

Sağlam Regresyon Analizi ile Türkiye’de İnovasyon ve Eğitim Harcaması İlişkisinin İncelenmesi

Hayriye Esra AKYÜZ¹,

Öz: Bir ülkede refah düzeyinin ve eğitime verilen önemin artması ülkenin inovasyon potansiyeli üzerinde doğrudan etkilidir. Bu çalışmada Türkiye’de 1980 - 2021 dönemindeki patent başvuruları (yerleşik ve yerleşik olmayan), gayri safi yurtiçi hasıla ve eğitim harcamaları arasındaki ilişkinin modellenmesi amaçlanmıştır. Verilerin analizinde R ve STATA istatistiksel yazılımları kullanılmıştır. Sonuçların yorumlanmasında kolaylık sağlaması açısından değişkenlerin logaritmik dönüşümleri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; modelde değişen varyans ve otokorelasyon problemi olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple varsayımlardan sapmalara karşı sağlam regresyon analizi ile parametre tahminleri elde edilmiştir. Sonuçlar açık bir şekilde yerleşik patent başvuru sayısını etkileyen faktörlerin katsayılarının farklı kantiller arasında istatistiki olarak anlamlı bir şekilde değiştiğine işaret etmektedir. Türkiye’de yerleşik patent başvuruları üzerinde eğitim harcamalarının etkisi yüksek kantil düzeyinde ($\tau=0.95$) anlamlı iken, gayri safi yurtiçi hasıla tüm kantil düzeylerinde anlamlıdır ($p<0.05$). Yerleşik olmayan patent başvurularına ilişkin parametre tahminleri incelendiğinde ise; eğitim harcamalarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) ve gayri safi yurtiçi hasılanın düşük ($\tau=0.10, 0.25$) ve orta ($\tau=0.50, 0.75$) kantil düzeylerinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim harcaması, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), inovasyon, sağlam regresyon, patent başvuruları.

Examining the Relationship Between Innovation and Education Expenditure in Türkiye Using Robust Regression Analysis

Abstract: In a country, the increase in the level of prosperity and the importance given to education directly affects the innovation potential of the country. This study aims to model the relationship between patent applications (resident and non-resident), gross domestic product, and education expenditures in Turkey between 1980 and 2021. R and STATA statistical softwares was used for data analysis. In order to facilitate the interpretation of the results, the logarithmic transformations of the variables are taken into account. According to the results, it was determined that there were problems of heteroskedasticity and autocorrelation in the model. Therefore, parameter estimates were obtained using robust regression analysis to account for deviations from assumptions. The results clearly indicate that the coefficients of the factors affecting the number of resident patent applications vary statistically significantly across different quantiles. While the effect of education expenditures on resident patent applications in Turkey is significant at the high quantile level ($\tau=0.95$), gross domestic product is significant at all quantile levels ($p<0.05$). When examining the parameter estimates for non-resident patent applications, it was found that education expenditures are not statistically significant ($p>0.05$), and gross domestic product is significant at low ($\tau=0.10, 0.25$) and medium ($\tau=0.50, 0.75$) quantile levels.

Keywords: Education expenditure, gross domestic product (GDP), innovation, robust regression, patent applications.

Geliş Tarihi: 21 Mayıs 2024 Kabul Tarihi: 6 Haziran 2024 Makale Türü: Araştırma Makalesi

¹ Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Bitlis, Türkiye, e-posta: heakyuz@beu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1784-5910

Bu makale Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu tarafından 8-10 Mayıs 2024 tarihleri arasında "Cumhuriyetimizin 100. Yılında Sosyal Bilimlerin Dünü, Bugünü ve Yarını" temasıyla gerçekleştirilen II. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi (USBK'2024) kapsamında Kongre Özel Sayısında yayınlanmak üzere gönderilmiştir.

Giriş

Bir ülkenin ekonomik büyümesi, refah düzeyi ve eğitim kalitesi inovasyon ile doğrudan ilişkilidir. Eğitim harcamaları, bu inovasyon potansiyelini şekillendirmede rol oynarken, GSYİH Ar-Ge yatırımlarını artırmada ve yenilikçi faaliyetleri teşvik etmede etkili olacaktır. Dolayısıyla ülkelerin refah düzeyi hakkında konuşurken sadece GSYİH’nın ele alınması doğru olmayacaktır. Refah düzeyinin incelenmesinde bu faktörlerin her birinin ayrı ayrı incelenmesi ve birbirleri ile olan ilişkilerinin analiz edilmesi oldukça önemlidir. İnovasyon, bir çok süreçte ülkelerin vazgeçilmez bir aracı haline gelmiştir (Yılmaz ve İncekaş, 2018).

Karaöz ve Albeni (2004), patent başvuruları dışında, bilimsel yayın sayıları, Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları, ekonomideki yenilik miktarlarının da birer inovasyon göstergesi olduğunu ifade etmiştir.

Literatürde inovasyon ve ilişkili faktörlerin farklı istatistiksel yöntemler ile incelendiği ve özellikle bu değişkenler arasındaki karşılıklı nedensellik analizleri üzerine odaklanıldığı çalışmalar mevcuttur. Çütçü ve Bozan (2019), G7 ülkelerinde ekonomik büyüme, patent başvuru sayısı ve Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemleri ile incelemiştir. İnovasyon ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki olduğunu ve Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında literatürün aksine negatif bir ilişki olduğunu elde etmişlerdir. Ayrıca, ekonomik büyümeden patent başvurularına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Buna karşılık, Özkurt (2024), GSYİH ile patent başvuruları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu belirlemiştir. Nur ve Almammadov (2022), Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payı, patent başvuru sayıları, yüksek teknoloji ihracatının GSYH içerisindeki payı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Vektör Otoregresif (VAR) model ile incelemiş ve patent başvuru sayısı ile GSYİH arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu elde etmiştir. Öte yandan, farklı ülke gruplarında ekonomik büyüme üzerinde inovasyonun etkisinin incelendiği belirlenmiştir. Oğuztürk vd. (2017) Güney Kore’de bu ilişkiyi analiz ederken Avunduk ve İçen (2023), Avrupa Birliği ülkeleri üzerinde odaklanmışlardır. Özbay vd., (2021) Çin’de 1986-2018 dönemlerinde patent başvurularının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Eygü ve Coşku (2020), 1995-2018 dönemlerinde Türkiye’de beşeri sermaye, inovasyon, yerli patent tescil sayıları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi zaman serisi analiz yöntemleri ile ele almışlardır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırarak, eşbütünleşme ilişkisinin varlığını incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre; beşeri sermayeden yerli patent tescil sayısına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi elde etmişlerdir. Kuyzu ve Tayar (2020), Türkiye’de inovasyonu etkileyen faktörlerin analizini tamamen değiştirilmiş en küçük kareler yöntemi (FMOLS) ile incelemiştir. Çalışmalarında yerli patent başvuru sayısını maksimize etmeyi amaçlamışlar ve bunun için en etkili yöntemin ArGe’ye yatırım yapmak olduğunu belirtmişlerdir. Özer ve Ünlü (2020), üst ve orta gelirli ülkeler üzerinde insani kalkınma endeksi, Ar-Ge harcamaları, yerleşik patent başvuruları, bilimsel araştırma ve teknik makale sayısı, bilgi ve iletişim teknolojileri hizmet ihracatı arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile incelemişler ve inovasyon ve ekonomik kalkınma arasında pozitif yönlü bir ilişki elde etmişlerdir. Zuhail (2020), 1996- 2016 dönemlerinde ulusal inovasyon kapasitesi bakımından gelişmekte olan ülkeler ile gelişmiş ülkeleri karşılaştırmıştır. Ulusal teknolojik yetenek ve altyapı unsurlarının gelişmekte olan ülkelerde ulusal inovasyon kapasitesini belirlemedeki etkisinin zayıf olduğunu ve bu ülkelerde, teknolojik yeteneklerin geliştirilmesinde yabancı teknolojilerin önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Şen ve Pehlivan (2021), BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika, Türkiye) ülkelerinde dış ticaret üzerinde inovasyon göstergelerinin etkisini ekonometrik yöntemler ile analiz ederek inovasyonun dış ticaret üzerinde pozitif yönlü bir etkisi olduğunu elde etmişlerdir. Yaşar ve Sugözü (2021) Seçilmiş OECD ülkelerinde patent sayısı, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, Ar-Ge harcamaları, beşeri sermaye ve nüfus arasındaki ilişkiyi Dumitrescu & Hurlin (2012) panel nedensellik testi ile incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre inovasyonun doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının bir nedeni olduğunu fakat Ar-Ge harcamalarının nedeni olmadığını belirlemiştir. Aktaş (2022), G7 ülkelerinde (Amerika, Almanya, İngiltere, Japonya, Kanada, Fransa ve İtalya) 2012-2020 dönemlerinde inovasyon göstergeleri olarak farklı parametreleri incelemiştir. Bu analizlere göre, G7 ülkelerinde Ar-Ge harcamalarında ve bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı endeksinde lider olmak, yüksek teknoloji ihracatını artırmaya yetmemektedir. Ancak, G7 ülkelerindeki eğitim endeksindeki artışın, yüksek teknoloji ihracatının artmasına olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Göçer (2013), teknolojik ilerleme

göstergesi olarak toplam patent sayılarını incelemişlerdir. Ve toplam patent sayısından eğitim harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu elde etmiştir. Eğitim harcamalarının negatif etkisinin olduğunu ancak bu etkinin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirlemiştir. Ballı ve Manga (2015), patent sayıları, kamu Ar-Ge harcamaları, eğitim harcamaları, araştırmacı sayısı ve özel sektör Ar-Ge harcaması arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme analizi ile test etmişlerdir. Jang vd., (2016) eğitim harcamalarının ulusal inovasyon kapasitesini pozitif ve anlamlı olarak etkilediğini belirlemiştir.

Sonuç olarak, inovasyon göstergesi olarak özellikle Ar-Ge harcamaları ve toplam patent başvuru sayılarını ele alan çalışma sayısının fazla olduğu, buna karşılık Türkiye’de yerleşik ve yerleşik olmayan patent başvuru sayılarının ayrı ayrı incelendiği ve eğitim harcamalarının inovasyon üzerindeki etkisinde gözönünde bulundurularak modellendiği bir çalışmanın olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada; Türkiye’de 1980-2021 dönemindeki patent başvuruları (yerleşik ve yerleşik olmayan), gayri safi yurtiçi hasıla ve eğitim harcamaları arasındaki ilişkinin kantil regresyon analizi ile modellenmesi amaçlanmıştır.

Veri Seti ve Metodoloji

Bu çalışmada Türkiye’de 1980-2021 dönemindeki patent başvuruları (yerleşik ve yerleşik olmayan), gayri safi yurtiçi hasıla ve eğitim harcamaları arasındaki ilişkinin modellenmesi amaçlanmıştır. Analizlerde kullanılan değişkenler Dünya Bankası’nın Dünya Kalkınmışlık Göstergeleri (World Development Indicator) veri tabanından elde edilmiştir. Verilerin analizinde R ve STATA yazılımları kullanılmış ve hata payı $\alpha=0.05$ olarak belirlenmiştir.

Patent başvuruları, Patent İşbirliği Anlaşması prosedürü aracılığıyla veya ulusal bir patent ofisine yapılan dünya çapındaki patent başvurularıdır. Yerleşik patent başvuruları, ilk adı geçen başvuru sahibi veya devralan kişinin ilgili Devlet veya bölgede ikamet ettiği başvurulardır. Yerleşik olmayan patent başvuruları, ilgili Devlet veya bölge dışındaki başvuru sahiplerinden yapılır (World Bank DataBank, 2024).

Tablo 1. Veri kaynağı

Değişken	Birim	Kaynak
Patent başvurusu	Sayı	Dünya Bankası-
GSYİH	Current US\$	Kalkınmışlık
Eğitim harcaması	Gayri safi milli gelirin yüzdesi	Göstergeleri (2024)

Çalışmada; GSYİH ve eğitim harcamalarının yerleşik patent başvuruları üzerindeki etkisinin incelendiği model “Model I”, yerleşik olmayan patent başvuruları üzerindeki etkisinin incelendiği model ise “Model II” olarak gösterilmiştir.

Patent başvuru sayılarının bağımlı değişken olduğu modeller aşağıdaki gibidir:

Model I:

$$(\text{yerleşik patent başvuru sayısı})_i = \beta_0 + \beta_1 (\text{GSYİH})_i + \beta_2 (\text{eğitim harcaması})_i + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,n$$

Model II:

$$(\text{yerleşik olmayan patent başvuru sayısı})_i = \beta_0 + \beta_1 (\text{GSYİH})_i + \beta_2 (\text{eğitim harcaması})_i + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,n$$

Burada n ; örnek hacmi ($n=42$), β_0 , β_1 ve β_2 modelin bilinmeyen parametreleri ve ε_i ise hata terimidir.

Korelasyon Analizi

-1 ile +1 arasında değerler alabilen korelasyon katsayısı (r) iki değişken arasındaki birlikteliğin ve yönün belirlenmesinde kullanılır. Bu analiz nedensellik ilişkisi belirtmemektedir. Değişkenlerin dağılımı ve veri türü bu analiz için önemlidir.

Kantil Regresyon Analizi

Regresyon analizi, ürün/hizmet iyileştirmelerinde, gelecekte oluşabilecek fırsatları veya riskleri tahmin etmede, iş süreçlerini optimize etmede ve yönetim kararlarını destekleyerek yanlış kararların alınmasını önlemede kullanılabilir (Taşkın, 2020). Öte yandan, karmaşık sistemlerin davranışını anlamaya ve tahmin etmeye veya deneysel, finansal ve biyolojik verileri analiz etmeye de yardımcı olabilir.

Doğrusal regresyon analizi bağımsız değişken(ler)in bağımlı değişken üzerindeki etkisini araştıran, değişkenler arasında nedensellik ilişkisi arayan bir analizdir. Bu analizde bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi (tanımlayıcılık katsayısı) ve değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişki oldukça önemlidir.

Varsayımların değişmesine bağlı olarak kullanılacak olan alternatif regresyon yöntemleri de değişmektedir. Uygulamada en sık kullanılan regresyon yönteminin En Küçük Kareler (EKK) yöntemi olduğu bilinmektedir (Gazeloğlu 2012). Özellikle deneysel çalışmalarda EKK yöntemine ilişkin varsayımlar genellikle sağlanmamaktadır (Gazeloğlu ve Saraçlı, 2012).

Sağlam regresyon, EKK yöntemine dayalı regresyon analizi varsayımları sağlanmadığı durumlarda, daha güvenilir parametre tahminleri elde edebilmek için bu yöntemle alternatif olan bir analizdir. Bu yöntemlerden biri olan kantil regresyon analizi ortalama yerine medyan ve kantilleri (yüzdeler) kullanır. Kantil regresyon, verileri daha kapsamlı bir şekilde analiz edebilme imkânı sunar (Koenker and Machado, 1999; Chen, 2005). Kantil regresyon, bağımsız değişkenlerin bir fonksiyonu olarak belirli bir kantil değerindeki bağımlı değişkenin tahmin modellerini oluşturur. Kantil regresyon katsayıları, açıklayıcı değişkenlerdeki bir birimlik değişimin, bağımlı değişkenin belirli bir kantilinde ne tür bir etkiye sahip olduğunu gösterir.

Bulgular

Tablo 2’de logaritmik değişkenlere ilişkin bazı tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlere ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Ortalama	Standart sapma	Minumum	Maksium
Yerleşik patent	6.4908	1.58535	4.84	9.02
Yerleşik olmayan patent	6.2700	0.84819	5.08	8.06
GSYİH	8.3826	0.78635	7.13	9.44
Eğitim harcaması	0.9369	0.38205	0.03	1.42

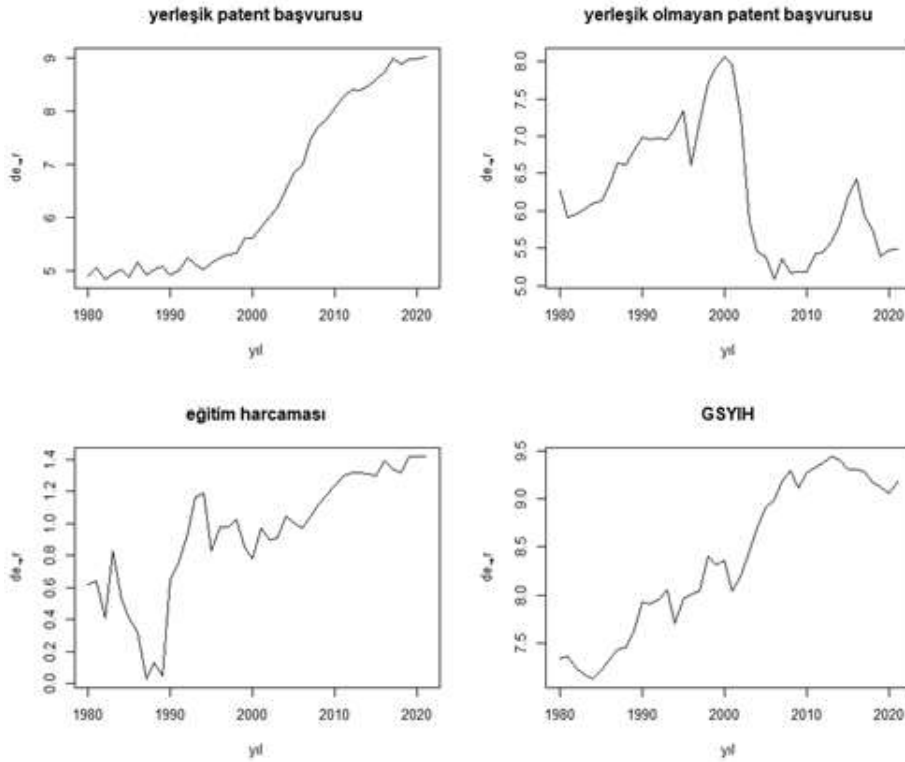
Tablo 2’de elde edilen değerlere göre; 1980-2021 dönemlerinde ortalama yerleşik patent başvurusu 6.4908 ± 1.5853 ; ortalama yerleşik olmayan patent başvurusu 6.2700 ± 0.8481 ; ortalama GSYİH 8.3826 ± 0.7863 US\$; ortalama eğitim harcaması ise 0.9369 ± 0.3820 olarak elde edilmiştir (Tablo 2). Değişkenlerin 1980-2021 dönemlerine ilişkin dağılımı Şekil 1’deki gibidir.

Tablo 3. Korelasyon analizi sonuçları

Değişken	Yerleşik patent	Yerleşik olmayan patent	GSYİH	Eğitim
Yerleşik patent	1	-0.616**	0.922**	0.789**
Yerleşik olmayan patent	-0.616**	1	-0.494**	0.342*
GSYİH	0.922**	-0.494**	1	0.829**
Eğitim	0.789**	0.342*	0.829**	1

* ve ** sırasıyla 0.05 ve 0.01 önem seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3’de çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi sonuçlarına yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; yerleşik patent başvuru sayısı ile GSYİH ve eğitim harcaması arasında pozitif yönlü kuvvetli bir korelasyon; yerleşik olmayan patent başvuru sayısı ile GSYİH arasında orta düzeyde negatif, yerleşik olmayan patent başvuru sayısı ile eğitim harcaması arasında pozitif yönde kuvvetli bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Değişkenlerin zamana göre dağılımı

Tablo 4. Çoklu regresyon analizi sonuçları

	Tahmin	Standart hata	t-test istatistiği	p-değeri	Tolerans	VIF
Model I: bağımlı değişken; yerleşik patent başvurusu						
Sabit	-8.318	1.526	-5.451	0.000		
GSYİH	1.731	0.222	7.807	0.000	0.313	3.196
Eğitim harcaması	0.319	0.456	0.699	0.489	0.313	3.196
R ² = 0.852, düzeltilmiş R ² = 0.845, F-test istatistiği=112.644, p-değeri <0.001, RMSE= 0.6024, OMH=0.5184, D-W test istatistiği=0.221 (0.000), Breusch-Pagan test istatistiği = 9.7308 (0.007)						
Y: bağımlı değişken; yerleşik olmayan patent başvurusu						
Sabit	11.903	1.830	6.504	0.000		
GSYİH	-0.725	0.266	-2.728	0.009	0.313	3.196
Eğitim harcaması	0.478	0.547	0.874	0.388	0.313	3.196

R²= 0.259, düzeltilmiş R² = 0.221, D-W test istatistiği=0.267,
 F-test istatistiği=6.80, *p*-değeri = 0.003, RMSE= 0.7223, OMH=0.5926,
 D-W test istatistiği=0.3645 (0.001), Breusch-Pagan test istatistiği = 1.7993 (0.4067)

Tablo 4 incelendiğinde; hem yerleşik patent başvurularının hem de yerleşik olmayan patent başvurularını tahmini için elde edilen modelin sabit katsayısı ve GSYİH’nın etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Öte yandan eğitim harcamalarının patent başvuruları üzerindeki etkisi anlamlı bulunamamıştır ($p > 0.05$). Model I’de GSYİH ve eğitim harcaması patent başvurusunu % 84.5 oranında açıklarken, Model II’de % 22.1 oranında açıklamaktadır. Her iki modele ilişkin F-test istatistiğine dayalı olasılık değerleri anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sıfır hipotezi değişen varyans probleminin olmadığını ifade eden Breusch-Pagan (B-P) testi değişen varyans sorununun incelenmesinde kullanılmaktadır. Yerleşik patent başvurularının tahmin edildiği regresyon modelinde test istatistiği değerinin 9.7308 olduğu ve bu test istatistiğine karşılık gelen *p*-değerinin 0.007 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç regresyon modelinde değişen varyans problemi olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$). Durbin Watson testi ise veride otokorelasyon olup olmadığını gösterir. Genellikle 1.5 - 2.5 civarında bir D-W test istatistiği değeri için otokorelasyon olmadığı ifade edilir (Ünver ve diğ., 2011). Gözlem sayısı $n=42$ ve bağımsız değişken sayısı $k=2$ için Durbin Watson kritik değerleri $d_L = 1.39$ ve $d_U = 1.60$ olarak bilinir. Tabloda Durbin Watson test istatistiği değeri incelendiğinde; bu değer (1.1991), 0 ile d_L arasında olduğundan veride pozitif otokorelasyon olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

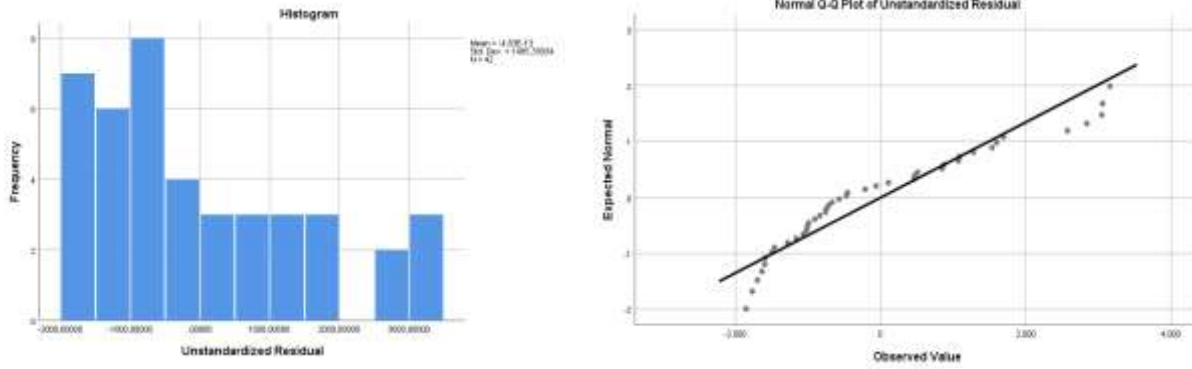
Yerleşik olmayan patent başvurularının tahmini için elde edilen regresyon modelinde, Breusch-Pagan (B-P) test istatistiği değeri 1.7993 ve bu teste ilişkin olasılık değeri 0.4067 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre; regresyon modelinde değişen varyans problemi olmadığı elde edilmiştir ($p < 0.05$). D-W test istatistiği değeri incelendiğinde; bu değer (0.3645), 0 ile d_L arasında olduğundan veride pozitif otokorelasyon olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Tolerans ve varyans şişirme faktörü (VIF) değerleri incelendiğinde, çoklu bağlantı probleminin mevcut olmadığı elde edilmiştir (Tablo 4).

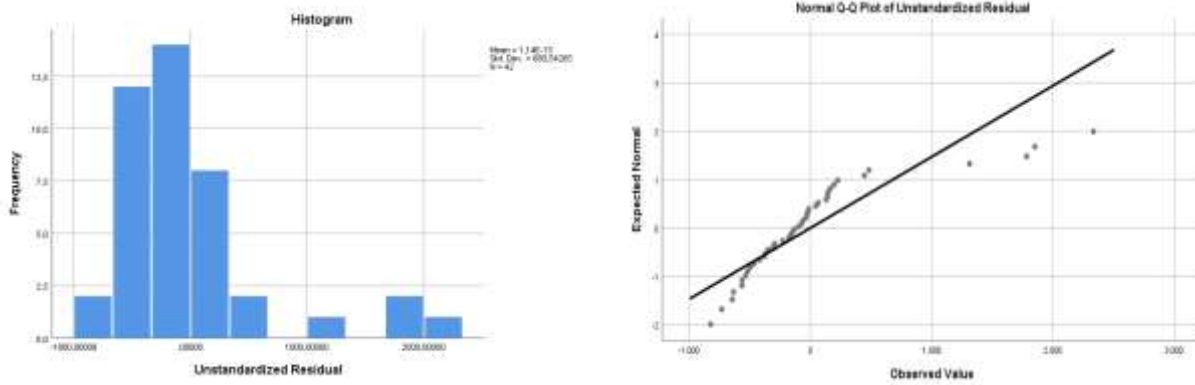
Tablo 5. Artıklara ilişkin normallik testi sonuçları

Değişken	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk	
	Test istatistiği	<i>p</i> -değeri	Test istatistiği	<i>p</i> -değeri
Model I	0.169	0.004	0.903	0.002
Model II	0.227	0.000	0.782	0.000

Tablo 5’de Model I ve Model II için elde edilen hatalara ilişkin normallik varsayımı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; hata teriminin normal dağılmadığı belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bu sonuçlar, Şekil 2 ve Şekil 3’de görsel olarak sunulmuştur.



Şekil 2. Yerleşik patent başvurularına ilişkin artıkların dağılımı



Şekil 3. Yerleşik olmayan patent başvurularına ilişkin artıkların dağılımı

Tablo 6. Yerleşik patent başvurularının tahmininde (Model I) kantil regresyon analizi sonuçları

Değişken	Kantiller									
	$\tau=0.10$		$\tau=0.25$		$\tau=0.50$		$\tau=0.75$		$\tau=0.95$	
	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p-değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p-değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p-değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p-değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p-değeri]
Sabit	-10.5243 (2.5027)	-4.2051 (0.000)	-10.1501 (1.7930)	-5.6608 (0.000)	-9.0151 (2.6026)	-3.4638 (0.001)	-6.6964 (2.2292)	-3.0038 (0.004)	-4.7584 (0.2975)	-15.9917 (0.000)
GSYİH	1.9544 (0.4411)	4.4304 (0.000)	1.8870 (0.2665)	7.0798 (0.000)	1.8539 (0.3730)	4.9702 (0.000)	1.5603 (0.3202)	4.8716 (0.000)	1.2968 (0.0396)	32.7387 (0.000)
Eğitim	-0.0677 (1.4456)	-0.0468 (0.9628)	0.2940 (0.6487)	0.4531 (0.6529)	-0.0730 (0.7422)	-0.0984 (0.9221)	0.5843 (0.5991)	0.9885 (0.3289)	1.3297 (0.0303)	43.8260 (0.000)
Pseudo R ²	0.2338		0.2926		0.4409		0.5230		0.6011	
RMSE	0.9261		0.8218		0.6103		0.7492		1.0768	
OMH	0.7281		0.6285		0.5055		0.6082		0.8724	

Tablo 6'da kantil regresyon analizi sonuçlarına göre; Türkiye'de yerleşik patent başvuruları üzerinde eğitim harcamalarının etkisi sadece yüksek kantil düzeyinde ($\tau=0.95$) anlamlı iken, gayri safi yurtiçi hasıla tüm kantil düzeylerinde anlamlıdır ($p<0.05$).

Kantil modellerinin karşılaştırılmasında kullanılan hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE: Root Mean Squared Error) ve ortalama mutlak hata (MAE: Mean Absolute Error) değerleri incelendiğinde; en

küçük kareler yöntemine dayalı elde edilen RMSE= 0.6024 ve OMH=0.5184 değerlerine en yakın ilk iki değerle sırasıyla $\tau=0.50$ ve $\tau=0.75$ kantil düzeylerinde elde edildiği belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 7’de Model II için elde edilen parametre tahmin değerleri incelenmiştir. Yerleşik olmayan patent başvurularına ilişkin parametre tahminleri incelendiğinde; eğitim harcamalarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) ve gayri safi yurtiçi hasılanın düşük ($\tau=0.10, 0.25$) ve orta ($\tau=0.50, 0.75$) kantil düzeylerinde anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Öte yandan EKK yöntemine dayalı elde edilen RMSE= 0.7223 ve OMH=0.5926 model karşılaştırma kriterlerine en yakın değerler yine $\tau=0.50$ ve $\tau=0.75$ kantil düzeylerinde elde edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Yerleşik olmayan patent başvurularının tahmininde (Model II) kantil regresyon analizi sonuçları

Değişken	Kantiller									
	$\tau=0.10$		$\tau=0.25$		$\tau=0.50$		$\tau=0.75$		$\tau=0.95$	
	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p- değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p- değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p- değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p- değeri]	Tahmin (standart hata)	t-değeri [p- değeri]
Sabit	9.0245 (0.3950)	22.8453 (0.000)	9.3374 (1.4397)	6.4857 (0.000)	14.3531 (2.9131)	4.9270 (0.000)	16.2525 (3.3779)	4.8113 (0.000)	14.9067 (2.3784)	6.2673 (0.000)
GSYİH	-0.4319 (0.0601)	-7.1823 (0.000)	-0.4729 (0.1976)	-2.3927 (0.021)	-1.0488 (0.4150)	-2.5269 (0.015)	-1.2500 (0.5162)	-2.4214 (0.020)	-0.6653 (0.3490)	-1.9062 (0.0640)
Eğitim	0.1287 (0.1822)	0.7065 (0.4840)	0.2537 (0.3266)	0.7769 (0.4419)	0.7001 (0.8204)	0.8534 (0.3986)	1.0000 (1.3772)	0.7260 (0.472)	1.6468 (1.7512)	0.9403 (0.3528)
Pseudo R ²	0.1366		0.1284		0.1594		0.2024		0.2565	
RMSE	1.0470		0.9866		0.7486		0.8887		1.8437	
OMH	0.7579		0.7003		0.5725		0.7114		1.5210	

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Türkiye’de inovasyonun göstergesi olarak patent başvurusu sayıları ele alınmıştır. GSYİH ve eğitim harcamalarının patent başvuruları üzerindeki etkisinin incelenmesinde ilk olarak doğrusal regresyon analizine ilişkin varsayımlar incelenmiştir. Bu varsayımların sağlanmadığı belirlendiği için parametre tahminleri bu varsayımlara karşı sağlam olan kantil regresyon analizi ile elde edilmiştir.

Yerleşik patent başvuru sayısının ele alındığı Model I’de edilen sonuçlara göre; modelde değişen varyans ve otokorelasyon problemi olduğu belirlenirken; yerleşik olmayan patent başvuru sayısının ele alındığı Model II’de değişen varyans probleminin olmadığı fakat pozitif otokorelasyon olduğu belirlenmiştir. Öte yandan doğrusal regresyon analizine dayalı elde edilen artıkların normal dağılıma sahip olmadığı elde edilmiştir. Regresyon analizi için gerekli olan bu varsayımların sağlanmaması sebebi ile kantil regresyon analizine dayalı parametre tahminleri incelenmiştir. Sonuçlar açık bir şekilde yerleşik ve yerleşik olmayan patent başvuru sayısını etkileyen faktörlerin katsayılarının farklı kantiller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiğine işaret etmektedir. Türkiye’de yerleşik patent başvuruları üzerinde eğitim harcamalarının etkisi yüksek kantil düzeyinde ($\tau=0.95$) anlamlı iken, GSYİH tüm kantil düzeylerinde anlamlıdır ($p<0.05$). GSYİH ve eğitime ayrılan bütçenin artırıldığı durumlarda patent sayılarında artış olacağı elde edilmiştir. Bu sonuç, literatürdeki bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Ballı, 2017; Kesbiç ve Şimşek, 2020; Elverdi ve Atik, 2021).

Yerleşik olmayan patent başvurularına ilişkin parametre tahminleri incelendiğinde ise; eğitim harcamalarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) ve GSYİH düşük ($\tau=0.10, 0.25$) ve orta ($\tau=0.50, 0.75$) kantil düzeylerinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Çalışmada dikkat çeken bir sonuç; GSYİH’nın yerleşik

patent başvurularını pozitif yönde, fakat yerleşik olmayan patent başvurularını ise negatif yönde etkilediğidir. İktisat literatüründe, inovasyon ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki tespit eden çalışmalar çoğunluktadır (Özkurt, 2024). Fakat literatürde negatif yönde bir ilişkinin varlığı ya da ilişkinin olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (Slywester, 2001; Samimi ve Alerasoul, 2009; Shukla, 2017)

Sonuç olarak; eğitim harcamaları ve GSYİH düzeyinin, bir ülkenin inovasyon potansiyeli üzerinde ve bu potansiyeli sürdürebilmede dikkate alınması gereken faktörler olduğu belirlenmiştir. Doğrusal regresyon analizi varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda, araştırmacıların farklı ülke gruplarında inovasyon ve inavosyunu etkileyen faktörler arasındaki ilişkinin modellenmesinde bu sonuçların yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Aktaş, N. (2022). G7 Ülkelerinin İnovasyon Göstergelerinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Managerial Research (EUJMR)*, 6(10), 87-104.
- Avunduk, Z. B., ve İçen, H. (2023). Eko-İnovasyon Performansının Ekonomik Büyüme Etkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi. *Verimlilik Dergisi*, 57(4), 657-670.
- Ballı, E. (2017). Teknoloji, İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Üst ve Üst Orta Gelir Gruplarındaki Ülkeler Üzerine Bir İnceleme. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 9(2), 15-28.
- Ballı, E. ve Manga, M. (2015). Ulusal İnovasyon Kapasitesi Üzerine Bir Deneme: OECD Ülkeleri Örneği. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 7(2), 58-74.
- Chen, C. (2005). An Introduction to Quantile Regression and the QUANTREG Procedure. Proceedings of the Thirtieth Annual SAS Users Group International Conference, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Çütçü, İ., ve Bozan, T. (2019). İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G7 Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 3(2), 289-310.
- Elverdi, S. ve Atik, H. (2021). İnovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin analizi: bir yapısal eşitlik modellemesi. *Pearson Journal Of Social Sciences & Humanities*, 6(10), 183-205. doi: 10.46872/pj.206.
- Eygü, H., ve Coşkun, H. (2020). Türkiye’de Beşeri Sermaye, İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Analizi 1995-2018. *İğdir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (23), 503-522.
- Gazeloğlu, C. (2012). *Doğrusal Tip II Regresyon Tekniklerinin Monte-Carlo Benzetim Çalışması ile Karşılaştırılması: Sağlık, Bulanık ve Sağlık Bulanık Teknikler*. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Gazeloğlu, C., ve Saraçlı, S. (2012). Bulanık ve Sağlık Bulanık Açığortay Regresyon Tekniklerinin Performansları Üzerine Bir Benzetim Çalışması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 1-13.
- Göçer, İ. (2013). Teknolojik İlerlemenin Belirleyicileri: NIC Ülkeleri İçin Panel Eşbütünlük ve Panel Nedensellik Analizleri. *Maliye Finans Yazıları*, 27(100), 113-138.
- Jang, Y., Ko, Y., and Kim, S. (2016). Cultural Correlates Of National Innovative Capacity: A Cross-National Analysis Of National Culture And Innovation Rates. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*, 2(23), 1-16.
- Karaöz, M., ve Albeni, M. (2004). Türkiye’de Teknoloji Çabalarına İlişkin Bir Değerlendirme: Türkiye’de Patent Aktivitesi. III. Bilgi Teknolojileri Kongresi, Bilgitek, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Kesbiç, C.Y ve Şimşek, D. (2020). OECD Ülkelerinde İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi: Schumpeter Haklı mı? *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(38), 273-296.
- Koenker, R. and Machado, J. A. F. (1999). Goodness of Fit and Related Inference Processes for Quantile Regression. *Journal of the American Statistical Association*, 94(448), 1296-1310.
- Kuyzu, M., ve Tayar, T. (2019). İnovasyon Etkenlerinin Araştırılması ve Optimal İnovasyon Portföy Yapılanması. *Uluslararası Ekonomi Ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 83-102.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., ve Vining, G. G. (2013). *Doğrusal Regresyon Analizine Giriş*. Ankara Nobel Akademik Yayıncılık.
- Nur, Ö. Ü. H. B., ve Almammadov, K. (2022). *İnovasyon, Yüksek Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi*. İksad Yayınevi, Ankara, Türkiye
- Oğuzturk, B., Özbay, F., ve Pehlivan, C. (2017). Güney Kore’nin Büyüme Sürecinde İnovasyonun Rolü: Ekonometrik Bir Analiz 1984-2015. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4),

1203-1222.

Özbay, F., Arıcan, M., ve Oguzturk, B. S. (2021). Çin Rüyasının Gerçekleşmesinde İnovasyonun Önemi: Büyüme ve İnovasyon İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 413-437.

Özer, B., ve Ünlü, F. (2020). İnovasyon ve Ekonomik Kalkınma İlişkisi: Üst-Orta Gelirli Ülkeler Üzerine Panel Veri Analizi. *Journal of Management and Economics Research*, 18(4), 91-111.

Özkurt, İ. C. (2024). Türkiye’de İnovasyon Faaliyetleri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Nedensellik Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26(1), 164-176.

Samimi, A. J. ve Alerasoul, S. M. (2009). R&D and Economic Growth: New Evidence From Some Developing Countries. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3464-3469.

Shukla, S. (2017). Innovation and Economic Growth: A Case of India. *Humanities & Social Science Reviews*, 5(2), 64-70.

Slywester, K. (2001). R&D and Economic Growth. Knowledge. *Technology & Policy*, 13(4), 71-84.

Şen, A., ve Pehlivan, C. (2021). İnovasyon Göstergelerinin Dış Ticaret Üzerindeki Etkisinin Ekonometrik Analizi: Brics-T Ülkeleri İçin Bir Araştırma. *Journal Of Management & Economics Research*, 19(4), 399-420.

Taşkın, E. (2020). *Nicel Birikimin Nitel Değişime Etkisi: Kütüphane Yönetiminde Veri Madenciliği Uygulaması*. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.

World Bank DataBank (2024). <https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD/1ff4a498/> Popular-Indicators, Erişim tarihi: 28.03.2024.

Yaşar, S., ve Sugözü, İ. H. (2021). *İnovasyon ve Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları İlişkisi: Oecd Ülkeleri Üzerine Panel Nedensellik Analizi*. Değişimden Dönüşüme Sosyal Bilimlerde Yeni Normlar, Gazi Kitabevi, 85-101.

Yılmaz, Z., ve İncekaş, E. (2018). Türkiye’de İnovasyon ve Bölgesel Kalkınma. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 154-169.

Zuhal, M. (2020). Gelişmekte olan ülkelerde ulusal inovasyon kapasitesinin belirleyicileri: panel veri analizi yöntemi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(Ek), 194-217.