



AB-28 Ülkelerinde Teknoloji Ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Teknoloji-Sermaye (AK) Modeliyle İncelenmesi

*The Investigation Of Relation Between Technology And Economic Growth
In EU-28 Countries Using By Technology-Capital (AK) Model*

Aynur PALA

Okan Üniversitesi
Meslek Yüksekokulu,
Uzunçayır Cd. No:8 Hasanpaşa/Kadıköy
İstanbul, Türkiye
aynur.pala@okan.edu.tr

Özet

Bu çalışma, teknoloji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi AK içsel büyüme modeli çerçevesinde AB-28 ülkeleri için ve 1990-2014 yıllarına ilişkin olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Teknoloji değişkeni yerine internet kullanıcı sayısı ve bilimsel ve teknik makale sayısı vekil değişken olarak kullanılmıştır. Uygulamada panel birim-kök, eşbütünleşme, Granger nedensellik yaklaşımı ve vektör hata düzeltme modelinden yararlanılmıştır. Nedensellik ilişkisi tüm örneklem ve her bir ülke için tek tek olmak üzere kısa ve uzun dönem için incelenmiştir. Uygulama sonuçları; AB-28 ülkelerinde brüt sermaye oluşumu ve internet kullanıcı sayısından ekonomik büyümeye doğru kısa dönemde pozitif nedensellik ilişkisi olduğunu, uzun dönemde ise nedensellik ilişkisi bulunmadığını göstermiştir. Ülke bazında ise Kıbrıs, Danimarka, Litvanya, Letonya, Estonya, Slovenya, Malta, Lüksemburg, İsveç ve Polonya'nın hem kısa hem de uzun dönemde, İsveç'in ise sadece uzun dönemde makale sayısı ve internet kullanıcı sayısından ekonomik büyümeye doğru pozitif yönlü nedensellik ilişkisi taşıdığı görülmüştür. AB-28 ülkelerinde, internet kullanımı ve bilimsel yayını teşvik edici politikalar büyümeyi destekleyecektir.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi

Abstract

This study aims to investigate relation between technology and economic growth for EU-28 countries. The period of analysis covers from 1990 to 2014. It was used economic growth, gross capital formation, internet users and scientific and technical article variables to estimate AK endogeneous growth model. In our study, panel unit-root, panel cointegration, panel Granger causality and vector error correction model was applied. The results of panel Granger causality represent that the impact of gross capital formation and internet users on economic growth is positive and statistically significant

in short-term and there is no Granger causality between variables in long-term. Cyprus, Denmark, Lithuania and Poland have Granger causality from scientific and technical journal article and internet usage to economic growth in short and long term. Sweden has Granger causality from scientific and technical journal article and internet usage to economic growth in only long term. Increasing internet usage policies implemented in EU-28 countries should promote economic growth.

Keywords: Technology, Economic Growth, Panel Data Analysis

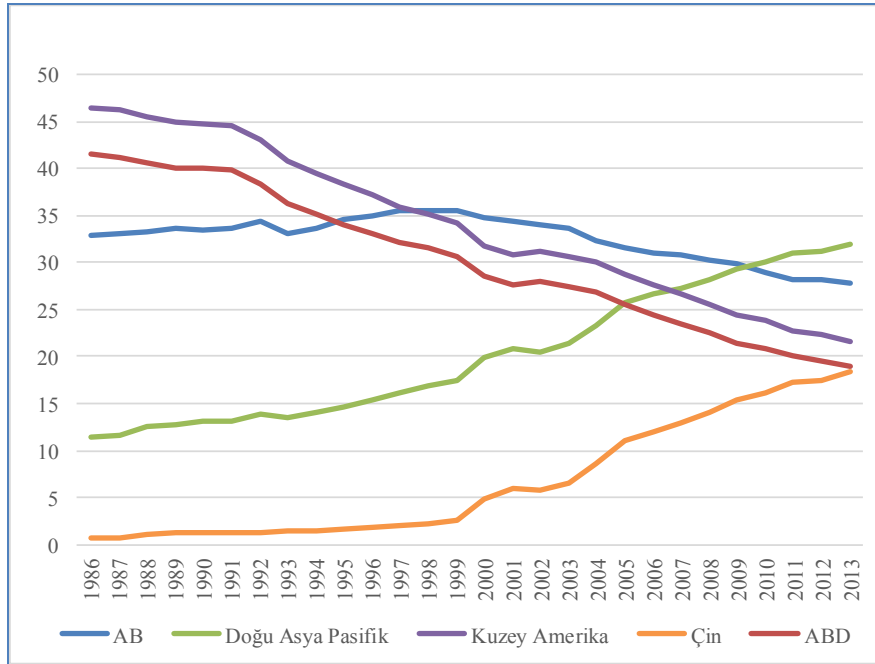
Giriş

Günümüzde ülkelerin uluslararası alandaki rekabet gücünü belirleyen en önemli faktör; teknolojik kapasitedir. İçsel büyüme teorilerinden Rebelo (1991) çalışmasında da teknolojik gelişmenin ekonomik büyümeye hız kazandırılabilceği görüşü savunulmaktadır. Bu bağlamda; AB-28 ülkelerinde ekonomik büyüme ve teknoloji arasındaki ilişki Rebelo (1991) tarafından ortaya konan AK içsel büyüme modelinden yola çıkılarak incelenecek olup, teknoloji değişkeni için Mussa (2000) tarafından önerilen internet kullanımı ve Han (2007) tarafından önerilen bilimsel ve teknik makale sayısı vekil değişkenleri kullanılmıştır.

Avrupa Birliği, bilgi teknolojileri alanında bir dizi eylem planı hayata geçirmiştir. 2000 yılında kabul edilen e-Avrupa 2002 eylem planı; ucuz, hızlı ve güvenli internet, internet kullanımının teşvik edilmesi, insan kaynağına yatırım konularını içermektedir. Böylece, tüm işyeri ve okullara internet erişimi sağlanmış, internet erişimine sahip hanehalkı sayısı önemli ölçüde artırılmıştır. 2002’de kabul edilen e-Avrupa 2005 Eylem Planı; e-devlet, e-egitim, e-sağlık, e-iş, genişbant erişimi ve güvenli bilgi altyapısını içermektedir. Bu planın tamamlanmasının ardından “i2010: Büyüme ve İstihdam için Avrupa Bilgi Toplumu Stratejisi” kabul edilmiştir. Bu strateji; tek Avrupa bilgi alanı, yenilikçilik ve AR-GE’ye yatırım, kapsayıcı Avrupa bilgi toplumu başlıklarından oluşmaktadır. Söz konusu eylem planlarının hayata geçmesi sonucunda internet kullanıcı sayısında önemli artışlar yaşanmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinin 100 kişi başına düşen internet kullanıcı sayısı 2000 yılında ortalama 20 iken, bu sayı 2014 yılında %290’lık bir artışla 78’e yükselmiştir. Aynı dönemde dünya genelinde 100 kişi başına düşen internet kullanıcı sayısı 7’den 40’a %471 büyümüştür.

Bilimsel ve teknik makale sayısına bakıldığında; Avrupa Birliği’nde üretilen bilimsel ve teknik makale sayısının 2000 yılında 447.790 iken 2014’de 605.535 yükselerek sadece %35 oranında arttığı gözlenmiştir. Bu artış, aynı dönemde dünya genelinde üretilen makale sayısındaki %124’lük büyümenin oldukça altındadır. 2013 yılında dünya genelinde yayınlanmış makale sayısı içindeki paylar bakımından Doğu Asya ve Pasifik %32, AB %28, Kuzey Amerika %22 ile başı çekmektedir. Ülke bazında ise %18,9 ile ABD ilk sırada yer alırken, ardından %18.4 ile Çin gelmektedir. Grafik 1’den de görülebileceği üzere Kuzey Amerika ülkelerinde dünya makale üretiminden alınan pay 1990 sonrasında düşüş trendine girerek %45’lerden %22’lere kadar gerilemiştir. Bu gerileme trendi AB ülkelerinde ise hafif düzeyde gözlenmiş, 2000’li yıllarda %35 olan pay 2013’te %28’lere gerilemiştir.

Grafik 1: Bazı Bölge ve Ülkelerin Dünya Bilimsel ve Teknik Makale Üretimindeki Payları (%)



Kaynak: Dünya Bankası, <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

Teoride teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Bunlar arasında, Rebelo (1991) tarafından ortaya konan AK içsel büyüme modeli teknoloji gelişmenin ekonomik büyümeye hız kazandırılabilirliği görüşünü savunmaktadır.

Bu çalışmada, AB-28 ülkelerinde teknoloji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin AK modeli çerçevesinde incelenmesi amaçlanmaktadır. Veri seti 1990-2014 dönemi yıllık verilerini kapsamaktadır. Teknoloji değişkeni yerine internet kullanıcı sayısı ve bilimsel ve teknik makale sayısı vekil değişkenleri kullanılmıştır. Ekonometrik analiz aşamasında panel birim-kök, panel eşbütünlük, panel Granger nedensellik ve panel vektör hata düzeltme modeli yaklaşımları uygulanmıştır. Bu çalışma, teknoloji ve ekonomik büyüme ilişkisini AK içsel büyüme modeli çerçevesinde inceleyerek literatüre farklı bir bakış açısı katacaktır.

Çalışma, 2. bölüm literatür çalışması, 3. bölüm veri ve yöntem, 4. bölüm bulgular, 5. bölüm sonuç ve tartışma şeklinde devam etmektedir.

Teorik Çerçeve

AK tipi üretim fonksiyonu Cobb–Douglas fonksiyonunun özel bir halidir.

$$Y = AK^\alpha + L^{1-\alpha}$$

Cobb–Douglas fonksiyonunda Y, bir ekonomideki toplam üretimi, A, toplam faktör verimliliğini, K, sermayeyi, L, işgücünü, α , sermayenin çıktı elastikiyetini göstermektedir. $\alpha = 1$ olduğu durumda üretim fonksiyonu doğrusal olmaktadır.

Rebelo (1991) tarafından ortaya konan AK içsel büyüme modeli;

$$Y = AK$$

formunda olup; Y, ekonomik çıktıyı, A, teknoloji düzeyini, K, fiziksel ve beşeri sermaye birikimini göstermektedir.

Bu fonksiyonda ekonomik sermaye birikimi ve ekonominin çıktı arasında doğrusal bir ilişkinin var olduğu varsayılmaktadır. Rebelo (1991) ülkeler arasındaki farklı büyüme oranlarını politika farklılıklarına dayandıran bir model göstermiştir. Reel faiz oranı sabit olup, tüketim sabit bir oranda artmaktadır. Ekonomik büyümeyi belirleyen unsur tasarruf oranlarıdır. Tasarruf oranlarının artması daha yüksek büyüme oranlarına yol açmaktadır. AK modelinde teknolojik gelişme olmasa bile sermaye ve yatırım artışı ekonomik büyümeyi olumlu etkileyecektir.

Literatür

Ekonomik büyüme ve etkili faktörler üzerine literatürde sayısız çalışma bulunmakta, bu konu başta politika yapımcılar olmak üzere akademisyenlerin üzerinde durduğu en önemli başlıklardan biri olmaya devam etmektedir. Başlıca büyüme teorileri arasında Harrod (1939), Domar (1946), Solow (1956) ve Swan (1956) çalışmaları göze çarpmaktadır. Neo klasik büyüme modelinde üretim fonksiyonu ölçeğe göre azalan getiriye sahip olup teknoloji dışsal olarak kabul edilmektedir. Ancak, 90'lı yıllarda teknolojiyi içsel değişken olarak kabul eden çalışmalar yapılmıştır. İçsel büyüme teorileri arasında; Romer (1990), Rebelo (1991), Aghion ve Howitt (1992) ve Barro (1990) çalışmaları gelmektedir. İçsel büyüme modellerindeki öngörü, teknoloji alanındaki harcamaların artırılarak ekonomik büyümeye hız kazandırılabilceği yönündedir. Rebelo (1991) tarafından ortaya konan içsel büyüme modellerinden AK modelinde, A, ekonomideki teknoloji seviyesini etkileyecek tüm faktörleri, K ise ekonomideki sermaye birikimini temsil etmektedir.

Teknoloji ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemek üzere teknoloji yerine internet kullanıcı sayısı, bilimsel ve teknik makale sayısı ve benzer değişkenleri kullanan çok sayıda çalışma mevcuttur. Bunlardan Pohjola (1998) 1980'ler ve 1990'ların başında ABD'de Bilgi Teknolojisi yatırımları ve ekonomi verimliliği arasında negatif ilişki bulmuştur. Schreyer (2000) G7 ülkeleri için bilgi ve iletişim teknolojileri harcamaları ile büyüme ilişkisini incelemiş, bilgi ve iletişim teknolojileri sermayesinin ekonomik büyümeye katkısının ABD için 0.4, Almanya, Fransa ve İtalya için ise 0.2 olduğunu bulmuştur. Bassanini vd. (2000) verimlilik ve ARGE harcamaları ilişkisini irdelemiş, yeni teknoloji ve özellikle bilgi ve iletişim teknolojilerinin verimliliği olumlu etkilediğini göstermiştir. Jalava ve Pohjola (2002) 1990'larda ABD'deki ekonomik gelişme üzerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin üretimi ve kullanımı faktörlerinin etkili olduğunu ortaya koymuştur. Diğer yandan, çalışma, Finlandiya'da bilgi ve iletişim teknolojilerinden kaynaklanan büyüme artışının 1990'ların başında %0.3'ten 1990'ların sonunda %0.7 seviyelerine yükseldiğini ortaya koymaktadır. Freund ve Weinhold (2004) internet ve ticaret arasındaki ilişkiyi panel ve yatay-kesit regresyonları ile incelemiş, internet alanındaki gelişmelerin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini bulmuştur.

Tablo 1: İlgili Literatür Karşılaştırması

	Dönem	Ülkeler	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Pohjola (1998)	1980-1996	ABD	Bilgi Teknolojisi Yatırımları	-	(-)
Schreyer (2000)	1980-1996	G7 ülkeleri	Bilgi ve iletişim teknolojileri	-	(+)
Bassanini vd. (2000)	1985-1996	OECD ülkeleri	Bilgi ve iletişim teknolojileri	-	(+)
Jalavaa ve Pohjola (2002)	1979-1996	ABD	Bilgi ve iletişim teknolojileri	-	(+)
Freund ve Weinhold (2004)	1995-1999	56 ülke	İnternet	Yatay-kesit panel regresyonu	(+)
Noh ve Yoo (2008)	1995-2002	60 ülke	İnternet	Yatay-kesit panel regresyonu	(-)
Choi ve Yi (2009)	1991-2000	207 ülke	İnternet (yatırım, kamu harcamaları ve enflasyonu)	Yatay-kesit panel regresyonu	(+)
Choi (2010)	1990-2006	151 ülke	İnternet	Havuzlanmış EKK	(+)
Czernich vd. (2011)	1996-2007	OECD ülkeleri	Genişbant altyapı çalışmaları	Yapay değişken modeli	(+)
Jin ve Jin (2013)	1975-2003	33 ülke	Akademik yayın sayısı	Yatay-kesit regresyonu	(+)
Jaffe (2013)	1982-2010	85 ülke	Yayın sayısı	Ağaç kümeleme analizi	(+)
Gholizadeh vd. (2014)	1996-2011	Asya ülkeleri ve 10 ülke	Akademik yayın, internet	Spearman korelasyon katsayısı	(+)

Noh ve Yoo (2008) internet ve gelir eşitsizliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 60 ülke için incelemiş, internet edinmenin gelir eşitsizliği yüksek olan ülkelerde büyümeyi negatif etkilediğini göstermiştir. Choi ve Yi (2009) büyüme denkleminde yatırım, kamu harcamaları ve enflasyonu kontrol değişkeni olarak kullandığı durumda internetin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Choi (2010) 151 ülke için hizmet ticareti üzerinde internetin etkisini havuzlanmış EKK regresyonu, sabit etkiler modeli ve panel GMM kullanarak araştırmış, pozitif bir etki bulmuştur. Czernich vd. (2011) yüksek hızlı internet için yapılan genişbant altyapı çalışmalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1996-2007 dönemi için OECD ülkeleri üzerinde araştırmıştır. Çalışmada genişbant yaygınlığındaki %1'lik bir artışın yıllık kişi başına hasılda %0.9-1.5 oranında bir büyüme sağladığı ortaya konmuştur.

Jin ve Jin (2013) temel bilimler ve mühendislik alanındaki akademik yayın sayısının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel anlamlı bir etki yaptığını ortaya koymuştur. Ekonomi ve işletme alanında yapılmış akademik yayın sayısı için ise bu etkinin daha küçük olduğu görülmüştür. Jaffe (2013) 1982-1992 dönemi için yayın sayısı ve kişi başına gayrisafi yurtiçi hasıla değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ağaç kümeleme analizinin kullanıldığı çalışmada temel bilimlerdeki araştırma yayın sayısının artırılarak Ortadoğu ülkelerinde hızlı bir ekonomik büyüme sağlanabileceğini ortaya koymuştur. Gholizadeh vd. (2014) 1996-2011 dönemi verilerini kullanarak, Asya

ülkeleri ve dünyanın önde gelen 10 ülkesi arasındaki akademik yayın verimliliğini karşılaştırmış; akademik yayın, internet kullanımı ve GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Uygulama için Spearman korelasyon katsayısı, Mann–Whitney U testi ve Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Sonuçta, akademik yayın, internet kullanımı ve GSYİH değişkenleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Veri ve Yöntem

Veri

Bu çalışma AB-28 ülkeleri için yapılmış olup, 1990-2014 yıllarını kapsamaktadır. AB-28 ülkeleri; Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İngiltere'den oluşmaktadır. Çalışmada teknoloji düzeyi için internet kullanıcı sayısı (100 kişi başına) ve bilimsel ve teknik makale sayısı; sermaye birikimi için brüt sermaye oluşumu (% GSYİH); ekonomik büyüme için Gayri Safi Yurtiçi Milli Hasıla (GSYİH) büyümesi (yıllık, %) vekil değişken olarak kullanılmıştır.

Tablo 2: Değişken Listesi

Değişkenler	Kodlar
Gayri safi yurtiçi milli hasıla (GSYİH) büyümesi (yıllık, %)	GDP
İnternet kullanıcı sayısı (100 kişi başına)	IUSE
Bilimsel ve teknik makale sayısı	ART
Brüt sermaye oluşumu (% GSYİH)	GCF

Çalışmada kullanılan vekil değişkenlerin literatürdeki kullanımlarından bazıları şu şekildedir; Goss ve Phillips (2002) internet kullanımı değişkenini bilgi teknolojisi kabiliyeti için vekil değişken olarak kullanmıştır. İnternetin ekonomik rolünü inceleyen Freund ve Weinhold (2000) kablolu ve cep telefonları, bilgisayar ve genişbant gibi bilgi ve iletişim teknoloji araçlarını teknoloji yerine kullanmıştır. Mussa (2000) 100 kişi başına düşen internet kullanıcı sayısını, teknoloji kullanımı için vekil değişken olarak kullanmıştır. Asongu (2013) ve Dutz ve Dahlman (2007) çalışmalarında bilimsel ve teknik makale sayısı değişkeni yenilik değişkeni yerine vekil olarak kullanılmıştır. Campbell ve Agbiokoro (2014) bilimsel ve teknik dergileri teknoloji için vekil değişken olarak kullanmıştır. Han (2007) bilim ve teknolojiyi anlamak için bilimsel makale ve patent değişkenlerinin kullanılmasını önermiştir.

Veriler Dünya Bankası'ndan derlenmiştir. Çalışmada yüksek serbestlik derecesi sağladığı, çoklu doğrusal bağlantıyı azaltması ve birçok ülkeyi birarada incelemeye fırsat vermesi bakımından panel veri yöntemi tercih edilmiştir.

Yöntem

Çalışmada Rebelo (1991) tarafından geliştirilen aşağıdaki AK modeli takip edilmiştir.

$$Y = AK$$

Modelde A teknoloji düzeyini, K ise fiziksel ve beşeri sermayeyi göstermektedir. AK modeline dayanarak oluşturulan panel regresyon modeli aşağıdadır.

$$GDP_{it} = \alpha_{0it} + \beta_{1it}GCF + \beta_{2it}ART + \beta_{3it}IUSE + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Her bir AB-28 ülkesi $i=1, \dots, N$ ile gösterilmektedir. 1990-2014 yılları ise $t=1, \dots, T$ ile ifade edilmektedir. GDP, GSYİH büyümesi (yıllık %); GCF, brüt sermaye oluşumu (% GSYİH); ART, bilimsel ve teknik makale sayısı, IUSE, internet kullanıcı sayısı, $\alpha_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, parametreler ve ε_t hata terimini temsil etmektedir.

Panel veri analizinde yatay-kesit bağımlılığının test edilmesi ve varlığı durumunda bu problemi dikkate alan eşbütünleşme ve birim-kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu sebeple ilk olarak yatay-kesit bağımlılığının olup olmadığı araştırılacaktır. Örnekleme N ve T 'nin büyüklüklerine göre farklı yatay-kesit bağımlılığı testleri geliştirilmiştir. Çalışmada, $N > T$ olduğundan, bu durum için geliştirilen Pesaran (2004) yatay-kesit bağımlılığı testi kullanılmıştır. (deHoyos ve Sarafidis, 2006). Pesaran (2004) yatay kesit bağımlılığı test istatistiği şöyledir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij} \right)$$

Panel birim-kök testleri, yatay-kesit bağımlılığını dikkate alıp almamasına göre 1. ve 2. nesil olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. 1. nesil birim-kök testleri yatay-kesit birimlerinin bağımsız olduğunu varsaymaktadır. Ancak, küreselleşmeye bağlı olarak artan ülkelerarası ilişkiler ülkelerarası bağımlılığı da artırmıştır. Yatay-kesit bağımlılığını göz önüne alarak 2. nesil birim-kök testleri geliştirilmiştir. Bu testlerden bazıları; MADF, SURADF, Bai ve Ng (2004) ve CADF (Pesaran, 2003, 2007) testleridir. Çalışmamızda, yatay-kesit bağımlılığı söz konusu olduğundan bu sorunu dikkate alan 2. nesil birim-kök testlerinden Pesaran (2003, 2007) CADF testi kullanılmıştır.

Değişkenlerin eşbütünleşik olup olmadıkları, yatay-kesit bağımlılığını dikkate alan Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testi kullanılarak araştırılacaktır. Testin yokluk hipotezinde değişkenlerin eşbütünleşik olmadığı savı yeralmaktadır.

Serilerin eşbütünleşik olması durumunda, meydana gelebilecek şokların yaratacağı sapmanın ne kadar zamanda düzeleceğini görmek amacıyla hata düzeltme modeli kullanılacaktır.

Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkisini incelemek için Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen iki aşamalı yöntem kullanılmıştır. Birinci aşamada hata düzeltme terimlerini elde etmek için ARDL hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. İkinci aşamada ise dinamik hata düzeltme modeli ile Granger nedensellik modeli tahmin edilmektedir (Lee and Chang, 2008). Panel vektör hata düzeltme modelleri şu şekildedir.

$$\Delta GDP_{it} = \delta_{1i} + \sum_{p=1}^k \delta_{11ip} \Delta GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{12ip} \Delta GCF_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{13ip} \Delta ART_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{14ip} \Delta IUSE_{it-p} + \varphi_{1i} \varepsilon_{it-1} + \theta_{1it} \quad (3a)$$

$$\Delta GCF_{it} = \delta_{2i} + \sum_{p=1}^k \delta_{21ip} \Delta GCF_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{22ip} \Delta GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{23ip} \Delta ART_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{24ip} \Delta IUSE_{it-p} + \varphi_{2i} \varepsilon_{it-1} + \theta_{2it} \quad (3b)$$

$$\Delta ART_{it} = \delta_{3i} + \sum_{p=1}^k \delta_{31ip} \Delta ART_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{32ip} \Delta GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{33ip} \Delta GCF_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{34ip} \Delta IUSE_{it-p} + \varphi_{3i} \varepsilon_{it-1} + \theta_{3it} \quad (3c)$$

$$\Delta IUSE_{it} = \delta_{1i} + \sum_{p=1}^k \delta_{11ip} \Delta IUSE_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{12ip} \Delta GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{13ip} \Delta GCF_{it-p} + \sum_{p=1}^k \delta_{14ip} \Delta ART_{it-p} + \varphi_{1i} \varepsilon_{it-1} + \upsilon_{it} \quad (3d)$$

Δ , ilk farkları; p, optimal gecikme uzunluğu ve ε_{it} , hata terimini göstermektedir. Bu gösterim kısa ve uzun dönem nedenselliklerin belirlenmesine izin vermektedir.

Bulgular

Tablo 1’de Pesaran (2004) yatay-kesit bağımlılığı testinin sonuçları görülmektedir. Bulgular, hem sabit etkiler hem de rassal etkiler modeli için “Yatay-kesit bağımlılığı yoktur” yokluk hipotezinin reddedildiğini işaret etmektedir. Böylece, yatay-kesit bağımlılığının varlığını dikkate alan eşbütünleşme ve birim-kök testleri kullanılacaktır. Bu sonuç, ülkelerden birine gelen ekonomik bir şokun diğer ülkeleri de etkileyeceğini göstermektedir. Bu bilgi ışığında, ülkelerdeki politika uygulayıcıların ekonomiyi ilgilendiren kararlar alırken diğer ülkeleri etkileyen şokları dikkate almaları gerektiği görüşü ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1: Yatay-Kesit Bağımlılığı Testi

Pesaran (2004) CD testi	
Sabit Etkiler Modeli	42.508* (0.000)
Rassal Etkiler Modeli	43.367* (0.000)

Not: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde katsayıların anlamlılığını ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler testlerin olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 2, CADF testinin sonuçlarını içermektedir. Test sonuçları “birim-kök vardır” yokluk hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.¹ Yani, tüm değişkenler 1. dereceden bütünüştür.

Tablo 2: Pesaran CADF Panel Birim-Kök Testi

Değişkenler	t-bar	Z
Düzye		
GDP	-2.455	-0.825 (0.205)
GCF	-2.471	-0.919 (0.179)
ART	-2.247	0.358 (0.640)
IUSE	-1.751	3.179 (0.999)
İlk Farklar		
Δ GDP	-2.583	-4.498 (0.000)
Δ GCF	-2.216	-2.514 (0.006)
Δ ART	-2.416	-3.596 (0.000)
Δ IUSE	-2.251	-2.707 (0.003)

Not: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde katsayıların anlamlılığını ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler testlerin olasılık değerlerini göstermektedir. Test sabitli ve trendli olup, gecikme uzunluğu 2 olarak alınmıştır.

¹Kritik değerler için Pesaran (2007)’ye bakınız.

Westerlund (2007) eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 3’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar “eşbütünleşme yoktur” yokluk hipotezinin reddedilmesi yönündedir. Bu sonuca göre, ekonomik büyüme, brüt sermaye oluşumu, bilimsel ve teknik makale sayısı ve internet kullanıcı sayısı değişkenleri eşbütünleşik olup, değişkenler uzun dönem denge ilişkisine sahiptir. Başka deyişle, seriler uzun dönemde birlikte hareket etmektedir.

Tablo 3: Westerlund (2007) Panel Eşbütünleşme Testi

İstatistikler	Değer	Z-değeri
G_{τ}	-2.852*	-4.173* (0.000)
G_{α}	-12.806*	-2.992* (0.001)
F_{τ}	-6.321	-1.063 (0.144)
F_{α}	-8.825*	-2.699* (0.004)

Not: *,**,*** sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde katsayıların anlamlılığını ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler testlerin olasılık değerlerini göstermektedir. G_{τ} ve G_{α} grup ortalama testleri, F_{τ} ve F_{α} ise panel testlerini göstermektedir. F_{τ} istatistiği panel veri setinin küçüklüğüne bağlı olarak anlamsız olabilir. (Westerlund, 2007).

Tablo 4: Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Sonuçları

	Kısa Dönem Nedensellik			Uzun Dönem Nedensellik	
	DGDP	DGCF	DART	DIUSE	ECT
DGDP	-	31.421* (0.000)	7.000 (0.071)	8.418* (0.038)	-0.747
DGCF	1.955 (0.581)	-	2.965 (0.397)	6.872 (0.397)	0.172
DART	0.716 (0.869)	1.374 (0.711)	-	0.371 (0.946)	-3.425
DIUSE	4.658 (0.198)	2.144 (0.542)	2.018 (0.568)	-	-0.796

Not: *,**,*** sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde katsayıların anlamlılığını ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler testlerin olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 4’te kısa ve uzun dönem Granger nedensellik testinin sonuçları yer almaktadır. Denklem (3a)’nın sonuçlarına göre; AB-28 ülkelerinde brüt sermaye oluşumu ve internet kullanıcı sayısı değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde kısa dönemde pozitif yönde etkili olduğu, bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir. (3b), (3c) ve (3d) denklemlerine ilişkin tahmin sonuçları ise açıklayıcı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir. Uzun dönem nedensellik ilişkisini gösteren hata düzeltme terimleri istatistiksel olarak anlamsızdır. AB-28 ülkelerinde ekonomik büyümeyi sürükleyici faktörler arasında sermaye oluşumunun yanı sıra internet kullanıcı sayısının da önemli düzeyde etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkisi AB-28 ülkelerinin her biri için araştırılmış, sonuçlar Ek Tablo A.1-A.2’de sunulmuştur. Buna göre; kısa dönemde internet kullanıcı sayısından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin gözlemlendiği ülkeler; Kıbrıs, Danimarka, Litvanya, Hollanda, Polonya ve Slovenya’dır. Uzun dönem ilişkilere baktığımızda; internet kullanıcı sayısından

ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin gözlenen ülkeler; Litvanya ve İsveç olarak belirlenmiştir.

Kısa dönemde bilimsel ve teknik makale sayısından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin var olduğu ülkeler; Kıbrıs, Danimarka, Litvanya, Malta ve Polonya'dır. Uzun dönemde, bilimsel ve teknik makale sayısından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin gözlemlendiği ülkeler ise; Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta ve İsveç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ülkelere ait hata düzeltme terimleri sırasıyla -1.096, -0.398, -0.710, -1.807, 0.558 olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Şokların yarattığı sapmalar uzun vadede ilk dört ülke için ortalamaya dönme eğilimi taşırken, İsveç için bunun tam tersi söz konusudur.

2008 krizinin ardından Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Malta, Lüksemburg, Estonya, Çekya, Danimarka, Almanya, Romanya, Slovenya ve Polonya gibi ülkelerde özellikle kamu alanında AR-GE harcamaları artmıştır. (Yenilik Birliği Rekabet Raporu 2013, AB Komisyonu, 2013) AR-GE yatırımlarının hız kazandığı bu ülkelerde (Çekya, Almanya, Romanya hariç), internet kullanımı ve makale sayısından ekonomik büyümeye doğru pozitif nedensellik gözlenmiştir. İnternet kullanımından ekonomik büyümeye doğru nedensellik gösteren ülkeler; Kıbrıs, Danimarka, Litvanya, Hollanda, Polonya, Slovenya, Litvanya ve İsveç'tir. Makale sayısından ekonomik büyümeye doğru nedensellik gösteren ülkeler ise; Kıbrıs, Danimarka, Litvanya, Malta, Letonya, Lüksemburg ve İsveç'tir. AR-GE harcamalarında artış gözlenen AB-28 ülkelerinde, teknoloji değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, AB-28 ülkelerinde teknoloji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Rebelo (1991)'in geliştirdiği AK modelini takip ederek 1990-2014 yılları için incelemektedir. Değişkenler; ekonomik büyüme, brüt sermaye oluşumu, bilimsel ve teknik makale sayısı ve internet kullanıcı sayısı olarak belirlenmiştir. Uygulamada, yatay-kesit bağımlılığı, panel birim-kök, panel eşbütünleşme, panel Granger nedensellik yaklaşımı, ve vektör hata düzeltme modelinden yararlanılmıştır.

Granger nedensellik testi sonuçlarına göre kısa dönemde brüt sermaye oluşumu ve internet kullanıcı sayısı değişkenlerinden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılmış, uzun dönemde nedensellik ilişkisi bulunmadığını göstermiştir.

Kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkisi tüm örneklem ve her bir ülke için tek tek incelenmiştir. Buna göre, kısa dönemde AB-28 ülkelerinde ekonomik büyüme üzerinde sermaye oluşumunun yanı sıra internet kullanıcı sayısının pozitif etkili olduğu, uzun dönemde bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı anlaşılmıştır. Diğer yandan, ülke bazında yapılan çalışma sonucunda;

AR-GE yatırımları 2008 sonrasında hız kazanan Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Malta, Lüksemburg, Estonya, Çekya, Danimarka, Almanya, Romanya, Slovenya ve Polonya gibi ülkelerde (Çekya, Almanya, Romanya hariç), internet kullanımı ve/veya makale sayısından ekonomik büyümeye doğru pozitif nedensellik gözlenmiştir. Sonuçlar, Choi ve Yi (2009), Gholizadeh vd. (2014) ve Czernich vd. (2011) ile uyumludur. AB-28 ülkelerinde internet kullanımı ve bilimsel ve teknik makale sayısını artıracak tedbirler büyümeyi teşvik edecektir.

Kaynaklar

- Aghion, P. ve Howitt, P., (1992). "A Model of Growth through Creative Destruction". *Econometrica*, Vol. 60, 323-351.
- Asongu, S. A., (2013). "On the Obituary of Scientific Knowledge Monopoly", *Economic Bulletin*, Vol. 33(4), 2718-2731.
- Barro, R.J., (1990). "Government spending in a simple model of endogeneous growth", *Journal of Political Economy*, Vol. 98 No.5, 103-125.
- Bassanini, A., Scarpetta, S., Visco, I., (2000). "Knowledge, Technology and Growth: Recent Evidence from OECD Countries". National Bank of Belgium Working Paper, No. 6.
- Campbell, O. ve Agbiokoro, T., (2014). "Human Capital and Economic Growth: A Three Stage Least Squares Approach". *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol. 5 (5), 121-137.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T. ve Woessmann, L., (2011). "Broadband Infrastructure and Economic Growth", *The Economic Journal*, Vol.121 No.552, 505-532.
- Choi, C., (2010). "The effect of the Internet on service trade". *Economics Letters*, Vol. 09, 102-104.
- deHoyos, R.E., Sarafidis, V., (2006). "Testing for Cross-sectional Dependence in Panel Data Models", *The Stata Journal*, Vol. 6, No.4, 482-496.
- Domar, D.E., (1946). "Capital Expansion, Rate of Growth, And Employment", *Econometrica*, Vol.14, No.2, 137-147.
- Dutz, A. ve Dahlman, C., (2007). "Promoting inclusive innovation". In: Dutz MA, ed. *Unleashing India's Innovation: Toward Sustainable and Inclusive Growth*. World Bank. Washington, D.C.
- Engle, R., Granger, C., (1987). "Cointegration and error correction: representation, estimation, and testing", *Econometrica*, Vol.55, 257-276.
- Freund, C., Weinhold, D., (2004). "The effect of the Internet on international trade", *Journal of International Economics*, Vol.62, 171-189.
- Gholizadeh, H., Salehi, H., Embi, M.A., Danaee, M., Motahar, S.M., Ebrahim, N.A., Tanha, FH, Abu Osman, N.A., (2014). "Relationship among Economic Growth, Internet Usage and Publication Productivity: Comparison among ASEAN and World's Best Countries", *Modern Applied Science*, Vol.8, No.2, 160-170.
- Goss, E.P. ve Phillips, J.M., (2002). "How information technology affects wages: Evidence using Internet usage as a proxy for IT skills". *Journal of Labor Research*, 23(3), 463-474.
- Han, Y., (2007). "Measuring industrial knowledge stocks with patents and papers". *Journal of Informetrics*, Vol. 1(4), 269-276.
- Harrod, F.R., (1939). "An Essay In Dynamic Theory", *The Economic Journal*, Vol.49, No.193, 14-33.

- Jalavaaa, J., Pohjola, M., (2002). "Economic growth in the New Economy: evidence from advanced economies", *Information Economics and Policy*, Vol.14, No.2, 189–210.
- Mussa, M., (2000). "Factors driving global economic integration". IMF.
- Noh, Y-H., Yoo, K., (2008). "Internet, inequality and growth", *Journal of Policy Modeling*, Vol.30, No.6, 1005-1016.
- Pesaran, H.M., (2003). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence". Mimeo, University of Southern California.
- Pesaran, M.H., (2004), "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels", CESifo Working Paper Series, No. 1229; IZA Discussion Paper No. 1240.
- Pesaran, H.M., (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, Vol.22, No.2, 265–312.
- Pohjola, M., (1998). "Information Technology and Economic Development: An Introduction to the Research Issue", UNU/WIDER Working Paper, No:153.
- Rebello, S.T., (1991). "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, Vol.99, No.3, 500–521.
- Romer, P.M. (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, Vol.98, 71-102.
- Schreyer, P., (2000). "The Impact of Information and Communication Technology on Output Growth", OECD STI Working Paper, 2000/2.
- Solow, R.M., (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.70, No.1, 65-94.
- Swan, T.W., (1956). "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, Vol.32, No.63, 334-361.
- Westerlund, J., (2007). "Testing for error correction in panel data". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol.9, 709–748.
- Yenilik Birliği Rekabet Raporu, AB Komisyonu, 2013.
- <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>

EK TABLO A1: Panel Granger Nedensellik ve Vektör Hata Düzeltme Modeli

Ülkeler	DGDP				DGCF			
	DGCF	DART	DIUSE	ECT	DGDP	DART	DIUSE	ECT
	41.819 (0.124)	0.247 (0.883)	0.844 (0.656)	-0.550*(0.001)	19.478 (0.378)	21.167 (0.347)	16.609 (0.436)	-0.207* (0.000)
Belçika	77.791* (0.020)	14.874 (0.475)	10.311 (0.597)	-0.596*(0.207)	95.265*(0.009)	61.166 (0.047)	56.387 (0.060)	0.422 (0.116)
Bulgaristan	25.364 (0.281)	41.146 (0.128)	29.375 (0.230)	-0.154 (0.409)	12.838 (0.526)	0.698 (0.705)	0.888 (0.641)	-0.047* (0.867)
Hırvatistan	0.077 (0.962)	0.448 (0.799)	2.525 (0.283)	-0.567 (0.299)	12.957*(0.002)	51.906 (0.075)	76.365*(0.022)	0.977* (0.015)
Kıbrıs	0.443 (0.801)	19.670*(0.000)	12.082*(0.002)	-1.559*(0.009)	11.797 (0.554)	4.469 (0.107)	37.292 (0.155)	0.045 (0.947)
Cekya	13.759*(0.001)	0.320 (0.852)	0.604 (0.739)	-0.018 (0.972)	17.777*(0.000)	12.775 (0.002)	78.255*(0.020)	0.529 (0.081)
Danimarka	21.266*(0.000)	11.286*(0.004)	12.019*(0.002)	-1.234*(0.029)	78.101*(0.020)	42.521 (0.119)	64.955*(0.039)	-0.052 (0.925)
Estonya	27.167 (0.257)	21.332 (0.344)	19.045 (0.386)	-0.770 (0.117)	47.536 (0.093)	5.881 (0.053)	51.222 (0.077)	0.202 (0.472)
Finlandiya	10.823*(0.004)	14.281 (0.490)	12.129 (0.545)	0.092 (0.256)	14.679*(0.001)	24.633 (0.292)	34.502 (0.178)	0.064*(0.044)
Fransa	50.057 (0.082)	49.921 (0.082)	49.043 (0.086)	-0.015 (0.147)	0.582 (0.747)	36.231 (0.163)	37.895 (0.150)	-0.010 (0.214)
Almanya	33.687 (0.186)	10.154 (0.602)	12.596 (0.533)	-1.273*(0.000)	2.516 (0.284)	43.443 (0.114)	11.225 (0.571)	-0.524*(0.000)
Yunanistan	65.836*(0.037)	17.481 (0.417)	0.769 (0.681)	-0.107 (0.258)	80.427*(0.018)	17.379 (0.419)	27.391 (0.254)	-0.010 (0.893)
İtalya	21.479 (0.342)	0.009 (0.995)	30.051 (0.223)	-1.106 (0.062)	0.966 (0.617)	23.572 (0.308)	56.958 (0.058)	-0.147 (0.699)
Letonya	0.449 (0.799)	3.602 (0.165)	29.789 (0.225)	-1.096*(0.006)	10.091 (0.006)	24.113 (0.300)	0.482 (0.786)	-0.045 (0.889)
Litvanya	30.442 (0.218)	11.168*(0.004)	42.500*(0.007)	-0.398*(0.037)	56.401*(0.060)	16.313 (0.000)	16.026*(0.000)	-0.023 (0.882)
Lüksemburg	52.619 (0.072)	33.572 (0.187)	0.430 (0.806)	-0.710*(0.008)	15.980*(0.000)	0.453 (0.797)	87.799*(0.012)	0.106 (0.341)
Malta	0.167 (0.920)	13.688*(0.001)	58.552 (0.054)	-1.807*(0.000)	35.948 (0.166)	0.773 (0.679)	73.999*(0.025)	-1.527 (0.054)
Hollanda	66.244*(0.036)	55.586 (0.062)	83.665*(0.015)	-1.483*(0.000)	14.896 (0.475)	30.565 (0.217)	18.201 (0.403)	-0.047 (0.846)
Macaristan	14.481 (0.485)	18.426 (0.398)	17.183 (0.424)	0.095 (0.595)	0.385 (0.825)	13.483 (0.510)	0.002 (0.999)	-0.025 (0.821)
İrlanda	12.158*(0.002)	16.011 (0.449)	10.444 (0.593)	0.008 (0.099)	0.934 (0.627)	29.343 (0.231)	0.435 (0.804)	0.006*(0.014)
Polonya	74.885*(0.024)	87.343*(0.013)	20.241*(0.038)	-0.448 (0.061)	67.027*(0.035)	90.126 (0.011)	3.221 (0.200)	0.302 (0.186)
Portekiz	10.209 (0.600)	0.540 (0.763)	14.724 (0.479)	-1.408*(0.001)	0.547 (0.761)	33.724 (0.185)	51.088 (0.078)	-0.027 (0.938)
Romanya	23.923 (0.302)	12.491 (0.535)	17.081 (0.426)	0.178 (0.511)	26.349 (0.268)	58.611 (0.053)	62.254*(0.044)	-0.007 (0.967)
Slovakya	2.258 (0.323)	42.344 (0.120)	0.501 (0.778)	0.146 (0.546)	19.632 (0.375)	25.547 (0.279)	77.959*(0.020)	0.461*(0.019)
Slovenya	37.128 (0.156)	43.077 (0.116)	12.979*(0.002)	-0.779 (0.308)	54.926 (0.064)	45.632 (0.102)	13.767*(0.001)	0.559 (0.328)
İspanya	25.611 (0.278)	0.415 (0.812)	0.516 (0.773)	0.218 (0.563)	0.395 (0.821)	1.592 (0.451)	20.678 (0.356)	-0.135 (0.632)
İsveç	39.300*(0.000)	13.759 (0.503)	52.338 (0.073)	0.558*(0.000)	21.879*(0.000)	0.971 (0.615)	17.926*(0.000)	0.358*(0.000)
İngiltere	94.734*(0.009)	10.367 (0.596)	10.196 (0.601)	-0.441 (0.043)	69.111*(0.032)	35.744 (0.167)	11.727 (0.556)	-0.158 (0.232)

EK TABLO A2: Panel Granger Nedensellik ve Vektör Hata Düzeltme Modeli

Ülkeler	DART				DIUSE			
	DGDP	DGCF	DIUSE	ECT	DGDP	DGCF	DART	ECT
Avusturya	34.431 (0.179)	35.376 (0.171)	29.687*(0.000)	-12.499*(0.797)	0.573 (0.751)	0.820 (0.663)	3.495 (0.174)	0.167 (0.708)
Belçika	10.725 (0.585)	0.182 (0.913)	87.812*(0.012)	279.742 (0.182)	20.122 (0.366)	0.649 (0.723)	31.733 (0.205)	0.949 (0.580)
Bulgaristan	0.766 (0.681)	48.687 (0.088)	13.290*(0.001)	-14.676 (0.054)	28.174*(0.000)	63.66*(0.041)	46.564 (0.097)	0.369*(0.000)
Hırvatistan	45.311 (0.104)	73.997*(0.025)	16.395 (0.441)	-85.173 (0.106)	50.468 (0.080)	44.874 (0.106)	34.711*(0.000)	1.162 (0.089)
Kıbrıs	46.625 (0.097)	26.121 (0.271)	34.575 (0.178)	-10.337 (0.401)	0.415 (0.812)	19.918 (0.369)	35.592 (0.169)	-0.844 (0.347)
Cekya	0.625 (0.731)	12.703 (0.530)	27.496 (0.253)	85.962 (0.415)	37.894 (0.150)	30.416 (0.219)	62.906*(0.043)	0.838 (0.284)
Danimarka	0.461 (0.794)	1.196 (0.550)	60.646*(0.048)	-218.474 (0.831)	14.055 (0.495)	17.481 (0.417)	24.405 (0.295)	3.113 (0.246)
Estonya	45.038 (0.105)	16.452 (0.439)	15.705*(0.000)	4.256 (0.426)	0.442 (0.802)	0.078 (0.962)	0.020 (0.990)	0.112 (0.796)
Finlandiya	40.919 (0.129)	37.029 (0.157)	0.922 (0.631)	8.708 (0.418)	51.583 (0.076)	0.787 (0.675)	18.082*(0.000)	-0.365*(0.007)
Fransa	4.372 (0.112)	0.615 (0.735)	0.156 (0.925)	0.987 (0.970)	0.755 (0.685)	62.17*(0.045)	49.166*(0.000)	-0.108*(0.000)
Almanya	14.921 (0.474)	3.552 (0.169)	14.573*(0.001)	-124.051 (0.845)	10.038 (0.605)	0.880 (0.644)	31.778 (0.204)	1.417 (0.200)
Yunanistan	57.479 (0.056)	0.956 (0.620)	37.466 (0.154)	47.266*(0.028)	13.582 (0.507)	35.125 (0.173)	37.668 (0.152)	-0.175*(0.041)
İtalya	30.312*(0.000)	3.643 (0.162)	89.083*(0.000)	256.996*(0.000)	10.942*(0.004)	35.088 (0.173)	45.258 (0.104)	-0.097 (0.885)
Letonya	10.873*(0.004)	0.730 (0.694)	16.721 (0.433)	-23.571*(0.002)	69.794*(0.031)	12.13*(0.002)	77.842*(0.020)	-0.395 (0.551)
Litvanya	0.818 (0.664)	20.862 (0.352)	79.922*(0.018)	14.233 (0.111)	20.486 (0.278)	0.861 (0.650)	45.224 (0.104)	-0.027 (0.919)
Lüksemburg	0.681 (0.711)	1.342 (0.511)	42.633*(0.000)	-12.000*(0.000)	55.465 (0.062)	0.643 (0.725)	0.626 (0.731)	0.334 (0.475)
Malta	21.665 (0.338)	0.170 (0.918)	11.433*(0.003)	2.802 (0.590)	60.941*(0.047)	13.095 (0.520)	72.815*(0.026)	-0.498 (0.547)
Hollanda	0.083 (0.959)	20.029 (0.367)	25.835*(0.000)	99.726 (0.735)	19.171 (0.383)	12.745 (0.529)	13.887 (0.499)	1.947 (0.137)
Macaristan	46.119 (0.100)	9.656*(0.008)	10.333 (0.597)	2.652 (0.920)	32.136 (0.201)	0.397 (0.820)	35.924*(0.000)	0.456*(0.000)
İrlanda	0.978 (0.613)	0.716 (0.699)	39.501 (0.139)	-0.180 (0.754)	0.064 (0.968)	11.87*(0.003)	47.216 (0.094)	-0.015*(0.001)
Polonya	0.521 (0.771)	69.109*(0.032)	25.654 (0.277)	314.617 (0.151)	57.871 (0.055)	14.46*(0.001)	54.453*(0.000)	2.058*(0.000)
Portekiz	36.365 (0.162)	9.802*(0.007)	72.696*(0.026)	-99.482 (0.347)	26.902 (0.261)	11.41*(0.003)	59.921*(0.050)	-0.262 (0.692)
Romanya	16.084 (0.447)	0.345 (0.841)	66.039*(0.037)	-19.268 (0.590)	63.897*(0.041)	42.752 (0.118)	53.711 (0.068)	-0.235 (0.061)
Slovakya	0.091 (0.955)	0.303 (0.859)	20.114 (0.366)	-85.367 (0.179)	0.378 (0.827)	0.169 (0.919)	38.323 (0.147)	0.574 (0.260)
Slovenya	66.662*(0.036)	62.276*(0.044)	0.487 (0.784)	-43.605 (0.417)	77.538*(0.021)	1.564 (0.458)	67.194*(0.000)	1.448*(0.001)
İspanya	0.274 (0.872)	14.068 (0.495)	23.116 (0.315)	-480.892 (0.181)	14.452 (0.485)	47.05*(0.004)	32.638*(0.000)	-3.290*(0.000)
İsveç	12.083 (0.547)	0.928 (0.629)	52.006 (0.074)	52.751 (0.331)	47.725 (0.092)	19.165 (0.384)	13.163 (0.518)	-0.378 (0.446)
İngiltere	40.794 (0.130)	30.746 (0.215)	75.382*(0.023)	-64.154 (0.929)	28.176 (0.244)	96.34*(0.008)	29.017*(0.000)	2.825*(0.000)

The Investigation Of Relation Between Technology And Economic Growth In EU-28 Countries Using By Technology-Capital (AK) Model

Aynur PALA

Okan University

Vocational School,

Uzunçayır Cd. No: 8, Hasanpaşa, Kadıköy

İstanbul, Turkey

aynur.pala@okan.edu.tr

Extensive Summary

Nowadays, technological capability is the most important factor determining competitiveness of country in the international arena. Rebelo (1991) advocated that technological developments support to economic growth. In this study, the relation between economic growth and technology in EU-28 countries investigated using by AK endogeneous growth model proved by Rebelo (1991). A, represents all factors that will affect the level of technology, K, represents capital formation. It has been applied number of internet user suggested by Mussa (2000) and scientific and technical journal artical suggested by Han (2007) as technology proxy variable.

Bassanini et al. (2000) investigated that the relation between productivity and R&D expenditure. They found that new technology and knowledge and information technology have a positive effect on productivity. Freund and Weinhold (2004) examined that the relation between internet and trade using by panel and cross-section regression models. They found that developments in the field of internet positively impact on economic growth. Czernich et al. (2011) researched the effect of broadband infrastructure investments for high-speed internet on economic growth for 1996-2007 in OECD countries. They found that broadband prevalence has a positive impact on GDP per capita.

Jin and Jin (2013) proved that the number of article in the field of basic sciences and engineering have a positive impact on economic growth. Gholizadeh et al. (2014) investigated that the relationship between the number of research article, internet usage and economic growth for the period of 1996-2011 in Asian countries and ten capital countries. They found that positive relation between research article, internet and economic growth.

This study covers by EU-28 countries and the period of 1990-2014. EU-28 countries include; Avustria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden and United Kingdom. In this study, it has been used the number of internet user (100 per capita) and the number of scientific and technical journal artical as a technology proxies. It has been used gross capital formation (% GDP) for capital accumulation proxy and GDP growth (annually, %) for economic growth proxy. Data was collected from World Bank.

We follow AK model developed by Rebelo (1991).

$$Y = AK$$

A, represents technological level, K, represents capital accumulation. Panel regression model based on the AK model is below.

$$GDP_{it} = \alpha_{0it} + \beta_{1it}GCF + \beta_{2it}ART + \beta_{3it}IUSE + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Each EU-28 countries have been represented by $i=1, \dots, N$. GDP, represents Gross Domestic Product Growth (annually, %); GCF, represents Gross Capital Formation (% GDP); ART, represents the number of scientific and technical journal article, IUSE, represents the number of internet user (100 per capita), $\alpha_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, represent parameters, ε , represents error term.

Firstly, we will test whether there is cross-sectional dependence. There are different cross-sectional dependence tests depending on the size of N and T. In this study, it has been used Pesaran (2004) cross-sectional dependence test formed for $N > T$ was applied. (deHoyos and Sarafidis, 2006). Pesaran (2004) cross-sectional test statistics is below.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij} \right)$$

Table 1 shows that Pesaran (2004) cross-sectional dependence test results. Results denoted that the null hypothesis of "There is no cross-sectional dependence" is rejected. In this case, it will be used unit-root and cointegration test allowed cross-sectional dependence. Pesaran (2003, 2007) CADF panel unit-root test allowed cross-sectional dependence has been used. According to the CADF test results, the null hypothesis of a unit-root is rejected. Westerlund (2007) panel cointegration test was used. The null hypothesis of "There is no cointegration" is rejected. As a result of this, economic growth, gross capital formation, scientific and technical journal article and internet user variables are cointegrated, namely, all variables have a long-term equilibrium relation.

For the purpose of investigation the short and long-term causality relationship between variables, it has been applied two stage method developed by Engle and Granger (1987). This method was used for both full sample and individually for each country.

As a result of Equation (3a), gross capital formation and internet user variables have a positive impact on economic growth in short term for full sample. Error correction term is statistically insignificant.

As a result of the study for each countries, it was observed that there is a positive causality relationship from research article and internet user to economic growth for Cyprus, Denmark, Lithuania, Latvia, Slovenia, Malta, Luxemburg, Estonia, Sweden and Polonia in both short and/or long-term. Our results are consistent with Choi and Yi (2009), Gholizadeh et al. (2014) and Czernich et al. (2011). Consequently, the precautions to increase internet user and science and technical journal article will encourage to economic growth in EU-28 countries.