

**TÜRKİYE’DE EKONOMİK BÜYÜME, SERMAYE BİRİKİMİ, AR-GE  
HARCAMALARI VE BEŞERİ SERMAYE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN AMPİRİK BİR  
İNCELENMESİ**

AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC  
GROWTH, CAPITAL ACCUMULATION, R&D EXPENDITURES AND HUMAN  
CAPITAL IN TÜRKİYE

**Öğr. Gör. Hakan ATEŞ**

Ataşehir Adıgüzel Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0002-0232-9227

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih AKIN**

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-7741-4004

**ÖZET**

Ekonomik büyümenin sağlanması, alan araştırmalarının önemli bir konusunu oluşturmuş ve iktisat alanında çalışan bilim insanları tarafından dönemler boyunca ekonomik büyüme üzerinde belirleyici olan değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkileri incelenmiştir. Ülkelerin büyümelerini sürdürmeleri ve özellikle gelişmekte olan ülkelerin potansiyellerini ortaya çıkarmaları amacıyla yapılan bu çalışmalar giderek önem kazanmış; bu doğrultuda çeşitli büyüme teorileri ortaya atılmıştır. Özellikle Neoklasik Büyüme Teorisi ile İçsel Büyüme Teorisi ön plana çıkarken, bu teoriler teknoloji, beşerî sermaye ve Ar-Ge harcamaları gibi kavramları ekonomi literatürüne kazandırarak ülkelerin büyüme dinamiklerini daha sağlam temellere oturtmayı hedeflemiştir. Bu çerçevede çalışmanın amacı, Türkiye’de ekonomik büyüme ile sermaye birikimi, Ar-Ge harcamaları ve beşerî sermaye arasındaki ilişkiyi incelemektir. 1996-2022 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı modelde ekonomik büyüme bağımlı değişken olarak ele alınmış; sermaye birikimi, Ar-Ge harcamaları ve beşerî sermaye ise bağımsız değişkenler olarak analiz edilmiştir. Genişletilmiş VAR modeli kapsamında Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak yapılan analizler sonucunda sermaye birikimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ve Ar-Ge harcaması ile sermaye birikimi arasında yine çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunun yanında beşerî sermayeden ekonomik büyümeye, sermaye birikimine ve Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular, beşerî sermaye düzeyinin artırılması, Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesi ve değişkenler arasındaki entegrasyonun güçlendirilmesi gerektiğine işaret ederek politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Beşerî Sermaye, Ar-Ge Harcamaları, Toda-Yamamoto Nedensellik.

**ABSTRACT**

Achieving economic growth has become a significant topic of research, and economics scholars have examined the cause-and-effect relationships between the variables that determine economic growth over time. These studies, aimed at ensuring that countries maintain their growth and, in particular, to uncover the potential of developing countries, have increasingly gained importance; various growth theories have been proposed in this regard. Neoclassical Growth Theory and Endogenous Growth Theory, in particular, have come to the fore. These theories have introduced concepts such as technology, human capital, and R&D expenditures to the economic literature, aiming to establish a more robust foundation for

countries' growth dynamics. Within this framework, the study aims to examine the relationship between economic growth and capital accumulation, R&D expenditures, and human capital in Türkiye. In the model using annual data for the period 1996-2022, economic growth is treated as the dependent variable, while capital accumulation, R&D expenditures, and human capital are analyzed as independent variables. Analyses using the Toda–Yamamoto causality test within the extended VAR model revealed a bidirectional causality relationship between capital accumulation and economic growth, a bidirectional causality relationship between R&D expenditure and economic growth, and a bidirectional causality relationship between R&D expenditure and capital accumulation. Furthermore, a unidirectional causality relationship running from human capital to economic growth, capital accumulation, and R&D expenditure was also found. The findings offer important implications for policymakers, pointing to the need to increase human capital levels, encourage R&D activities, and strengthen the integration between variables.

**Keywords:** Economic Growth, Human Capital, R&D Expenditures, Toda-Yamamoto Causality.

## 1. GİRİŞ

İktisadi büyüme kavramı, Sanayi Devrimi ve onun devamındaki süreçte iktisat alanındaki çalışmaların merkezinde yer almıştır. Ülkeler arasındaki büyüme farklılıkları, büyüme araştırmaları üzerine yapılan çalışmaları geliştirmiştir (Goldstone, 2002; Angrist vd., 2021). Ekonomik büyüme teorileri dönemler itibarıyla çeşitli değişkenler üzerinden tanımlanmıştır. Ekonomiyi bilim hâline getiren Adam Smith, ekonomik büyümenin artmasını işbölümü ve uzmanlaşmaya bağlamıştır. Malthus, ekonomik büyüme üzerinde nüfusun belirleyici olduğunu vurgulamıştır. David Ricardo ise ekonomik büyüme üzerine yaptığı çalışmalarda azalan verimler yasasını ön plana çıkarmıştır (Öztürk, 2010; Kreager, 2017; Ayanaw Alemu & Belay Zegeye, 2024). Bu kapsamda ekonomik büyüme teorilerinin, işbölümü, uzmanlaşma, azalan verimler ve nüfus gibi klasik unsurlardan, Neoklasik büyüme teorileri ve ardından İçsel büyüme teorilerine kadar genişlediği ve zamanla çok sayıda değişkenin eklenmesiyle geliştiği görülmektedir.

Neoklasik büyüme teorileri, 1950 sonrası döneme önemli katkılar sunmuştur. Bu teorilerde emek ve sermayenin yanı sıra teknolojik gelişme de ekonomik büyüme modeline dâhil edilmiştir. Böylelikle ekonomik büyümenin emek ve sermaye ile açıklanamayan kısmının anlaşılması hedeflenmiştir. Ayrıca teknolojik gelişmenin, yani bilgi birikiminin, sermaye birikimini de desteklediği vurgulanmıştır. Bu teoriye göre ekonomik büyümenin artışında sermaye stoğu, işgücü ve modele dışsal olarak eklenen teknoloji rol oynamaktadır. Her ne kadar teknolojik gelişmenin büyümeyi artırdığı öngörülse de modelde dışsal bir unsur olarak ele alınmıştır. Başka bir ifadeyle teknolojik gelişmenin ilahi bir güç gibi ekonomiye dışarıdan geldiği varsayılmış ve bu durum teknolojik gelişmenin nasıl ortaya çıktığının anlaşılmasında eksiklik yaratmıştır. Oysa teknolojik gelişme dışsal değil, beşerî sermaye tarafından üretilen bir süreçtir (Yardımcı, 2006; Sredojević vd., 2016; Epicoco, 2021).

İçsel büyüme teorileri ise Neoklasik büyüme teorisinin eksik kaldığı noktaları tamamlamak amacıyla 1980'lerin ortalarından itibaren ekonomi bilimi içinde önemli bir yer edinmiştir. Bu teoride teknolojik gelişmenin dışsal olmadığı, aksine ekonomik aktörlerin faaliyetleri sonucu oluştuğu kabul edilmektedir. İçsel büyüme teorilerinin temelini Lucas (1988) ve Romer (1986) çalışmaları oluşturmaktadır (Özel, 2012; Jones, 2022). Her ne kadar iki teorisyen farklı yaklaşımlar geliştirmiş olsa da, ekonomik büyümenin uzun vadede içsel olarak belirlendiği görüşünde birleşmişlerdir. İçsel büyüme teorisinin yaygınlaşmasıyla birlikte beşerî sermaye

ve Ar-Ge faaliyetleri gibi unsurlar ekonomi literatüründe daha fazla önem kazanmıştır (Funke & Strulik, 2000; Çiftçi & Aykaç, 2011; Eriksson vd., 2023).

Romer (1986), teknolojik gelişmeyi modelin dışsal değil içsel bir unsuru olarak ele almıştır. Yeni fikir arayışı içinde olan firmalar, bu faaliyetlerini modele dâhil ederek teknolojiyi içselleştirmiştir. Firmaların bilgi ve teknoloji sayesinde elde ettiği yüksek kazançları yeniden Ar-Ge harcamalarına yönlendirmesi, ekonomik büyümenin süreklilik kazanmasına katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede ekonomik büyüme; Ar-Ge faaliyetleri yürüten beşerî sermayenin üreteceği teknolojiler ve yeni ürünler aracılığıyla artmaktadır. Dolayısıyla teknolojik gelişme hazır bulunmamakta, belirli ekonomik faaliyetler sonucunda ortaya çıkmaktadır (Mathur, 1999; Teixeira & Queirós, 2016; Dağlı & Ezanoğlu, 2021). Ar-Ge'ye daha fazla kaynak ayıran ekonomiler daha fazla yenilik yapmakta ve daha hızlı büyümektedir. Buna karşılık vasıfsız emek ağırlıklı, görece az gelişmiş ekonomilerde Ar-Ge faaliyetlerine katılım sınırlı olmakta; bu durum bilgi stoğunun ve ekonomik büyümenin düşük seyretmesine yol açmaktadır (Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Tunç & Dik, 2022).

İçsel büyüme teorisinin bir diğer önemli ismi olan Lucas (1988), beşerî sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki belirleyici rolüne dikkat çekmiştir. İnsanların bilgi, beceri, tecrübe ve dinamizmi olarak tanımlanan beşerî sermaye, fiziksel sermaye gibi üretime katılmakta ve normal emek unsurundan ayrı bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Beşerî sermaye birikimi eğitim ve yaparak öğrenme olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Eğitim, bireylerin becerilerini artırarak verimliliklerini yükseltirken; yaparak öğrenme, bireylerin çalışma sürecinde kendilerini geliştirmesini ifade eder. Beşerî sermayedeki artış, emek verimliliğini yükseltmekte; bunun sonucunda üretime katılan diğer faktörlerin verimliliğini de desteklemektedir (Kibritçioğlu, 1998; Blair, 2011).

Ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalar tarih boyunca farklı boyutlardan ele alınmış ve önemi her dönemde korunmuştur. Ülkelerin temel amaçlarından biri ekonomik büyümeyi artırmak ve gelişmişlik seviyesini yükseltmektir. Bu amaca ulaşmak için büyüme teorileri geliştirilmiş ve politika yapıcılarının gündemine giren değişkenlerin analizi özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından önem taşımıştır. Çünkü bu ülkeler, ekonomik büyümeyi artırarak sürdürülebilir hâle getirmeyi ve daha üst bir kalkınma basamağına çıkmayı hedeflemektedir. Bu çerçevede beşerî sermaye ve teknolojiyi geliştirmeyi başarabilen gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeleri yakalama fırsatına sahip olacaktır.

Çalışmanın literatüre önemli katkıları bulunmaktadır. İlk olarak, beşerî sermaye endeksi, Ar-Ge harcamaları, gayrisafî sermaye oluşumu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koyarak Neoklasik ve İçsel büyüme teorilerinin dolaylı bir testini sunmaktadır. İkinci olarak Türkiye'nin gelişen bir piyasa ekonomisine sahip olması nedeniyle Ar-Ge harcamaları, sermaye oluşumu ve beşerî sermayenin yaratabileceği fırsatlar dikkate değer niteliktedir. Üçüncü olarak, Türkiye açısından söz konusu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini ele alan çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın literatürdeki boşluğu doldurma potansiyelini artırmaktadır. Bu değişkenler çerçevesinde yürütülen bir çalışmanın Türkiye için politika önerileri sunabilecek olması da araştırmayı ilgi çekici kılmaktadır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Teorik çerçevenin verildiği birinci bölümün ardından, ikinci bölümde literatür incelemesi; üçüncü bölümde veri seti ve yöntem; dördüncü bölümde ampirik bulgular; beşinci bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatür araştırmasında yer alan Ar-Ge harcamaları, beşerî sermaye endeksi ve çeşitli göstergelerin yanı sıra sermaye birikimi ile ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen ampirik bulguların neredeyse tamamı benzer sonuçlara ulaşmaktadır. Bu

çalışmalar, beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları ve sermaye birikiminde meydana gelecek artışların ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla, söz konusu unsurları artırıcı nitelikte yaşanacak gelişmelerin ekonomik büyümeyi ivmelendireceği sonucuna varılmaktadır.

**Tablo 1: Literatür İncelemesi**

Yazar/lar	Ülke/ler	Dönem	Bulgu
Şimşek (2025)	Gelişmiş 10 Ülke	2000-2021	Panel veri analizi bulguları, Ar-Ge, eğitim harcamaları ve brüt sabit sermaye oluşumunun ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.
Kanval vd. (2024)	Pakistan	1990-2019	ARDL sonuçlarına göre, fiziksel ve beşerî sermaye kısa ve uzun dönemde ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.
Tung & Hoang (2024)	29 Gelişmekte Olan Ülke	1996-2019	Panel eşbütünleşme testi, uzun dönemde Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir.
Mengesha & Singh (2023)	Etiyopya	1980/81 ile 2019/20 dönemi	Zaman serisi bulguları, fiziksel sermaye birikimi ile işgücünün ortaöğretim ve üçüncül eğitim düzeyleri ve doğumdaki yaşam beklentisinin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir. Buna karşılık ilköğretim düzeyi ve yetişkin ölüm oranının etkisi ise negatif ve istatistiksel olarak önemsizdir.
Sadeghzadeg Emsen vd. (2023)	Yükselen 19 Ülke	2000-2019	Panel veri analizi bulguları, sağlık harcamaları ve sermaye stoğundaki artışın ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Tatlı (2023)	Türkiye Seviye 1 Bölgelerinde	2010-2021	Panel veri analizi bulguları, elektrik tüketimi, Ar-Ge harcamaları ve yükseköğretim görmüş işgücü oranının bölgesel ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.
Uğur & Atılğan (2023)	Kırılgan Beşli Ülke	1987-2019	Panel veri analizi bulguları, beşerî ve sabit sermayenin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Filiz (2022)	40 Gelişmiş, 21 Gelişmekte Olan Ülke	1996-2020	Panel veri analizi bulguları, Ar-Ge, beşerî sermaye ve sermaye stoğunun ülkelerde ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Dağlı & Ezanoğlu (2021)	OECD Ülkeleri	1991-2017	GMM tahminleri, Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif etkilediğini; ileri teknoloji ihracatının etkisinin ise pozitif fakat önemsiz olduğunu göstermektedir.
Koç & Atakişi (2021)	Türkiye	1988-2019	Granger nedensellik analizi, brüt sermaye oluşumu ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; beşerî sermayeden brüt sermaye ve GSYH'a doğru ise tek yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir.
Mohamed vd. (2021)	Mısır	1995-2018	ARDL sonuçları, devletin eğitim harcamalarının ekonomik büyümeyi pozitif fakat önemsiz; sağlık harcamalarının ise negatif ve önemsiz etkilediğini göstermektedir.
Rahim vd. (2021)	N-11 Ülkeleri	2000-2010	Bulgular, beşerî sermaye endeksinin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Sulaiman vd. (2021)	Endonezya, Malezya ve Tayland	1985-2018	Panel regresyon bulguları, beşerî sermayenin ekonomik büyümeyle anlamlı ve pozitif; teknoloji kapasitesinin ise anlamlı bir ilişkisi olmadığını göstermektedir.
Ünsal & Çalıyurt (2021)	G7 Ülkeleri	1991-2017	Panel veri analizine göre, beşerî sermaye ekonomik büyümeyi pozitif etkilemektedir.
Köse & Gültekin (2020)	12 OECD Ülkesi	1996-2017	Granger nedensellik testi, Ar-Ge'den GSYH'a tek yönlü; GSYH ile teknoloji ve Ar-Ge ile teknoloji arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir.
Uddin vd. (2020)	120 Gelişmekte Olan Ülke	1996-2014	GMM ve eş zamanlı kantil regresyonu sonuçlarından elde edilen bulgulara göre, kurumlar ve beşerî sermayenin

			ekonomik büyüme üzerinde önemli bir pozitif etkisi söz konusudur.
Yıldırım & Kantarcı (2018)	15 Gelişmekte Olan Ülke	1998-2013	Bulgular, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.
Bayraktutan & Kethudaoğlu (2017)	29 OECD Ülkesi	1996-2015	Panel veri analizine göre, Ar-Ge harcamaları, sabit sermaye ve yükseköğretim mezunlarının ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.
Keskin (2011)	177 BM Ülkesi	1960-2007	Çoklu doğrusal regresyon, kamu sağlık harcamaları, Ar-Ge, okuryazar oranı ve eğitim düzeyinin ekonomik kalkınmayı artırdığını göstermektedir.
Özer & Çiftçi (2009)	OECD Ülkeleri	1990-2005	Panel veri analizine göre, Ar-Ge harcamaları, araştırmacı ve patent sayısının ekonomik büyümeyi önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

### 3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde sermaye birikimi, Ar-Ge harcamaları, beşerî sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkileri 1996-2022 dönemi yıllık verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz kapsamında değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Nedensellik ilişkileri, serilerin farklı düzeylerde durağan olması nedeniyle, genişletilmiş VAR modeli çerçevesinde Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi ile incelenmiştir. Çalışmada  $\ln GDP$  (ekonomik büyüme) bağımlı değişken olarak ele alınırken,  $\ln CAP$  (Gayri safi sabit sermaye oluşumu),  $\ln AR-GE$  (Ar-Ge harcamaları) ve  $\ln HC$  (beşerî sermaye) bağımsız değişkenler olarak değerlendirilmiştir. Veriler, Dünya Bankası ve Penn World Table veri tabanlarından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan model Bayraktutan & Kethudaoğlu (2017), Filiz (2022), Sadeghzadeg Emsen vd. (2023), Kanval vd. (2024) ve Şimşek (2025) çalışmalarından esinlenerek kurulmuştur. Değişken açıklamaları Tablo 2’de sunulmuştur.

$$\ln GDP_t = \beta_0 + \beta_1 \ln CAP_t + \beta_2 \ln ARGE_t + \beta_3 \ln HC_t + \varepsilon_t$$

**Tablo 2: Veri Açıklamaları**

Değişkenler	Kısaltma	Açıklama	Kaynak
Ekonomik Büyüme	$\ln GDP$	Kişi başına Sabit 2015 ABD Doları	Dünya Bankası
Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu	$\ln CAP$	GDP (%)	Dünya Bankası
AR-GE Harcamaları	$\ln AR-GE$	GDP (%)	Dünya Bankası
Beşerî Sermaye	$\ln HC$	Endeks	PWT 11.0

### 4. AMPİRİK BULGULAR

Tablo 3’te sunulan ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi sonuçları, değişkenlerin durağanlık düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre,  $\ln GDP$ ,  $\ln CAP$  ve  $\ln AR-GE$  değişkenleri seviye düzeyinde durağan değildir (p-değerleri 0.975, 0.435 ve 0.898 > 0.1), ancak bu değişkenler birinci farkları alındığında durağan hale gelmiştir (p-değerleri sırasıyla 0.001, 0.000 ve 0.000 < 0.01), bu da bu serilerin I(1) düzeyinde olduğunu göstermektedir.  $\ln HC$  değişkeni ise hem seviye düzeyinde hem de birinci farkta durağan değildir (p-değeri 0.492 > 0.1), ancak ikinci farkı alındığında durağan hale gelmiştir (p-değeri 0.002 < 0.01), bu da  $\ln HC$ ’nin I(2) düzeyinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, analizde kullanılacak yöntemlerin serilerin durağanlık düzeylerine göre belirlenmesi gerektiğini ve özellikle Toda-Yamamoto yaklaşımının bu tür farklı entegrasyon derecelerine sahip seriler için uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

**Tablo 3: ADF Birim Kök Testi Bulguları**

Seviye	
Değişken	t-istatistik (Olasılık Değeri)
lnGDP	0.334 (0.975)
lnCAP	-1.666 (0.435)
lnAR-GE	-0.382 (0.898)
lnHC	-0.217 (0.924)
1. Fark	
Değişken	t-istatistik (Olasılık Değeri)
lnGDP	-4.676 (0.001)***
lnCAP	-5.318 (0.000)***
lnAR-GE	-7.036 (0.000)***
lnHC	-1.550 (0.492)
2. Fark	
Değişken	t-istatistik (Olasılık Değeri)
lnHC	-4.340 (0.002)***

Not: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Tablo 4'te gecikme uzunluğunun belirlenmesine yönelik yapılan analizde, çeşitli kriterler (LR, FPE, AIC, SC, HQ) kullanılarak optimal gecikme süresi değerlendirilmiştir. LR testi, Final Prediction Error (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC) ve Hannan-Quinn Kriteri (HQ) sonuçlarına göre en uygun gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir; çünkü LR test istatistiği 39.74555 ile en yüksek değeri vermiş ve bu değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (\* ile gösterilmiştir), ayrıca FPE değeri en düşük (2.53e-14), AIC değeri en düşük (-20.09083), SC ve HQ kriterleri de bu gecikme süresini desteklemektedir. Bu sonuç, modelin doğruluğunu ve tahmin gücünü artırmak için 2 gecikme uzunluğunun tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

**Tablo 4: Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	139.7446	NA	2.26e-10	-10.85957	-10.66455	-10.80547
1	256.0842	186.1434	7.54e-14	-18.88673	-17.91163	-18.61628
2	<b>287.1354</b>	<b>39.74555*</b>	<b>2.53e-14*</b>	<b>-20.09083*</b>	<b>-18.33565*</b>	<b>-19.60402*</b>

Tablo 5'teki Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonuçları, destekledikleri büyüme teorileri ile birlikte aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- lnCAP ↔ lnGDP : Çift yönlü nedensellik mevcuttur. Bu ilişki, Neoklasik Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü sermaye birikimi ve üretim faktörlerinin büyüme üzerindeki etkisi bu teorinin temelini oluşturur.
- lnAR-GE ↔ lnGDP : Güçlü çift yönlü nedensellik vardır. Bu bulgu, İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü Ar-Ge faaliyetleri bilgi üretimi yoluyla büyümeyi içsel olarak belirler.
- lnHC → lnGDP: Tek yönlü nedensellik vardır. Beşerî sermaye ekonomik büyümeyi etkilerken, büyüme beşerî sermayeyi etkilememektedir. Bu ilişki, İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü insan sermayesi üretkenliği ve teknolojik gelişmeyi artırarak büyümeyi içsel olarak yönlendirir.
- lnCAP ↔ lnAR-GE: Çift yönlü nedensellik mevcuttur. Bu ilişki hem Neoklasik hem de İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; sermaye yatırımları Ar-Ge'yi finanse ederken, Ar-Ge de sermayenin verimliliğini artırır.

- $\ln HC \rightarrow \ln CAP$ : Tek yönlü nedensellik vardır. Beşerî sermaye, sermaye birikimini etkiler. Bu ilişki, İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü nitelikli iş gücü üretim sürecini ve sermaye verimliliğini artırır.
- $\ln HC \rightarrow \ln AR-GE$ : Tek yönlü nedensellik mevcuttur. Beşerî sermaye Ar-Ge faaliyetlerini etkiler. Bu da İçsel Büyüme Teorisini desteklemektedir; çünkü bilgi üretimi ve yenilik, insan sermayesine bağlıdır.

**Tablo 5: Toda- Yamamoto Nedensellik Analizi Bulguları**

$H_0$ Hipotezi	$k+d_{max}$	Wald Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Sonuç
$\ln CAP \rightarrow \ln GDP$	4	12.624	0.001***	Nedensellik var.
$\ln GDP \rightarrow \ln CAP$	4	8.963	0.011**	Nedensellik var.
$\ln AR-GE \rightarrow \ln GDP$	4	15.320	0.000***	Nedensellik var.
$\ln GDP \rightarrow \ln AR-GE$	4	48.660	0.000***	Nedensellik var.
$\ln HC \rightarrow \ln GDP$	4	14.904	0.000***	Nedensellik var.
$\ln GDP \rightarrow \ln HC$	4	1.086	0.580	Nedensellik yok.
$\ln CAP \rightarrow \ln AR-GE$	4	17.058	0.000***	Nedensellik var.
$\ln AR-GE \rightarrow \ln CAP$	4	24.966	0.000***	Nedensellik var.
$\ln CAP \rightarrow \ln HC$	4	1.942	0.378	Nedensellik var.
$\ln HC \rightarrow \ln CAP$	4	12.041	0.002***	Nedensellik yok.
$\ln AR-GE \rightarrow \ln HC$	4	2.887	0.236	Nedensellik yok.
$\ln HC \rightarrow \ln AR-GE$	4	22.542	0.000***	Nedensellik var.

Not: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$   $k:2$  ve  $d_{max}: 2$  olduğundan toplam gecikme uzunluğu 4 olarak alınmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekonomik büyümeyi belirleyen, yani artmasına veya azalmasına sebebiyet veren değişkenler, ekonominin bilim hâline geldiği günden bugüne alandaki çalışmalarında kendini göstermiştir. Ekonomi bilimi başlangıçta işbölümü, uzmanlaşma, nüfus ve azalan verimler gibi büyüme teorileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışmaların ilerlemesiyle birlikte Neoklasik büyüme teorisi ortaya atılmış ve emek ile sermayenin yer aldığı büyüme modeline teknoloji dahil edilmiştir. Bu teoride teknolojinin dışsal olarak kabul edilmesi, yani yeryüzünde kendiliğinden var olduğu görüşü, ekonomik büyümeyi açıklamada yetersiz kalmasına yol açmıştır.

Bu eksikliği gidermek amacıyla ortaya çıkan İçsel büyüme modeli, teknolojiyi modelin içine dahil etmiş ve teknolojik ilerlemenin belirli faaliyetler sonucunda oluştuğunu öne sürmüştür. Bu bağlamda öne çıkan teorisyenlere göre, beşerî sermaye ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Beşerî sermaye, emek faktöründen ayrı olarak büyüme modeline dâhil edilmiş; beşerî sermayenin gerçekleştireceği Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyümeyi destekleyeceği belirtilmiştir.

Bu çalışmada Türkiye için beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları, sermaye birikimi ve ekonomik büyüme ilişkisi 1996-2022 yıllık verilerle analiz edilmiştir. Ampirik analizde, genişletilmiş VAR modeli çerçevesinde Toda-Yamamoto nedensellik testi tercih edilmiştir. Değişkenlerin durağanlığını belirlemek için ADF birim kök testi kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda GDP, CAP ve AR-GE değişkenlerinin seviye düzeyinde durağan olmadığı; ancak birinci farkları alındığında durağan hâle geldiği tespit edilmiştir. HC değişkeni ise seviyede ve birinci farkta durağan hale gelmezken, ikinci fark alındığında durağan hâle gelmiştir. Farklı entegrasyon seviyesine sahip serilerin analizde yer alması nedeniyle Toda-Yamamoto yaklaşımının uygulanması anlamlı görülmüştür. Gecikme uzunluğu LR, FPE, AIC, SC ve HQ kriterleri kullanılarak belirlenmiş ve 2 olarak tespit edilmiştir.

Ampirik bulgulara göre sermaye birikimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; Ar-Ge harcaması ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; ve Ar-Ge harcaması ile sermaye birikimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur. Diğer bulgular ise beşerî sermayeden ekonomik büyümeye, beşerî sermayeden sermaye birikimine ve beşerî sermayeden Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu analiz sonuçları, Özer & Çiftçi (2009), Bayraktutan & Kethudaoğlu (2017), Yıldırım & Kantarcı (2018), Uddin vd. (2020), Dağlı & Ezanoğlu (2021), Koç & Atakişi (2021), Rahim vd. (2021), Ünsal & Çalıyurt (2021), Filiz (2022), Uğur & Atılğan (2023), Tung & Hoang (2024) ve Şimşek (2025) çalışmalarını desteklemektedir.

Beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları ve sermaye stoğunun sürdürülebilir bir ekonomik düzen için pusula görevi üstleneceği açıktır. Bu bağlamda, politika yapıcılarının beşerî sermayeyi geliştirmek amacıyla yatırımlar yapması gerekmektedir. Özellikle eğitim faaliyetlerinin gözden geçirilmesi; teorik ve akademik bilgilerin derinlemesine ve yataya yayılması, önemli bir yol haritası oluşturacaktır. Bilgi edinme sürecinde düşünme ve tartışmaya yer verilmesi, ufuk açıcı fikirlerin ortaya çıkmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra eğitim kurumlarının yaparak öğrenmeye fırsat tanıması, beşerî sermayenin gelişimi açısından kritik öneme sahiptir.

Beşerî sermaye ile eş zamanlı olarak Ar-Ge harcamalarının artırılması, beşerî sermayenin atıl kalmamasını sağlayacaktır. Ayrıca beşerî sermayeye Ar-Ge fırsatları sunulması sayesinde, katma değeri yüksek ve ileri teknoloji ürünlerin üretimi artacaktır. Gelecek çalışmalarda ekonomik büyüme üzerindeki kritik sektörler belirlenerek, bu alanlarda beşerî sermaye, Ar-Ge harcamaları, sermaye stoğu ve ekonomik büyüme ilişkisi detaylı şekilde araştırılabilir.

#### KAYNAKÇA

- Angrist, N., Goldberg, P. K., & Jolliffe, D. (2021). Why is growth in developing countries so hard to measure? *Journal of Economic Perspectives*, 35(3), 215-242.
- Ayanaw Alemu, T., & Belay Zegeye, M. (2024). Empirical investigation on the dynamics effects of population and economic growth in Ethiopia: An application of the VEC model. *Cogent Social Sciences*, 10(1), 2338861.
- Bayraktutan, Y., & Kethudaoğlu, F. (2017). Ar-Ge ve iktisadi büyüme ilişkisi: OECD örneği. *Journal of International Social Research*, 10(53), 1-16.
- Bilbao-Osorio, B., & Rodríguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change*, 35(4), 434-455.
- Blair, M. M. (2011). An economic perspective on the notion of human capital. In *The Oxford handbook of human capital*, 49-70. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Çiftçi, C., & Aykaç, G. (2011). İçsel büyüme modelleri ve küreselleşme sürecinde gelişmekte olan ülkelerin konumları. *Sosyoekonomi*, 14(14), 160-180.
- Dağlı, İ., & Ezanoğlu, Z. (2021). Ar-Ge, patent ve ileri teknoloji ihracatının ekonomik büyümeye etkileri: OECD ülkeleri için dinamik panel veri analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 438-460.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Epicoco, M. (2021). Technological revolutions and economic development: Endogenous and exogenous fluctuations. *Journal of the Knowledge Economy*, 12(3), 1437-1461.
- Eriksson, C., Lindén, J., & Papahristodoulou, C. (2023). Human capital, innovation, and growth. *International Journal of Economic Theory*, 19(2), 343-369.

- Filiz, A. (2022). Ar-Ge çalışmaları ve beşeri sermayenin ekonomik büyümeye etkileri: Matematiksel bir modellemenin ekonometrik çözümü. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(83), 1098-1108.
- Funke, M., & Strulik, H. (2000). On endogenous growth with physical capital, human capital and product variety. *European Economic Review*, 44(3), 491-515.
- Goldstone, J. A. (2002). Efflorescences and economic growth in world history: Rethinking the “Rise of the West” and the Industrial Revolution. *Journal of World History*, 13(2), 323-389.
- Jones, C. I. (2022). The past and future of economic growth: A semi-endogenous perspective. *Annual Review of Economics*, 14(1), 125-152.
- Kanval, N., Ihsan, H., Irum, S., & Ambreen, I. (2024). Human capital formation, foreign direct investment inflows, and economic growth: A way forward to achieve sustainable development. *Journal of Management Practices, Humanities and Social Sciences*, 8(3), 48-61.
- Keskin, A. (2011). Ekonomik kalkınmada beşeri sermayenin rolü ve Türkiye. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(3-4), 125-153.
- Kibritçiöğlü, A. (1998). İktisadi büyümenin belirleyicileri ve yeni büyüme modellerinde beşeri sermayenin yeri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 53(1-4), 207-230.
- Koç, E., & Atakişi, A. (2021). Beşerî sermaye ve ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL eş-bütünleşme ve Granger nedensellik testi (1988–2019). *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 82-97.
- Köse, Z., & Gültekin, H. (2020). Ar-Ge yatırımları yüksek teknolojlili ürün ihracatı, ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir inceleme: Seçilmiş OECD ülkeleri. *Bingöl Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4(2), 93-115.
- Kreager, P. (2017). Adam Smith, the division of labor, and the renewal of population heterogeneity. *Population and Development Review*, 43(4), 513-539.
- Lucas, R. E., Jr. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Mathur, V. K. (1999). Human capital-based strategy for regional economic development. *Economic Development Quarterly*, 13(3), 203-216.
- Mengesha, Z. D., & Singh, L. (2023). Human capital accumulation and economic growth of Ethiopian economy. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 15(2), 211-226.
- Mohamed, R. A., Abd El-Aziz, A. I., Ramadan, H. N., Abd El-Sayed, M. H., & Emam, H. A. (2021). Impact of human capital on economic growth in Egypt: An ARDL approach. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 108, 66-80.
- Özel, H. A. (2012). Ekonomik büyümenin teorik temelleri. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2(1), 63-72.
- Özer, M., & Çiftçi, N. (2009). AR-GE tabanlı içsel büyüme modelleri ve AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 8(16), 219-240.
- Öztürk, N. (2010). Klasik ve neoklasik iktisatta gelir bölüşümü. *Çalışma ve Toplum*, 1(24), 1-24.

- Penn World Table. (2025). PWT 11.0. <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/?lang=en>. Access Date: 30.10.2025.
- Rahim, S., Murshed, M., Umarbeyli, S., Kirikkaleli, D., Ahmad, M., Tufail, M., & Wahab, S. (2021). Do natural resources abundance and human capital development promote economic growth? A study on the resource curse hypothesis in Next Eleven countries. *Resources, Environment and Sustainability*, 4, 100018.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Sadeghzadeh Emsen, H. S., Yurttañıkılmaz, Z. Ç., & Emsen, Ö. S. (2023). Yükselen ekonomilerde beşeri sermaye unsurlarından sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkileri. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 7(16), 63-77.
- Sredojević, D., Cvetanović, S., & Bošković, G. (2016). Technological changes in economic growth theory: Neoclassical, endogenous, and evolutionary-institutional approach. *Economic Themes*, 54(2), 177-194.
- Sulaiman, N. F. C., Saputra, J., & Muhamad, S. (2021). Effects of human capital and innovation on economic growth in selected ASEAN countries: Evidence from panel regression approach. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(7), 43-54.
- Şimşek, B. (2025). Ar-Ge ve eğitim harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Gelişmiş ülkeler örneği. *Journal of Economic Research Foundation*, 2(1), 48-58.
- Tatlı, H. (2023). Ar-Ge harcamalarının, enerji tüketiminin ve beşeri sermayenin bölgesel ekonomik performans üzerindeki etkisi. *Kafkas Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(28), 764-788.
- Teixeira, A. A., & Queirós, A. S. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research Policy*, 45(8), 1636-1648.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector auto regressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Tunç, T., & Dik, E. (2022). Romer'in içsel büyüme teorisi ve mekân tasarımı: Kiralık şehirler. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 328-343.
- Tung, L. T., & Hoang, L. N. (2024). Impact of R&D expenditure on economic growth: Evidence from emerging economies. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 15(3), 636-654.
- Uddin, M. A., Ali, M. H., & Masih, M. (2020). Institutions, human capital and economic growth in developing countries. *Studies in Economics and Finance*, 38(2), 361-383.
- Uğur, B., & Atılğan, D. (2023). Beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Kırılğan Beşli örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 24(1), 181-198.
- Ünsal, M. E., & Çalıyurt, H. B. (2021). Beşeri sermaye ve ekonomik büyüme: G7 ülkeleri örneği. *Eurasian Business & Economics Journal*, 26-37.
- World Bank. (2025). *World Development Indicators*. <https://data.worldbank.org>, Access Date: 30.10.2025.
- Yardımcı, P. (2006). İçsel büyüme modelleri ve Türkiye ekonomisinde içsel büyümenin dinamikleri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2006(1), 96-114.

Yıldırım, D. Ç., & Kantarcı, T. (2018). Araştırma geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir panel veri analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(5), 661-670.