci açıklayıcı değişken olan Ar-Ge harcamaları (rd), işgücü başına düşen reel harcama olarak ifade edilmiştir. Katsayı işaretinin teorik olarak pozitif olması $\beta_{i2} > 0$ beklenmektedir. Yerel yatırım düzeyini gösteren açıklayıcı değişken ise sabit sermaye yatırımları (inv) işgücü başına reel olarak ölçülmektedir. Katsayının işareti yatırımların sektörel dağılımına göre değişebilmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar işgücü başına reel olarak kullanılmıştır. Katsayının beklenen değeri $\beta_{i4} > 0$ pozitifdir. Bir diğer bağımsız değişken olan reel döviz kuru (reer) ise endeks olarak ölçülmektedir ve teorik olarak beklenen katsayı işareti $\beta_{i5} < 0$ negatiftir. Ülke ölçeğinin göstergesi olan toplam GSYH değişkeni düzey değeri olarak kullanılmıştır ve teorik olarak beklenen katsayı işareti $\beta_{i6} > 0$ pozitifdir.

Analiz, 1988-2017 yıllarını ve 49 ülkeyi kapsamaktadır. Zaman periyodunun bu şekilde kısıtlanmasının nedeni STIC Rev.3 teknoloji sınıflandırmasının değişmeden 1988'den günümüze uzanmasıdır. Veri kalitesi nedeniyle ülke sayısı 49 ile sınırlandırılmıştır. Çok düşük gelir düzeyinde bulunan ve kurumsal kalitesi düşük olan ülkeler ihracatta çelişkili verilere sahip olduğu için analize dahil edilmemiştir. Çalışmaya ait örneklem, hesaplamalar, veri seti ve sağlamlık kontrolü (robustness check) dijital ortama yüklenmiştir¹. Veri setinin oluşturulduğu kaynaklar ve değişkenlerin birimleri Tablo 4'te listelenmektedir.

Tablo 4: Değişkenler ve Veri Seti Kaynakları

Değişkenler	Kısaltma	Ölçü Birimi	Veri Kaynağı
HT Ürün İhracatı	ln(ht)	Reel işgücü başına	WITS ve yazarın hesaplaması
Sofistike İhracatın Değeri (EXPY Endeksi)	ln(expy)	Düzyey/Endeks	WITS ve yazarın hesaplaması
Beşerî Sermaye	ln(sch)	sch: 25+ ortalama eğitim yılı	Barro-Lee (2018)
Ar-Ge Harcamaları	ln(rd)	Reel işgücü başına	UNCTAD, OECD ve DB
Doğrudan Yabancı Yatırımlar	ln(fdi)	Reel işgücü başına	UNCTAD, OECD ve DB
Sabit Sermaye Yatırımları	ln(inv)	Reel işgücü başına	UNCTAD, OECD ve DB
Reel Döviz Kuru	ln(reer)	Endeks	IMF ve BIS
Toplam GSYH (2010=100, Dolar)	ln(gdp)	Düzyey	UNCTAD, OECD ve DB

5. AMPİRİK BULGULAR VE EKONOMETRİK TAHMİN SONUÇLARI

Ampirik analize başlarken ilk olarak değişkenlere ait özet veriler Tablo 5'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde HT ihracatının varyansı dolayısıyla standart sapması en yüksek olan değişken olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra doğrudan yabancı yatırımlarla birlikte HT ihracatı, minimum ve maksimum değer aralığı en geniş olan değişkenlerdir. **Tablo 5: Özet Veriler**

Değişkenler	Gözlem	Ortalama	Std.Sapma	Minimum	Maksimum
ln(expy)	1470	7.747	1.038	2.824	9.863
ln(ht _{pc})	1386	6.725	1.908	0.204	11.294
ln(sch)	1470	2.253	0.277	1.030	2.646
ln(rd _{pc})	1470	6.010	1.646	0.646	8.449
ln(fdi _{pc})	1408	6.601	1.765	-6.265	12.490
ln(inv _{pc})	1470	9.117	0.924	5.736	10.975
ln(reer)	1470	4.550	0.240	3.068	5.785
ln(gdp)	1470	26.493	1.605	22.033	30.490

Bütün değişkenler arasındaki korelasyonu gösteren Tablo 6 aşağıda verilmektedir.

Tablo 6: Korelasyon Matrisi

	ln(expy)	ln(ht _{pc})	ln(sch)	ln(rd _{pc})	ln(fdi _{pc})	ln(inv _{pc})	ln(reer)	ln(gdp)
ln(expy)	1.000							
ln(ht _{pc})	0.797	1.000						
ln(sch)	0.204	0.549	1.000					
ln(rd _{pc})	0.257	0.649	0.681	1.000				
ln(fdi _{pc})	0.252	0.576	0.503	0.496	1.000			
ln(inv _{pc})	0.247	0.693	0.643	0.905	0.608	1.000		
ln(reer)	0.125	0.232	0.068	0.205	0.119	0.218	1.000	
ln(gdp)	0.134	-0.013	-0.041	0.231	-0.181	0.120	0.093	1.000

Veriler incelendiğinde Ar-Ge/Yatırımlar, HT ihracatı/EXPY endeksi, HT ihracatı/Yatırımlar, HT ihracatı/Ar-Ge ve Beşeri Sermaye/Ar-Ge eşleşmelerinin en yüksek korelasyon katsayılarına sahip olduğu görülmektedir. Toplam GSYH'nin doğrudan yabancı yatırımlar, beşeri sermaye ve HT ihracatı ile olan korelasyonu dışında diğer değişkenlerin korelasyon katsayıları pozitifdir.

İzleyen aşamada Model 1 ve Model 2'ye ait Panel FE, Panel RE ve Panel SEK arasından model seçimi gerçekleştirilecek ve regresyon artıklarında teorik varsayımların geçerliliği araştırılacaktır. Hausman model spesifikasyon testi ve Breusch-Pagan LM testi sonuçları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7: Model Belirleme Testleri

Test Tipi	Model 1 (Bağımlı ht _{pc})		Model 2 (Bağımlı expy)	
	Test İstatistiği	Olasılık	Test İstatistiği	Olasılık
Breusch-Pagan LM	11924.95	0.0000	13654.13	0.0000
Hausmann	20.28	0.0025	9.58	0.1437

Not: Hausman testi boş hipotez H₀: Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir. (Rassal etki modeli uygundur). Breusch-Pagan LM testi boş hipotez H₀: Panel etki yok (Havuzlanmış SEK Uygun)

Havuzlanmış SEK ve Rassal Etkiler tahminleri arasında tercih yapabilmek için gerçekleştirilen LM testi bulguları boş hipotezi reddetmektedir ve rassal etkiler modeli havuzlanmış modele tercih edilmektedir. Hausman test istatistiklerinden elde edilen bulgulara göre Model 1’de rassal etkiler tahmincisi etkindir boş hipotezi reddedilmektedir. EXPY endeksinin bağımlı değişken olduğu Model 2’de ise boş hipotezin kabul edildiği rassal etkiler modelinin uygun olduğu görülmektedir. Bu nedenle Model 1 için sabit etkiler ve Model 2 için rassal etkiler tahminlerinden elde edilen artıklar için regresyon varsayımlarının geçerliliği tanı testleriyle araştırılmış ve izleyen tabloda sunulmuştur.

Tablo 8: Regresyon Artıkları İçin Değişen Varyans Test Sonuçları

Test	Model 1- FE (Bağımlı Inht _{pc})			Model 2- RE (Bağımlı Inexpy)		
	Test Tipi	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test Tipi	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
Değişen Varyans	Wald	70764.27	0.0000	LR	1623.76	0.0000
Otokorelasyon	Wooldridge	80.916	0.0000	Durbin-Watson	0.3794	-
				Baltagi-Wu LBI	0.5816	-
Yatay Kesit Bağımlılık	CD	10.39	0.0000	CD	24.71	0.0000

Her iki model için değişen Varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı analizlerinden elde edilen istatistiklerin olasılık değerleri neticesinde testlerin boş hipotezleri reddedilmektedir.

Durağan olmayan serilerin ampirik çalışmalarda sahte sonuçlar vermesi mümkündür. Bu nedenle, analizde kullanılan tüm değişkenlerin durağan olduğunun doğrulanması gerekir. Çalışmada kullanılan değişkenler sabit terim ve trend eğilimli olarak durağanlık sınamasına tabi tutulmuştur. Tablo 11, ikinci nesil (yatay kesit bağımlılığına ve heterojenliğe karşı dirençli) CADF panel birim kök test sonuçlarını göstermektedir.

Durağanlık analizi sonuçları, tüm değişkenlerin %1 anlamlılık seviyesinde düzeyde birim kök içerdiğini, ancak ilk farklarında durağan hale geldiğini göstermektedir. Bu durum, değişkenlerin I(1) olduğu ve bu aynı seviyede entegre olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 9: Durağanlık Analizi

Değişkenler	Düzye Birim Kök İstatistikleri				Birinci Farklarda (Δ) Birim Kök İstatistikleri			
	Sabit		Sabit + Trend		Sabit		Sabit + Trend	
	Z[t-bar]	Olasılık	Z[t-bar]	Olasılık	Z[t-bar]	Olasılık	Z[t-bar]	Olasılık
In(expy)	0.689	0.755	-0.274	0.392	-7.991	0.000	-4.000	0.000
In(ht _{pc})	-1.610	0.054	2.435	0.993	-4.757	0.000	-1.498	0.067
In(sch)	-0.712	0.238	1.481	0.931	-8.525	0.000	-6.039	0.000
In(rd _{pc})	0.676	0.750	5.075	1.000	-3.925	0.000	-1.635	0.051
In(fdi _{pc})	1.633	0.949	6.023	1.000	-10.611	0.000	7.233	0.000
In(inv _{pc})	-1.492	0.068	3.993	1.000	-4.559	0.000	-5.127	0.000
In(reer)	-1.282	0.100	1.765	0.961	-4.948	0.000	-2.282	0.011
In(gdp)	-1.840	0.033	2.990	0.999	3.379	0.000	-2.135	0.016

Not: Sabit terim kritik değerler: %10:-2.040 %5:-2.110, %1:-2.230. Sabit terim + trend kritik değerler: %10: -2.540, %5:-2.610, %1:-2.730.

Serilerin birim kök içermesi sahte regresyon katsayılarının tahmin edilmesine neden olabilecektir (Granger ve Newbold, 1974). Bu durumdan iki prosedür uygulanarak kaçınmak mümkündür. Bunlardan ilki serilerin farkının alınarak durağan hale getirmektir. Bu durumda seriler aynı dereceden entegre olmadığı hallerde iktisadi yorumlar yapmak zorlaşacaktır. İkincisi ise serilerin eşbütünleşik olması durumudur. Eğer seriler eş bütünleşik ise seriler arasındaki ilişki sahte değildir ve uzun döneme ait yorumlar yapılabilir (Dolado vd., 2001). Eşbütünleşme için çoğu tek denklem testi regresyon artıklarına yapılan birim kök testine dayanmaktadır. Artıklarda birim kök bulmak eşbütünleşme olmadığı anlamına gelir (Kennedy, 2008). Eşbütünleşmenin varlığını araştırmak için Engle ve Granger (1987), regresyon artıklarına genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) t oranı testinin kullanılmasını önermektedir. Regresyon artıklarına yapılan durağanlık analizi bütün modellerde %1 ve %10 önem seviyesinde artıkların birim kök içermediğini göstermektedir. Artıkların durağan olması elde edilen regresyon katsayılarının sahte olmadığını ve aralarında uzun dönemde eşbütünleşmenin varlığını işaret etmektedir. Bu yöntem Kao (1999) tarafından ileri sürülen Engle ve Granger (1987) temelli eşbütünleşme testinin algoritmasıdır. Çalışmada eşbütünleşme durumu regresyon artıklarına uygulanan birim kök testiyle araştırılmıştır.

Regresyon varsayımlarının araştırıldığı testlerde veri seti ve modellere ilişkin doğrusal SEK varsayımlarının karşılanmadığı tespit edilmiştir. Kurulan modellerde otokorelasyon ve değişen varyans problemi olduğu ayrıca bu sorunlara ek olarak veri setinde yer alan değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu problemlere karşı dirençli istatistikler veren Driscoll-Kraay (D-K) standart hatalar yöntemiyle katsayılar elde edilmiştir. D-K yöntemi aynı zamanda dengeli ve dengesiz panel veri setlerinde de kullanılabilir. Tahmin edilen katsayılar ve test istatistikleri Tablo 12’de verilmektedir.

Tablo 10: Driscoll-Kraay Dirençli Standart Hatalarla Regresyon Katsayıları

Değişkenler	Model 1-FE (Bağımlı $lnht_{pc}$)			Model 2-RE (Bağımlı $lnexpy$)		
	Katsayılar	D-K Std. Ht.	Güven Aralığı	Katsayılar	D-K Std. Ht.	Güven Aralığı
$ln(sch)$	1.447***	0.146	1.148/1.745	0.827***	0.088	0.647-1.008
$ln(rd_{pc})$	0.274***	0.059	0.154/0.394	0.048	0.039	-0.032/0.128
$ln(fdi_{pc})$	0.030*	0.018	-0.006/0.066	0.031*	0.017	-0.004/0.066
$ln(inv_{pc})$	0.650***	0.093	0.459/0.841	0.273***	0.055	0.160/0.385
$ln(reer)$	1.110***	0.101	0.903/1.317	0.262***	0.040	0.179/0.345
$ln(gdp)$	0.344**	0.144	0.050/0.638	0.111*	0.066	-0.024/0.245
Sabit T.	-18.604***	3.113	-24.97/-12.23	-1.233	1.308	-3.908/1.442
F/χ^2	180.33***			757.78***		
VIF	3.390			3.320		
RMSE	1.522			1.929		
Gözlem	1326			1408		
R^2	0.584			0.110		
Grup	49			49		
Artık	-9.221***			-1.495*		
CADF Testi	[0.000]			[0.067]		

Not: Katsayılar standart hatalara bölünerek “t” değerleri elde edilebilir. Köşeli parantez içerisindeki değerler Peseran CADF birim kök testinin olasılık değerlerini göstermektedir. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Öncelikle çoklu doğrusal bağlantı problemi katsayıların istatistiksel olarak anlamsız hesaplanmasına, hesaplanan katsayıların teorik olarak ters işaretlere sahip olmasına ve standart hataların oldukça yüksek değer almasına neden olabilir (Wang, 1996). Fakat çoklu doğrusal bağlantı durumunda da SEK doğrusal sapmasız en etkin tahminci olma özelliğini korumaktadır. Açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonun 0,80-0,90 değerlerini aşması durumunda çoklu doğrusal bağlantı araştırılmalıdır ve $VIF > 10$ olması çoklu doğrusal bağlantının varlığına işaret etmektedir (Kennedy, 2008).

Bu aşamada Ar-Ge ve Yerel Yatırımlar arasındaki korelasyon katsayısı 0,905 hesaplandıği için çoklu doğrusal bağlantının varlığı VIF hesaplamasıyla araştırılmıştır. Elde edilen VIF değeri $3,39 < 10$ ve $3,32 < 10$ olduğu için değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı problemi yoktur sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca modellerden elde edilen F ve Ki-Kare istatistikleri ise modellerin genel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgular model spesifikasyon hatası yapılmadığını işaret etmektedir.

Bu bulgulara ek olarak ayrıca regresyon artıklarına yapılan durağanlık analizi bütün modellerde %1 ve %10 önem seviyesinde artıkların birim kök içermediğini göstermektedir. Artıkların durağan olması elde edilen regresyon katsayılarının sahte olmadığını göstermektedir. Bu nedenle elde edilen katsayı ve istatistikler güvenle yorumlanabilir. Ayrıca katsayıların güven aralığı tahminlerinde genel olarak işaret değiştirmedeği görülmektedir. Bu bulgu, açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme yönü hakkında yapılan tahminlerin güvenilir olduğuna dair bir işarettir.

Model 1 için katsayıların nokta tahminleri göreceli olarak analiz edildiğinde ele alınan dönem ve ülke grubu için oldukça anlamlı iktisadi sonuçlara ulaşılmaktadır. İlk olarak ulusal teknoloji kapasitesini gösteren beşeri sermaye, fiziki sermaye ve Ar-Ge değişkenlerinin HT ihracatı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve katsayı işaretleri pozitifdir. Buna ek olarak, incelenen değişkenler içerisinde HT ihracatını belirleyen en önemli faktörün beşeri sermaye olduğu görülmektedir. Beşeri sermayenin göstergesi olan ortalama eğitim yılında meydana gelen %1 artış, işgücü başına reel HT ürün ihracatını %1,45 artırmaktadır. Değişkenin %95 güven aralığındaki katsayı tahminleri 1,15-1,75 aralığındadır. EXPY endeksinin bağımlı değişken olduğu Model 2'den elde edilen bulgular da Model 1 ile benzerlik göstermektedir ancak yerel teknoloji kapasitesini gösteren değişkenler içerisinde beşeri sermaye ve sabit sermaye yatırımları istatistiksel olarak anlamlı iken Ar-Ge değişkeni anlamsızdır. Hem yerel teknolojik kapasite göstergeleri hem de bütün açıklayıcı değişkenler içerisinde HT ihracatı üzerinde en yüksek etkiye sahip olan değişkenin Model 2 için de beşeri sermaye olduğu tespit edilmektedir.

Ar-Ge harcamalarının HT ihracatı üzerindeki etkisi de pozitif ve anlamlıdır. HT ihracatının Ar-Ge esneklik katsayısı 0,27 olarak tahmin edilmiştir. Ar-Ge harcamalarındaki her %1'lik artış HT ihracatını yaklaşık olarak %0,32 artırmaktadır. Değişkenin %95 güven aralığındaki katsayı tahminleri 0,15-0,39 aralığındadır. Model 2 için Ar-Ge harcamalarının EXPY endeksine (sofistike ihracatın değerine) etkisi ise pozitif fakat istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Reel sabit sermaye yatırımlarının HT ihracatı üzerinde etkisi de oldukça yüksek ve pozitif tahmin edilmiştir. Ayrıca değişken %1 önem seviyesinde anlamlıdır ve yatırımlardaki %1'lik bir değişim HT ihracatını %0,65 simetrik olarak değiştirmektedir. Aralık tahminlerinde yatırımların HT ihracatına etkisi ise 0,46-0,84 bandında gerçekleşmektedir. Model 2 için ele alındığında yerel sabit sermaye yatırımlarının EXPY endeksi üzerindeki etkisi 0,27 düzeyindedir. Her iki modelden

elde edilen sonuçlar söz konusu ülkelerde sabit sermaye yatırımlarının teknoloji yoğun sektörleri uyardığını göstermektedir.

Yerel teknoloji kapasitesini temsil eden değişkenler olan beşeri sermaye, Ar-Ge ve sabit sermaye yatırımlarının pozitif ve anlamlı olması literatürdeki bir çok çalışmanın Hausmann vd., (2007), Zhang (2007), Shorlec, (2007), Tebaldi (2011) Saadi, (2020), Zhang ve Chen, (2020) sonuçlarıyla örtüşmekte ve onları desteklemektedir.

Doğrudan yabancı yatırımların HT ihracatı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu teknolojinin ülkeler arasındaki yayılmasının (Technology Spillover) doğrudan yabancı yatırımlar aracılığı ile olduğu hipotezini desteklemektedir. Ancak katsayı tahminlerinde göreceli olarak en küçük değere sahip olan değişken olduğu görülmektedir. Nokta tahminlerinde HT ihracatını üzerindeki etkisi yaklaşık olarak 0,03 düzeyindedir. Katsayı istatistiksel olarak %10 önem seviyesinde anlamlıdır. Bu sonucun incelenen veri setinde yer alan ülkelerin orta, orta yüksek ve yüksek gelir grubunda bulunan ülkeler olması nedeniyle teknoloji üretme kapasitelerinin yayılım etkisinden daha çok içsel teknolojik kapasitelerine bağlı olmaları nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Özetle söz konusu ülkelerde yayılım etkisinin boyutu içsel teknolojik kapasitenin boyutundan daha düşüktür. Model 2 için ele alındığında doğrudan yabancı yatırımların EXPY endeksi üzerindeki etkisi yaklaşık olarak 0,031 düzeyindedir. Her iki modelden elde edilen katsayı tahminleri birbirine oldukça yakındır. Analiz edilen veri seti için doğrudan yabancı yatırımların teknoloji yayılımı kanalıyla ihracatın teknoloji düzeyini artırdığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç Seyoum (2004; 2005), Vogiatzoglou (2009), Tebaldi (2011), Li (2019), ve Gan ve Cheng (2020) çalışmalarında ileri sürülen yabancı doğrudan yatırımlara ilişkin bulgularla örtüşmektedir.

Reel döviz kurunun HT ihracatı ve ihracatın sofistike endeksi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve katsayı işareti pozitifdir. Döviz kuru değişkenine ait katsayı olan β_{15} , %1 önem seviyesinde anlamlıdır. HTnin ihracatının reel döviz kuru esnekliği 1,11 olarak hesaplanmıştır. Güven aralığı tahminleri ise 0,90-1,32 bandında değişmektedir. Bu sonuç, işgücü başına HT ihracatının döviz kurlarındaki dalgalanmalara yanıt verdiğini göstermektedir. Bağımlı değişkenin EXPY endeksi olduğu Model 2 bulguları da döviz kuru için paralellik göstermektedir. Ancak reel döviz kurunun katsayısı Model 1'e kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Döviz kurunun HT ihracatı ve EXPY üzerindeki etkisinin pozitif olduğu yönündeki teorinin aksine elde edilen bu bulgu Cimoli vd. (2013), Li (2019), Gan ve Cheng (2020) çalışmalarında ulaşılan sonuçlarla paralellik göstermekte ancak Tebaldi (2011)' de ileri sürülen bulguyu reddetmektedir. Döviz kurunun HT ihracatı üzerinde pozitif etki yaratan olası nedenler hakkında döviz kuru alt başlığında yeterli açıklama yapıldığı için burada yeniden bu olgulara değinilmemiştir.

Ölçek ekonomilerinin etkisini ölçmeyi amaçlayan ve ülke ölçeğini gösteren toplam GSYH değişkeninin tahmin edilen katsayısı ise her iki model için de anlamlı ve katsayı işareti pozitifdir. Ülke ölçeğinin HT ihracatı ve sofistikasyonu üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu yönündeki bu bulgu Hausmann vd., (2007), Koçenda ve Poghosyan (2018), Saadi (2020), Zhang ve Chen (2020) çalışmasında ileri sürülen bulgularla uyuşmaktadır.

6. SONUÇ

PRODY ve EXPY endekslerine ait bulgular, HT sektöründe değer artışı, düşük ve orta teknoloji grubundaki malları geride bırakmakla birlikte ve aradaki fark giderek açılmaktadır. EXPY değerlerinde, Uzak Doğu Asya ülkelerinin son otuz yılda sofistike ihracatta diğer ülkelere kıyasla

önemli bir performans göstermiştir. Türkiye’de ise uzmanlaşma düşük teknoloji düzeyinden orta teknoloji düzeyine doğru kaymış ancak otuz yılda HT sektöründe Türkiye’nin sıralamasında önemli ve anlamlı bir değişiklik olmamıştır.

Ekonometrik analiz bulgularına göre, yerel teknolojik kapasiteyi oluşturan fiziki sermaye, beşeri sermaye ve Ar-Ge harcamaları HT ihracatının baskın kaynaklarıdır. Bununla birlikte Beşerî sermaye önemli bir düzeyde ve üstelik diğer bütün değişkenlerin hepsinden daha fazla HT ihracatını artırmaktadır. HT ihracatında fiziki sermaye ve Ar-Ge’de önemi faktörlerdir ancak bunlardan daha da önemlisi beşeri sermayedir.

Beşerî sermaye birikimini arttırabilmek ülkelerin istikrarlı ve tutarlı eğitim politikalarıyla uzun dönemde okullaşma oranını artırmasına bağlıdır. Ancak burada ön plana çıkan eğitim düzeyi nitelikli ve evrensel bir yükseköğrenim öğrenimi olmakla birlikte tek kastedilen beşeri sermaye kaynağı değildir. Beşeri sermayeye katkı veren meslek içi eğitim, işbaşı eğitim ve ömür boyu öğrenme faaliyetleri yeterli düzeyde finanse ve teşvik edilmelidir. Bu alanlar formel eğitime alternatif olmamakla birlikte onun tamamlayıcısıdır.

Diğer yandan özellikle daha düşük HT ihracatına sahip gelişmekte olan ülkelerde sabit sermaye yatırımları üretken ve verimli teknoloji yoğun altyapı alanlarına yönlendirilmelidir. İnternet ağlarının yaygınlaştırılması ve erişim maliyetlerinin ucuzlaması, kurumlar arası bilgi paylaşımını sağlayacak teknolojik altyapının kurulması; ara malı, girdi ve nihai ürünlerin lojistik maliyetini düşürecek yatırımlar (havaalanı, liman, demiryolu, karayolu ağları vb.) da HT ihracatını destekleyecektir. Bununla birlikte sabit sermaye yatırımlarının HT ürünleri üretiminde kullanılan araç, teçhizat, makine, ekipman, ara malı ve girdilere kaydırılması teknoloji yoğun ihracatın artışını destekleyecektir.

Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan kaynağın artırılması, Ar-Ge araştırmacı sayısını artırmak, beşeri sermayesi görece olarak daha yüksek Ar-Ge personeline daha cazip bir ekonomik ortam ve atmosfer oluşturacak minvalde politikaların izlenmesi HT ihracatını destekleyecektir. Yasal düzenlemelerle bu alanda faaliyet gösteren firma, araştırmacı sayısı ve niteliğini artıracak vergi, sübvansiyon ve teşvik politikaları ülkelerin HT ihracatını artıracaktır.

Bulgular HT ihracatı açısından kamu politikalarının eğitim, yatırım ve Ar-Ge alanlarındaki önemini göstermektedir. Teknoloji yoğun ihracatta başarı sağlamak için eğitim, yatırım ve Ar-Ge faaliyetlerinin objektif kriterlerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu alanlarda yaşanacak ilerleme, etkileşim ve ağ oluşturacak kurumsal politikaların izlenmesi doğrudan HT ihracatını artıracaktır.

Sonuçlar, HT ihracatının artışında ulusal teknolojik kapasiteyle birlikte yayılım ve ölçek etkilerinin de önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Doğrudan yabancı yatırımların yayılım etkisi anlamlıdır ancak etkinin boyutu ulusal teknolojik kapasiteyi oluşturan değişkenlerin boyutundan daha düşüktür. Bu durumun iki farklı nedeni olabilir. İlk olarak incelenen ülkeler arasında çok büyük teknolojik fark olmaması nedeniyle doğrudan yabancı yatırımların yarattığı teknoloji yayılımı düşüktür. İkinci olarak ise bu ülkelere gelen yabancı sermaye akışlarının daha az teknoloji gereksinimi olan emek yoğun endüstrilere yönelmiş olabilir.

Teknoloji yoğun endüstrilerde ihracata yönelik doğrudan yabancı yatırımlar büyük ölçüde teknolojiyi massedebilecek güçlü yerel kabiliyetlere sahip, altyapı yatırımlarını tamamlamış, kurumsal kalitesi belirli bir eşğin üzerinde olan ülkelere gelmektedir. Bu nedenle hem faktör koşullarının iyileştirilmesine hem de altyapı ve kurumsal kalitenin artırılmasına yönelik politikalar

doğrudan yabancı yatırım girişlerini hızlandıracaktır. Böylelikle hem faktör koşulları iyileştirilerek ekonominin teknolojiyi massetme yeteneği artacak hem de yayılma etkisinin ortaya çıkması kolaylaşacaktır.

NOTLAR

¹ İlgili veri seti ve tablolara <https://bit.ly/3kA6JSe> linkinden erişim sağlanabilir.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Etik Kurul Onayı

Bu araştırma etik kurul izni gerektiren analizleri kapsamadığından etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Yazar Katkıları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Akyol, M., & Demez, S. (2020). İnovasyonun yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisi: Yeni endüstrileşen ülkeler için panel veri analizi. *Journal of Yaşar University*, 15(57), 56-62. <https://doi.org/10.19168/jyasar.568712>
- Asongu, S. A., & Asongu, N. (2019). The role of mobile phones in governance-driven technology exports in Sub-Saharan Africa. *Journal of the Knowledge Economy*, 10(2), 849-867. <https://doi.org/10.1007/s13132-017-0500-2>
- Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Xu, D. Y. (2008). R&D investments, exporting, and the evolution of firm productivity. *American Economic Review*, 98(2), 451-56. <https://doi.org/10.1257/aer.98.2.451>
- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2018). A new data set of educational attainment in the world, 1950-2014. 26 Eylül 2018 tarihinde <http://www.barrolee.com/> adresinden erişilmiştir.
- Bayar, Y., Remeikienė, R., & Gasparėnienė, L. (2020). Intellectual property rights, R&D expenditures, and high-tech exports in the EU transition economies. *Journal of International Studies*, 13(1), 143-154. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2020/13-1/9>

- Blanchard, E. J., & Olney, W. W. (2017). Globalization and human capital investment: Export composition drives educational attainment. *Journal of International Economics*, 106, 165-183. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2017.03.004>
- Blomström, M., & Kokko, A. (1998). Multinational corporations and spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12(3), 247-277. <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00056>
- Braunerhjelm, P., & Thulin, P. (2008). Can countries create comparative advantages? R&D expenditures, high-tech exports and country size in 19 OECD countries, 1981-1999. *International Economic Journal*, 22(1), 95-111. <https://doi.org/10.1080/10168730801887026>
- Cabral, M. H. C., & Veiga, P. (2010). *Determinants of export diversification and sophistication in Sub-Saharan Africa* (No. wp550). Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Economia.
- Cimoli, M., Fleitas, S., & Porcile, G. (2013). Technological intensity of the export structure and the real exchange rate. *Economics of Innovation and New Technology*, 22(4), 353-372. <https://doi.org/10.1080/10438599.2012.748504>
- Dolado, J. J., Gonzalo, J., & Marmol, F. (2001). Cointegration. In B. Baltagi (eds.), *A Companion to Theoretical Econometrics*. USA: Blackwell Publishing, 634-654.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2) 251-276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Fagerberg, J (1996). Technology and competitiveness. *Oxford Review of Economic Policy*, 12(3), 39-51. <https://www.jstor.org/stable/23606440>
- Findlay, R. (1978). Relative backwardness, direct foreign investment, and the transfer of technology: A simple dynamic model. *The Quarterly Journal of Economics*, 92(1), 1-16. <https://doi.org/10.2307/1885996>
- Finger, J. M., & Kreinin, M. E. (1979). A Measure of Export Similarity' and its Possible Uses. *The Economic Journal*, 89(356), 905-912. <https://doi.org/10.2307/2231506>
- Gan, S., & Cheng, D. (2020). Exchange rate appreciation, R&D, and export sophistication: Evidence from China. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 29(2), 237-246. <https://doi.org/10.1080/09638199.2019.1657171>
- Goya, D. (2020). The exchange rate and export variety: A cross-country analysis with long panel estimators. *International Review of Economics & Finance*, 70, 649-665. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.07.001>
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 165(2), 215-240.
- Gökmen, Y., & Turen, U. (2013). The determinants of high technology exports volume: A panel data analysis of EU-15 countries. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, 2(3), 217-232.
- Granger, C. W. J., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)

- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116. <https://doi.org/10.2307/3003321>
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35(2-3), 517-526. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(91\)90153-A](https://doi.org/10.1016/0014-2921(91)90153-A)
- Günes, S., Gürel, S. P., Karadam, D. Y., & Akin, T. (2020). The analysis of main determinants of high technology exports: A panel data analysis. *Kafkas University. Faculty of Economics and Administrative Sciences. Journal*, 11(21), 235-260. <https://doi.org/10.36543/kauibfd.2020.012>
- Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12(1), 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- Herzer, D (2011). The long-run relationship between outward foreign direct investment and total factor productivity: Evidence for developing countries. *The Journal of Development Studies*, 47(5), 767-785. <https://doi.org/10.1080/00220388.2010.509790>
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570-10575. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>
- Hüseyini, İ., & Çakmak, E. (2019). Determinants of export sophistication: An investigation for selected developed and developing countries using second-generation panel data analyses. *Ekonomický Časopis*, 67(5), 481-503.
- Hüseyini, İ. (2017). Doğrudan yabancı yatırımların ihracatın sofistike değeri üzerindeki etkisi: BRICS ülkeleri ve Türkiye. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(4), 79-95. <https://doi.org/10.17065/huniibf.372399>
- Kabaklarlı, E., Duran, M. S., & Üçler, Y. T. (2017, October). The determinants of high-technology exports: A panel data approach for selected OECD countries. In *DIEM: Dubrovnik International Economic Meeting* (Vol. 3, No. 1, pp. 888-900). Sveučilište u Dubrovniku.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1-44. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)
- Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics* (6 ed.). USA: Blackwell Publication.
- Kılıç, C., Bayar, Y., & Özekicioğlu, H. (2014). Araştırma geliştirme harcamalarının HT ürün ihracatı üzerindeki etkisi: G-8 ülkeleri için bir panel veri analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (44), 115-130. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.62317>
- Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. USA: Harvard Business Press.
- Kočenda, E., & Poghosyan, K. (2018). Export sophistication: A dynamic panel data approach. *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(12), 2799-2814. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1412305>

- Kohpaiboon, A. (2006). Foreign direct investment and technology spillover: A cross-industry analysis of Thai manufacturing. *World Development*, 34(3), 541-556. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.08.006>
- Koopman, R., Wang, Z., & Wei, S. J. (2008). *How much of chinese exports is really made in China? Assessing domestic value-added when processing trade is pervasive* (No. w14109). National Bureau of Economic Research.
- Krugman, P. (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *The American Economic Review*, 70(5), 950-959. <https://www.jstor.org/stable/1805774>
- Kwan, C. H. (2002). The rise of China and Asia's flying-geese pattern of economic development: An empirical analysis based on US import statistics. *NRI Papers*, 52(1), 1-11.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lall, S. (2000). The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98. *Oxford Development Studies*, 28(3), 337-369. <https://doi.org/10.1080/713688318>
- Li, J. (2019). Export sophistication and outward fdi in developing countries. *Journal of International Commerce, Economics and Policy*, 10(03), 1950017. <https://doi.org/10.1142/S1793993319500170>
- Lin, F., Weldemicael, E. O., & Wang, X. (2017). Export sophistication increases income in Sub-Saharan Africa: Evidence from 1981-2000. *Empirical Economics*, 52(4), 1627-1649. <https://doi.org/10.1007/s00181-016-1103-7>
- Michaely, M. (1984). *Trade, Income Levels, and Dependence*. Amsterdam: North-Holland.
- Montobbio, F., & Rampa, F. (2005). The impact of technology and structural change on export performance in nine developing countries. *World Development*, 33(4), 527-547. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.01.001>
- Mourad, M., Sabbah, H., & Mourad, H. (2019). Impact of the technological developments to the computer and communication service exports: Panel data analysis. *Arabian Journal of Business and Management Review*, 9(380), 2-7.
- Nugent, J. B., & Demiral, M. (2017). Yükselen sanayi ekonomilerinde bilgi ve iletişim teknolojileri ürünleri ihracatının belirleyici faktörleri. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3(4), 597-608.
- OECD (1995). *Trade in High Technology Products: An Initial Contribution to the Statistical Analysis of Trade Patterns in High Technology Products*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2002). *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris: OECD Publishing.
- Oğuz, S., & Sökmen, A. (2020). Araştırma geliştirme harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatına etkisi: OECD ülkeleri üzerine bir panel veri analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (27), 209-222. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.651992>

- Özkan, G., & Yılmaz, H. (2017). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı ve kişi başı gelir üzerindeki etkileri: 12 AB ülkesi ve Türkiye için uygulama (1996-2015). *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 12(1), 1-12.
- Panda, S., Sharma, R., & Park, W.G. (2020). Patent protection, technological efforts, and exports: An empirical investigation. *The Journal of Developing Areas*, 54(2), 145-161. <https://doi.org/10.1353/jda.2020.0021>
- Rodrik, D. (2006). What's so special about China's exports? *China & World Economy*, 14(5), 1-19. <https://doi.org/10.1111/j.1749-124X.2006.00038.x>
- Rose, A. K. (2006). Size really doesn't matter: In search of a national scale effect. *Journal of the Japanese and International Economies*, 20(4), 482-507. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2006.06.008>
- Saadi, M. (2020). Remittance inflows and export complexity: New evidence from developing and emerging countries. *The Journal of Development Studies*, 56(12), 2266-2292. <https://doi.org/10.1080/00220388.2020.1755653>
- Sandu, S., & Ciocanel, B. (2014). Impact of R&D and innovation on high-tech export. *Procedia Economics and Finance*, 15, 80-90. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00450-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00450-X)
- Seyoum, B. (2004). The role of factor conditions in high-technology exports: An empirical examination. *The Journal of High Technology Management Research*, 15(1), 145-162. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2003.09.007>
- Seyoum, B. (2005). Determinants of levels of high technology exports an empirical investigation. *Journal of Competitiveness Studies*, 13(1), 64-79.
- Srholec, M. (2007). High-tech exports from developing countries: A symptom of technology spurts or statistical illusion? *Review of World Economics*, 143(2), 227-255. <https://doi.org/10.1007/s10290-007-0106-z>
- Tebaldi, E. (2011). The determinants of high-technology exports: A panel data analysis. *Atlantic Economic Journal*, 39(4), 343-353. <https://doi.org/10.1007/s11293-011-9288-9>
- Teng, Y., & Lo, D. (2019). *Determinants of developing countries' export upgrading: The role of China and productive investment (No. 227)*. Department of Economics, SOAS, University of London, UK.
- Thorbecke, W., & Pai, H. K. (2015). The sophistication of East Asian exports. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 20(4), 658-678. <https://doi.org/10.1080/13547860.2015.1045328>
- Vogiatzoglou, K. (2009). *Determinants of export specialization in ict products: A cross-country analysis (No. 2009.3)*. International Network for Economic Research-INFER.
- Vu, T. (2019). Does institutional quality foster economic complexity? Available at SSRN 3509939. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3509939>
- Wang, G. C. (1996). How to handle multicollinearity in regression modeling. *The Journal of Business Forecasting*, 15(1), 23-27.

- Weldemicael, E. (2012). Determinants of export sophistication. The University of Melbourne. 27 Eylül 2018 tarihinde <https://bit.ly/36vBjDj> adresinden erişilmiştir.
- Young, A. (1991). Learning by doing and the dynamic effects of international trade. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 369-405. <https://doi.org/10.2307/2937942>
- Yu, C., & Hu, X. (2015). Sophistication of China's manufactured exports and determinants. *Transnational Corporations Review*, 7(2), 169-189. <https://doi.org/10.5148/tncr.2015.7204>
- Zhang, K. H. (2007). Determinants of complex exports: Evidence from cross-country data for 1985-1998. *Economia Internazionale/International Economics*, 60(1), 111-122.
- Zhang, S., Chen, C. (2020). Does outward foreign direct investment facilitate China's export upgrading? *China & World Economy*, 28(5), 64-89. <https://doi.org/10.1111/cwe.12328>
- Zhu, S., & Fu, X. (2013). Drivers of export upgrading. *World Development*, 51, 221-233. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.05.017>
- Zhu, S., Fu, X., Lai, M., & Xuan, J. (2009). *What drives the export sophistication of countries? (No.033)*. University of Oxford, Department of International Development. SLPTMD Working Paper Series.

EKLER

Tablo 1A: Veri Setine Dahil Olan Ülkeler

Ülke	Kısaltma	Kod	Ülke	Kısaltma	Kod
Arjantin	ARG	1	Güney Kore	KOR	26
Avustralya	AUS	2	Letonya	LVA	27
Avusturya	AUT	3	Litvanya	LTU	28
Belçika	BEL	4	Malezya	MYS	29
Brezilya	BRA	5	Malta	MLT	30
Kanada	CAN	6	Meksika	MEX	31
Şili	CHL	7	Hollanda	NLD	32
Çin	CHN	8	Yeni Zelanda	NZL	33
Hırvatistan	HRV	9	Norveç	NOR	34
Çek Cumhuriyeti	CZE	10	Polonya	POL	35
Danimarka	DNK	11	Portekiz	PRT	36
Estonya	EST	12	Romanya	ROM	37
Finlandiya	FIN	13	Rusya Federasyonu	RUS	38
Fransa	FRA	14	Singapur	SGP	39
Almanya	DEU	15	Slovak Cumhuriyeti	SVK	40
Yunanistan	GRC	16	Slovenya	SVN	41
Hong Kong	HKG	17	Güney Afrika	ZAF	42
Macaristan	HUN	18	İspanya	ESP	43
İzlanda	ISL	19	İsveç	SWE	44
Hindistan	IND	20	İsviçre	CHE	45
Endonezya	IDN	21	Tayland	THA	46
İrlanda	IRL	22	Türkiye	TUR	47
İsrail	ISR	23	Birleşik Krallık	GBR	48
İtalya	ITA	24	A.B.D.	USA	49
Japonya	JPN	25			