



Savunma Harcamaları ve Ar-Ge Araştırmacı Sayısının Patent Başvurularına Etkisi

The Effects of Military Expenditure and the Number of R&D Researchers on Patent Applications

Bilal ÖZDEN^{1*} Memduh BEGİNİRBAŞ¹

¹ Millî Savunma Üniversitesi, Kara Harp Okulu Dekanlığı, Savunma Araştırmaları Bölümü, Ankara, Türkiye

Makale Bilgisi

Araştırma makalesi
Başvuru: 17.07.2026
Düzeltilme: 14.09.2026
Kabul: 11.10.2026

Önemli Noktalar

Türkiye'nin 1995–2023 dönemi verileri ARDL(1,0,0) modeliyle incelenmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme saptanmıştır. Savunma harcamalarının kısa dönem katsayısı yalnızca %10 düzeyinde anlamlıdır. Uzun dönem katsayıları istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Anahtar Kelimeler

Savunma Harcamaları
Ar-Ge
Patent Başvuruları
ARDL Sınır Testi

Tablo Özet

Türkiye, 1995–2023 ARDL(1,0,0)		
Eşbütünleşme	Savunma → Patent	Dengeye dönüş
F = 9.889	Kısa dönem: $\beta = +0.391 \uparrow$	ECM = -0.1225
%1 üst sınır: 6.265	p = 0.0957	p < 0.01
9.889 > 6.265 ✓	%10 düzeyinde anlamlı ✓	%12.25 / yıl ⇐
Uzun dönem ilişkisi var	%1 artış → yaklaşık %0.391 artış	Sapmalar azalır → uzun dönem dengesi

Keywords

Defense Expenditures
R&D
Patent Applications
ARDL Bounds Test

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de savunma harcamaları ve Ar-Ge araştırmacı yoğunluğunun patent başvuruları üzerindeki etkisini incelemektedir. 1995–2023 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak kısa ve uzun dönemli ilişkiler Oto-regresif Dağıtılmış Gecikme Modeli (ARDL) ile analiz edilmiştir. Sınır testi, değişkenler arasında eşbütünleşme bulunduğunu göstermektedir. Savunma harcamalarının kısa dönem katsayısı pozitif ve yalnızca %10 düzeyinde anlamlıyken, uzun dönem katsayısı pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsızdır. Araştırmacı yoğunluğunun katsayıları ise her iki dönemde de anlamlı bulunmamıştır. Negatif ve anlamlı hata düzeltme katsayısı, kısa dönemli sapmaların ardından uzun dönem dengesine dönüşü desteklemektedir. Model, teknolojik dışsallıkları ve araştırmacı kapasitesinin niteliğini doğrudan ölçemediğinden, bu alanlardaki politika çıkarımları sınırlıdır.

Abstract

This study examines the effects of defense expenditure and R&D researcher density on patent applications in Türkiye. Short- and long-run relationships are analyzed using the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach with annual data for 1995–2023. The bounds test indicates cointegration among the variables. The short-run coefficient of defense expenditure is positive and statistically significant only at the 10% level, whereas its long-run coefficient is positive but statistically insignificant. Researcher density is statistically insignificant in both periods. The negative and significant error correction coefficient supports adjustment toward long-run equilibrium following short-run deviations. Since the model does not directly measure technological spillovers or the quality of research capacity, policy implications concerning these aspects remain limited.

*Corresponding author, e-mail: bilal.ozden@msu.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Eski çağlardan beri insanlar için önemli bir olgu olan güvenlik, ülkeler ve toplumlar için her geçen gün artan bir ivmeyle daha da vazgeçilmez bir hale gelmektedir. Son yıllarda, özellikle teknolojinin gelişmesiyle birlikte güvenlik anlayışında değişiklikler olmuş ve savaş, klasik savaşın ötesine geçerek ve farklı boyutlar kazanarak savunma teknolojilerindeki gelişmeler güvenlik ve savunma anlayışında değişimler yaratmıştır. Savunma ve teknoloji birlikte ele alındığında savunma sanayi, Ar-Ge faaliyetlerinin ortaya çıkmasına ve kurumsallaşmasına zemin hazırlayan en önemli sektörlerden biri olma özelliği taşımaktadır [1]. Küresel düzeyde artan jeopolitik belirsizlikler ve güvenlik endişeleri, ülkeleri savunma harcamalarını önemli ölçüde artırmaya yönlendirmektedir. SIPRI [2] verilerine göre, küresel askeri harcamalar 2022-2023 döneminde %6,8'lik bir artış göstermiş ve örgütün 60 yıllık kayıt tarihinin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, savunma harcamalarının teknolojik yenilik üzerindeki muhtemel etkilerini anlamayı hem akademik hem de politika yapımcılar açısından giderek daha acil bir araştırma sorusu haline getirmektedir. Savunma harcamaları ile yenilik arasındaki ilişki teorik düzlemde hibrit bir karakter göstermesine rağmen özellikle savunma sanayiine yapılan yatırımlar ileri teknoloji üretimini teşvik etmekte ve askeri alanda geliştirilen yenilikler zaman içinde sivil sektöre yayılarak "çifte kullanım" potansiyeli sunmaktadır.

Ayrıca günümüz küresel ekonomisinde, bilgi ve teknoloji üretimi sürdürülebilir kalkınmanın temel dinamiği durumundadır. 1980'lerden

itibaren gelişen içsel büyüme teorileri, teknolojik ilerlemeyi iktisadi büyümenin temel itici gücü olarak tanımlamış ve bu süreçte Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ile patentlerin kritik rolünü vurgulamıştır. Ar-Ge harcamaları ve patent sayılarının ekonomik büyüme ile pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi OECD ülkeleri örnekleminde dinamik panel veri analizleri ile sıklıkla teyit edilmiştir [3]. Savunma Ar-Ge bütçesi ve patent başvuru sayısına yönelik çalışmalar [4,5] savunma harcamalarının patent başvurularını anlamlı bir şekilde artırdığını ve bu artış etkisinin tedarik zinciri boyunca toplam inovasyonu pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.

Bilgi ekonomisinin yükselişiyle birlikte ulusların rekabet gücü, büyük ölçüde yeni teknolojiler üretme ve bunları ekonomik değere dönüştürme kapasitelerine bağlı hâle gelmiştir. Teknolojik değişimin temelinde ise planlı ve sistematik bir yaratıcı faaliyet olan Ar-Ge yatmaktadır. Ar-Ge'nin nicelik ve niteliğini belirleyen en önemli faktörlerden biri, bu faaliyetleri yürüten araştırmacı insan gücüdür. Ar-Ge araştırmacı sayısı, bir ülkenin bilimsel ve teknolojik kapasitesini değerlendirmede kullanılan temel göstergelerden biri hâline gelmiştir. Bu bağlamda bilgi üretiminin emek yoğun bir süreç olduğu ve araştırmacı sayısının patent üretimi üzerinde doğrudan bir kapasite etkisi yaratması beklenmektedir. Sektörel düzeyde yapılan çalışmalar [6-8], Ar-Ge harcamalarının yanı sıra araştırma personeli büyüklüğünün patent başvuruları üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamakta ve bilgi üretim fonksiyonlarında girdi olarak araştırmacı sayısının ihmal edilmemesi gerektiğine işaret etmektedir.

Savunma harcamalarının yenilik üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar genellikle Ar-Ge harcamalarını tek girdi olarak almış, Ar-Ge'nin araştırmacı sayısı boyutunu ve bu iki faktörün birlikte patent başvurularına olan etkisini bütüncül bir çerçevede analiz etmemiştir. Oysaki Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliği sadece harcama düzeylerine değil, aynı zamanda bu faaliyetleri yürüten nitelikli insan kaynağının büyüklüğüne ve bu kaynağın ne şekilde kullanıldığına da bağlıdır. Bu durum, özellikle yükselen ekonomilerde ve gelişmekte olan ülkelerde savunma sanayinin hızla büyüdüğü bir dönemde daha da kritik hale gelmektedir.

Savunma harcamaları, teknoloji geliştirmeye yönelik faaliyetlerin finansmanı ve yeni teknolojilere yönelik talep üzerinden patent faaliyetleriyle ilişkili olabilir. Araştırmacı insan kaynağı ise bilginin üretilmesi ve teknolojik yeniliklere dönüştürülmesinde rol oynamaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de savunma harcamaları ile patent başvuruları arasındaki ilişkiyi araştırmacı yoğunluğunu da dikkate alarak incelemekte ve söz konusu değişkenlerin kısa ve uzun dönemli ilişkilerini aynı model çerçevesinde değerlendirmektedir. Bu çalışmanın akademik ve politik önemi çok boyutludur. İlk olarak, çalışma, savunma harcamaları ile inovasyon arasındaki ilişkiye dair mevcut karmaşık literatüre Ar-Ge'nin insan sermayesi boyutunu ekleyerek özgün bir katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Bu haliyle, çalışma teknolojik değişim, yenilik ekonomisi ve savunma iktisadı alanlarındaki disiplinler arası literatüre ampirik kanıt sunacaktır. İkinci olarak, küresel savunma harcamalarının rekor düzeylere ulaştığı bir dönemde, politika yapıcılara savunma

bütçelerinin yenilik kapasitesini nasıl etkilediğine dair somut veriler sunulacaktır. Bu bağlamda, çalışma özellikle gelişmekte olan ülkelerin sınırlı kaynaklarını savunma ve sivil Ar-Ge arasında nasıl dağıtmaları gerektiği konusunda yol gösterici nitelikte olabilir. Üçüncü olarak, çalışma Ar-Ge insan kaynağı politikaları açısından önemli çıkarımlar içermektedir. Eğer araştırmacı sayısı yüksek olan ülkelerde savunma harcamalarının yenilik üzerindeki etkisi daha olumlu ise bu durum beşerî sermaye yatırımlarının savunma sanayi politikalarıyla birlikte ele alınması gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde öncelikle kuramsal çerçeve kapsamında bağımlı ve bağımsız değişkenler ve bunlar arasındaki ilişkilere yer verilmiştir. Daha sonra yöntem bölümünde değişkenler arasında daha önceki çalışma ve ilişkilerden yola çıkarak hipotezler geliştirilmiş ve veri seti ARDL ekonometrik yöntemiyle analizlere tabi tutularak ampirik bulgulara ulaşılmıştır. Sonuç kısmında ise çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilerek özetlenmiş ve çalışma kapsamındaki sonuçlardan etkilenmesi düşünülen paydaşlara ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE (THEORETICAL FRAMEWORK)

2.1 Patent ve Patent Başvuruları

Patentler, bilgi ekonomisinde yenilik üretiminin temel göstergesi olup teknolojik ilerlemeyi hem ölçen hem de teşvik eden stratejik bir araçtır. İçsel büyüme modellerine göre ekonomik sürdürülebilirlik, bilgi birikimi ve Ar-Ge faaliyetlerine bağlıdır [9]. Bu bağlamda patentler, yeni bilginin ticarileştirilebilir bir çıktıya

dönüştüğünü kanıtlayan somut verilerdir [10]. Sistem, buluş sahiplerine tekel hakkı tanıyarak inovasyonu özendirirken, bilginin kamuya açıklanmasıyla teknoloji yayılımına (spillover) olanak tanır [11].

Ekonomik açıdan patentler; verimlilik artışı, doğrudan yabancı yatırımların çekilmesi ve küresel değer zincirlerine entegrasyon süreçlerinde kritik rol oynar [12,13]. Özellikle savunma sanayii gibi yüksek teknoloji odaklı sektörlerde üretilen patentler, sivil alanlara aktarılan "teknolojik dışsallıklar" yaratarak toplam faktör verimliliğini artırır [14]. Gelişmekte olan ülkeler için patent yoğunluğu, orta gelir tuzağından çıkışın ve stratejik kapasite inşasının anahtarıdır [15].

Türkiye özelinde patent başvuru sayılarındaki ivmelenme, Ar-Ge kapasitesinin arttığını göstermektedir. Ancak bu verilerin yüksek katma değerli ürünlere ve ticarileşme başarısına dönüştürülmesi, patentin ekonomik büyümeye katkısını maksimize etmek için temel şarttır. Sonuç olarak patentler, savunma harcamalarının teknolojik çıktıları analiz etmede hem bir performans kriteri hem de temel bir analitik araç işlevi görmektedir.

2.2 Teknoloji, Araştırma Geliştirme (Ar-Ge) ve Araştırmacı Sayısı

Teknolojik gelişmelerin yaygın olduğu bir çağda insanoğlunun tüm yaşamının, fiziki ve manevi dünyasının birikimi olan teknoloji, günümüzün vazgeçilmez bir unsuru, mutlak gerekliliğidir. Teknoloji, en geniş anlamıyla, mal ve hizmet üretmek ya da insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bilimsel bilginin pratik uygulamalara dönüştürülmesidir [16]. Schumpeter [17] teknolojik yeniliği “yeni bir üretim

fonksiyonunun kurulması” olarak tanımlamış ve ekonomik gelişmenin motoru olarak görmüştür. Teknoloji esasen bilgidir. İnsanda var olan merak, öğrendiği her yeni bilgiyi işleme tabi tutmasını sağlamış ve icatların yolunu açmıştır [18]. Bu anlayışla bilgiyi edinmenin yolu araştırmadan ve bu araştırmaların neticesinde insanın yaşamını kolaylaştıracak çalışmaların yapılması ve değerlerin yaratılmasında geçer. Bu yaklaşım da bizi Ar-Ge gerçeğine götürür. Ar-Ge, insan, kültür ve toplum bilgisi dağarcığını genişletmek ve bu bilgi birikimini yeni uygulamalar tasarlamak için kullanmak amacıyla sistematik temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır [19]. Başka bir ifadeyle Ar-Ge, topluma yeni ürün ve hizmetler sunmak, mevcut ürün ve hizmetleri geliştirmek amacıyla yapılan araştırma geliştirme faaliyetleri bütünüdür [20]. Daha açık bir ifadeyle Ar-Ge, eski ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesini ve eski üretim süreçlerinin kalitesinin geliştirilmesini de kapsayan, yeni ürünlerin tanıtımını içeren, yeniyi odaklanılarak daha verimli üretim süreçlerinin başlatılması ve yenilik faaliyetlerinin yürütülmesi için daha gelişmiş bir yenilik ve organizasyonla ilişkili faaliyetlere yapılan harcamalardır [21]. Ayrıca bilgi üretmek sistematik bir çaba gerektirir. Söz konusu çaba ise en temelde yine Ar-Ge ile mümkündür [22]. Ar-Ge çalışmalarına verilen önem ve harcanan kaynak ölçütüncü de teknoloji ve bilimde gelişme gösterilebilir. Bu bağlamda Ar-Ge yapabilecek nitelikli insan gücü yani entelektüel sermaye önem kazanır. Ar-Ge bilim insanı (araştırmacı), yeni ürünler, teknolojiler geliştirmek veya mevcut olanları iyileştirmek amacıyla bilimsel araştırma projeleri tasarlayan, yürüten ve yöneten bir profesyoneldir

[19]. Ar-Ge yapabilecek araştırmacı sayısı, bir ekonomide Ar-Ge faaliyetlerinde istihdam edilen, yeni bilgi, ürün, süreç, yöntem ve sistemlerin tasarlanması veya yaratılması ile ilgili olarak çalışan profesyonellerin sayısını ifade eder. Uluslararası karşılaştırmalarda, ülkelerin büyüklük farklılıklarını dengelemek amacıyla bu gösterge genellikle “milyon kişi başına düşen tam zaman eşdeğer (TZE) Ar-Ge araştırmacı sayısı” olarak hesaplanır [23]. Dünya Bankası ve UNESCO İstatistik Enstitüsü tarafından derlenen bu veri, bir ülkenin bilimsel ve teknolojik insan kaynağı kapasitesinin en yaygın kullanılan ölçütüdür. Beşerî sermaye kuramı çerçevesinde, Ar-Ge araştırmacıları yalnızca bilgi üretmekle kalmaz, aynı zamanda mevcut bilginin yayılmasını (spillover) ve özümsemesini sağlayarak ulusal yenilik sisteminin etkinliğini belirleyen kilit aktörler olarak işlev görürler [24,25]. Bu kapsamda insan yaşamını kolaylaştıran teknolojinin ortaya çıkması Ar-Ge faaliyeti ile mümkün iken bu faaliyeti gerçekleştiren Ar-Ge araştırmacı sayısının da önemi ortaya çıkmış olmaktadır.

2.3 Savunma Yönetimi ve Savunma Harcamaları

Savunma yönetimi bir ülkenin milli menfaatler ve milli çıkarları ön planda tutarak hayatta kalmak (beka) maksadıyla savunmaya ayırdığı kaynakların savunma planlamaları alt boyutları kapsamında belli bir süreç boyunca yaptığı faaliyetlerin tümünü kapsamaktadır [26]. Savunma yönetimini etkili bir şekilde gerçekleştirebilmek için öncelikle savunma ihtiyaçlarının belli bir plan, program ve tahsis edilen bütçe dahilinde uygun tedarik yöntem ve stratejileri izlenerek temin edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda savunma ihtiyaçları

tedarik edilirken belli bir bütçe gözetilerek savunmaya kaynak ayırmak ve bu kaynağı doğru kullanarak savunma harcamalarını gerçekleştirmek gerekir. Savunma ve güvenlik her yönü ile önemli bir konu olmasına rağmen açık çek politikası ile de hareket edilmemesi gerekir. Savunma harcamaları askeri harcamalar olarak da adlandırılır. Savunma harcamalarının evrensel olarak kabul görmüş bir tanımı olmamasına rağmen bir ülkenin askeri yeteneklerini korumak ve geliştirmek için ayırdığı mali kaynakları ifade eder. Başlıca savunma harcama kategorileri; personel (askeri ve sivil savunma personelinin maaşları ve yan hakları), operasyonlar ve bakım, tedarik, Ar-Ge, askeri inşaat ve askeri yardımlardır [27]. Başka bir ifade ile savunma harcaması, bir ülkenin belirli bir dönem (genellikle bir mali yıl) içinde silahlı kuvvetlerine ve ilgili savunma faaliyetlerine ayırdığı toplam mali kaynaktır. Savunma harcamaları, kamu harcamalarının en kritik şekilde gözlemlenen bileşenlerinden biridir. Bu nedenle, askeri harcamaların incelenmesi, genel olarak ekonomi ve özel olarak savunma ekonomisi için önemli bir konudur [28]. Savunma harcamaları sadece savunma için bir fiyat etiketi değildir; bir ülkenin savunma planının en somut ve bağlayıcı ampirik ifadesidir. Savunma planı, savunma tedariki kapsamında belli bir bütçe gereksinimine ihtiyaç duyarken, mevcut savunma bütçesi de savunma planının sınır ve kapsamını belirlemede çok önemli bir kriterdir. Ülkenin güvenliğinin etkin olarak sağlanması, bir anlamda savunma yönetimi ve planlaması ile savunma harcamaları arasındaki ilişkinin sürekli, titiz ve bilinçli bir şekilde yönetilmesine bağlıdır.

3. DEĞİŞKENLER ARASI İLİŞKİLER (RELATIONSHIPS BETWEEN VARIABLES)

3.1 Savunma Harcamaları ve Patent İlişkisi

Savunma harcamaları, ekonominin özel sektörüne yayılan yeni teknolojilerin geliştirilmesi yoluyla ekonomik büyümeyi teşvik eder. Savunma harcamalarının önemli bir kısmının sosyoekonomik yapı oluşturmak ve kamu altyapısını geliştirmek için kullanıldığı sıklıkla gözlemlenmektedir. Keynesyen teoriye göre istihdam, faiz ve para çarpan etkisiyle talep ve istihdamı artırır [29]. Bazı ülkelerin verileri üzerinde yapılan ve savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalar [30-37], savunma harcamalarının ekonomik büyümeye elverişli olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu çalışmaların bulguları, savunma harcamaları, toplam talebe olan genişletici etkisi ve bunun sonucunda istihdam, üretim ve gelir üzerindeki Keynesyen çarpan etkileri yoluyla ekonomik büyümeyi teşvik ettiği ve hızlandırdığını ortaya koymaktadır. Savunma sanayiindeki Ar-Ge ve teknoloji alanındaki savunma harcamalarının olumlu dışsallıkları eğitim, sağlık hizmetleri, teknik eğitim, ulaşım ve iletişim ağlarını iyileştiren kamu altyapısı yoluyla genel ekonomik faaliyetleri teşvik etme olasılığına sahiptir. Bu altyapı genişlemesi, özel sektörün üretim faaliyetlerine yardımcı olmakta ve ekonominin daha yüksek bir büyüme yörüngesine geçmesini sağlamaktadır. 23 OECD ülkesi üzerinde yapılan panel veri analizi çalışması, Ar-Ge ve teknolojinin patent sayısı ve başvuruları ile doğrudan ve çok yönlü bir ilişkide olduğunu aynı zamanda Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayılarının ekonomik büyüme üzerindeki uzun dönem etkisinin pozitif ve

istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir [38]. Savunma harcamalarının özellikle savunma Ar-Ge ve teknolojilerine olumlu yansımalarının sonucu olarak patent sayısı ve başvurularının da artabileceği değerlendirilebilir. Bu bağlamda savunma harcamaları ve patent faaliyetlerinin önemli ölçüde birbirine bağlı olduğu söylenebilir. Savunma odaklı Ar-Ge, inovasyonu teşvik edebilir ve savunma tedariki için harcamalar patentlemeyi ve Ar-Ge'yi doğrudan artırabilir. Carvalho ve Draca [5], ABD savunma tedarik harcamalarının yenilik faaliyetleriyle bağlantısını inceleyerek, bu harcamaların etkilerinin doğrudan yüklenicilerin ötesinde tedarik zincirindeki firmalara da yayıldığına ilişkin bulgular sunmaktadır. Ayrıca savunma Ar-Ge harcamalarının özellikle sivil uygulamaları olan teknolojilere de katkısı olduğunda (dual-use) bu alanda da patent başvuru ve sayıları konusunda artış olabileceği değerlendirilmektedir.

3.2 Ar-Ge Araştırmacı Sayısı ve Patent İlişkisi

İnovasyon sürecinin temel girdisi olan araştırmacı insan kaynağı, bir ekonominin bilgi üretme ve bu bilgiyi ticarileştirme potansiyelini belirleyen en kritik unsurdur. İçsel büyüme teorileri çerçevesinde Romer [9], araştırmacı sayısındaki artışın yeni bilgi üretimini hızlandırarak teknolojik ilerlemeyi tetiklediğini; Lucas [24] ise beşerî sermaye birikiminin üretkenlik üzerindeki merkezi rolünü vurgular. Bu bağlamda, Ar-Ge alanında istihdam edilen nitelikli iş gücü, yeni buluşların ortaya çıkma olasılığını artırarak doğrudan patent başvurularına pozitif yansımaktadır.

Ampirik literatür, araştırmacı yoğunluğu ile patent üretimi arasında güçlü bir korelasyon olduğunu doğrulamaktadır [39]. Ancak bu ilişki

sadece niceliksel değildir; Ar-Ge finansmanı ile araştırmacı kapasitesi arasındaki tamamlayıcılık, inovasyon çıktılarının niteliğini belirleyen temel faktördür. Savunma sanayii gibi yüksek teknoloji odaklı sektörlerde araştırmacı kapasitesi, sadece patent sayısını değil, teknolojik derinliği ve sivil sektörlere yönelik "teknolojik dışsallıkları" da şekillendirir. Türkiye’de araştırmacı sayısındaki artışa rağmen patent üretiminde beklenen sıçramanın yaşanmaması, kurumsal yapı ve inovasyon ekosisteminin bütünsel etkinliğinin önemini ortaya koymaktadır.

4. YÖNTEM (METHODOLOGY)

4.1 Metodoloji

Bu çalışmada değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkilerin birlikte analiz edilebilmesi amacıyla Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Modeli (Autoregressive Distributed Lag-ARDL) yaklaşımı kullanılmıştır. ARDL yöntemi ilk olarak Pesaran ve Shin [40] tarafından geliştirilmiş, daha sonra Pesaran, Shin ve Smith [41] tarafından sınır testi (Bounds Testing)

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \sum_{m=0}^{q_j} \beta_{jm} X_{j,t-m} + \epsilon_t \quad (1)$$

Burada (Y_t) bağımlı değişkeni, ($X_{j,t}$) bağımsız değişkenleri, (p) bağımlı değişken gecikme uzunluğunu, (q_j) ise bağımsız değişkenlere ait gecikme uzunluklarını göstermektedir. Uygun gecikme yapısı genellikle Akaike Bilgi Kriteri (AIC) [43], Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) veya Hannan-Quinn kriterleri yardımıyla belirlenmektedir.

yaklaşımı ile genişletilmiştir. Yöntem, kısa ve uzun dönemli ilişkilerin aynı model çerçevesinde incelenmesine olanak sağlaması ve değişkenlerin farklı bütünleşme derecelerine sahip olması durumunda uygulanabilmesi nedeniyle yaygın biçimde tercih edilmektedir.

ARDL yaklaşımının temel üstünlüğü, bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri ile bağımsız değişkenlerin cari ve gecikmeli değerlerini aynı denklem içerisinde birlikte değerlendirebilmesidir. Böylece hem kısa dönem dinamik etkiler hem de uzun dönem denge ilişkileri tek model çerçevesinde tahmin edilebilmektedir [42]. Geleneksel eşbütünleşme yöntemlerinden farklı olarak tüm değişkenlerin aynı bütünleşme derecesine sahip olması zorunlu değildir. Serilerin $I(0)$ veya $I(1)$ olması yeterlidir; ancak $I(2)$ düzeyinde bütünleşik serilerde ARDL yaklaşımı geçerli değildir [41].

Genel bir ARDL($p, q_1, q_2, \dots, q_k$) modeli aşağıdaki biçimde ifade edilebilir:

ARDL yaklaşımında uzun dönem ilişkisinin varlığı Bounds Testi ile sınanmaktadır. Bu testte sıfır hipotezi değişkenler arasında eşbütünleşme olmadığı yönündedir. Hesaplanan F-istatistiğinin üst kritik değeri aşması durumunda uzun dönem ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir [41].

Uzun dönem ilişkisinin tespit edilmesinden sonra model, hata düzeltme mekanizması (Error Correction Model-ECM) biçiminde yeniden yazılabilmektedir:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \sum_{m=0}^{q_j-1} \delta_{jm} \Delta X_{j,t-m} + \lambda ECM_{t-1} + v_t \quad (2)$$

Burada (ECM_{t-1}) uzun dönem dengeden sapmayı, (λ) katsayısı ise sistemin yeniden dengeye dönüş hızını göstermektedir. Bu katsayının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması beklenmektedir. Negatif ve anlamlı bir hata düzeltme katsayısı, kısa dönem dengesizliklerin zaman içerisinde giderildiğini ve sistemin uzun dönem dengeye yaklaştığını göstermektedir [44].

Bu çalışmada ARDL yönteminin tercih edilmesinin temel nedenleri; veri setinin sınırlı gözlem sayısına sahip olması, değişkenlerin I(1) düzeyinde bütünlük olması ve kısa dönem ile uzun dönem etkilerin birlikte incelenmek istenmesidir. Bu çerçevede yöntem, savunma harcamaları, araştırmacı sayısı ve patent üretimi arasındaki dinamik ilişkilerin analiz edilmesi açısından uygun bir ekonometrik çerçeve sunmaktadır.

Bu metodolojik çerçeve doğrultusunda çalışma, belirli teorilere ve kuramsal çerçevede ele alınan değişkenler arası ilişkilere dayalı olarak geliştirilen araştırma hipotezlerinin test edilmesini amaçlamaktadır. Savunma harcamalarının teknoloji üretimi üzerindeki etkisi, özellikle savunma sanayiinde geliştirilen çift kullanımlı (dual-use) teknolojilerin sivil sektöre yayılması ve bilgi dışsallıkları mekanizması ile açıklanırken; Ar-Ge araştırmacı sayısının etkisi beşerî sermaye yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu kapsamda çalışmada aşağıdaki hipotezler test edilmektedir:

H1: Savunma harcamaları ile patent başvuru sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

H2: Ar-Ge araştırmacı sayısı ile patent başvuru sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

H3: Modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi bulunmaktadır.

Belirlenen bu hipotezler, Autoregressive Distributed Lag Model yaklaşımı kapsamında sınır testi ve hata düzeltme modeli yardımıyla ampirik olarak test edilerek, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilerin bütüncül biçimde ortaya konulması hedeflenmektedir.

4.2 Veri Seti ve Değişkenler

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinin 1995–2023 dönemine ait yıllık verileri kullanılarak ampirik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz dönemi, tüm değişkenler için kesintisiz ve karşılaştırılabilir veriye erişimin mümkün olduğu en erken yıl olan 1995’ten başlatılmıştır. Kurulan modelde patent başvuruları bağımlı değişken; Ar-Ge araştırmacı sayısı ve savunma harcamaları ise temel bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir.

Ekonometrik analizde kullanılacak değişkenler logaritmik forma dönüştürülmeden önce, serilerin orijinal (ham) değerleri üzerinden genel eğilimlerin ve büyüklük farklılıklarının gözlemlenebilmesi amacıyla Tablo 1’de sunulmaktadır. Veri kaynakları: Türk Patent ve Marka Kurumu [45], SIPRI [46], Dünya Bankası [47] ve OECD [48].

Tablo 1: Türkiye için kullanılan veri seti (1995–2023).

Yıl	Patent Başvuruları (Sayı)	Savunma Harcamaları (Milyon \$)	Ar-Ge Araştırmacı (1 milyon kişi başına)	Yıl	Patent Başvuruları (Sayı)	Savunma Harcamaları (Milyon \$)	Ar-Ge Araştırmacı (1 milyon kişi başına)
1995	170	6.606,20	285,20*	2010	3250	17.650,46	882,50
1996	189	7.512,10	294,09	2011	4087	17.006,48	977,26
1997	203	7.792,00	302,98	2012	4543	17.694,32	1.100,19
1998	207	8.781,00	298,98	2013	4528	18.427,65	1.175,90
1999	276	9.951,80	312,68	2014	4861	17.576,54	1.163,54
2000	277	9.993,73	355,05	2015	5512	15.668,75	1.136,18
2001	337	7.216,05	344,81	2016	6445	17.827,70	1.263,79
2002	414	9.050,38	360,00	2017	8625	17.822,74	1.420,60
2003	490	10.277,90	484,24	2018	7349	19.648,69	1.585,08
2004	685	10.920,77	496,59	2019	8126	20.436,92	1.737,58
2005	935	12.081,16	567,50	2020	8200	15.782,99	1.964,66
2006	1090	13.036,51	612,17	2021	8439	15.254,83	2.209,70
2007	1838	14.987,76	705,52	2022	9009	15.036,84	2.478,68
2008	2268	16.809,58	742,75	2023	8663	19.577,83	2.644,66
2009	2588	16.047,51	801,95				

*Not: Ar-Ge araştırmacı yoğunluğunun 1995 yılı gözlemi veri kaynağında bulunmadığından, bu değer 1996 ve 1997 yıllarına ait gözlemler kullanılarak doğrusal geriye ekstrapolasyon yöntemiyle tahmin edilmiştir.

Savunma harcamaları değişkeni cari ABD doları cinsinden ifade edilirken, Ar-Ge araştırmacı sayısı nüfusa oranlanmış bir gösterge olarak kullanılmıştır. Patent başvuruları ise yıllık toplam başvuru sayısını ifade etmektedir.

Analiz sürecinde değişkenlerin tamamı doğal logaritmik formda (ln) modele dâhil edilmiştir.

Bu dönüşümle; serilerdeki varyans farklılıklarının giderilmesi, doğrusal olmayan ilişkilerin dengelenmesi ve elde edilen katsayıların esneklik cinsinden yorumlanabilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin açıklamalar Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: Modelde kullanılan değişkenlerin tanımları ve veri kaynakları.

Değişken	Tanımı	Veri Kaynağı
L_PATENT	Patent başvurularının doğal logaritması	Türk Patent ve Marka Kurumu
L_ARASTIRMACI	Bir milyon kişi başına düşen Ar-Ge araştırmacı sayısının doğal logaritması	Dünya Bankası Veri Tabanı, OECD
L_SAVUNMA	Savunma harcamalarının doğal logaritması	SIPRI

Tablo 1’de yer alan değişkenler, çalışmanın teorik çerçevesi doğrultusunda teknoloji üretimi, beşeri sermaye kapasitesi ve stratejik kamu harcamaları boyutlarını temsil edecek şekilde seçilmiştir. Bu kapsamda patent başvuruları, ülkenin teknolojik çıktı düzeyini ve inovasyon kapasitesini yansıtan temel gösterge olarak modele dâhil edilmiştir. Patent sayısındaki artış, bilgi üretimi ve yenilikçi faaliyetlerin somut çıktısı olarak değerlendirilmektedir.

Ar-Ge araştırmacı sayısı, bilgi üretim sürecindeki beşeri sermaye yoğunluğunu ve inovasyon

ekosisteminin insan kaynağı kapasitesini temsil eden kritik bir değişkendir. Bir milyon kişi başına düşen araştırmacı sayısındaki artış, ülkedeki bilimsel üretim kapasitesinin ve teknoloji geliştirme potansiyelinin güçlendiğine işaret etmektedir.

Savunma harcamaları ise yüksek teknoloji odaklı kamu yatırımlarının sivil sektör üzerinde oluşturabileceği teknolojik dışsallıkları, bilgi yayılımını ve üretim zinciri etkilerini temsil etmektedir. Özellikle savunma sanayiinde geliştirilen çift kullanımlı teknolojilerin zaman

içerisinde sivil alanlara aktarılması, ekonomik büyüme ve teknolojik dönüşüm açısından önemli bir kanal olarak değerlendirilmektedir.

Veri setinin temel istatistiksel özelliklerini ortaya koymak ve serilerin dağılım yapısını

değerlendirmek amacıyla değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te sunulmaktadır. Söz konusu istatistiksel değerler EvIEWS-13 paket programı kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 3: Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler.

İstatistik	L_PATENT	L_ARASTIRMACI	L_SAVUNMA
Ortalama	7.451132	6.661155	9.494956
Medyan	7.858641	6.687046	9.632651
Maksimum	9.105979	7.880294	9.925098
Minimum	5.135798	5.680241	8.795764
Std. Sapma	1.446187	0.712225	0.345137
Çarpıklık (Skewness)	-0.356807	0.054641	-0.625946
Basıklık (Kurtosis)	1.545180	1.769235	2.013963
Jarque-Bera	3.172778	1.844792	3.068566
Olasılık Değeri	0.204663	0.397565	0.215610
Toplam	216.0828	193.1735	275.3537
Gözlem Sayısı	29	29	29

Tablo 3'te yer alan tanımlayıcı istatistikler, analizde kullanılan tüm değişkenlerin logaritmik formda normal dağılım sergilediğini ($p > 0.05$) ve ekonometrik analiz için uygun bir veri yapısına sahip olduğunu göstermektedir. İnceleme döneminde en yüksek oynaklık (standart sapma) patent başvuruları serisinde gözlenirken, savunma harcamalarının diğer değişkenlere oranla daha stabil bir seyir izlediği anlaşılmaktadır. Ayrıca, tüm serilerin basıklık (kurtosis) değerlerinin 3'ten küçük olması, verilerin uç değerlerden arınmış ve normal dağılıma kıyasla daha basık bir yapı sunduğunu göstermektedir [49].

4.3 Ön Testler ve Model Seçimi

Zaman serisi analizlerinde sahte regresyon (spurious regression) sorununu önlemek ve uygun ekonometrik yöntemi belirlemek amacıyla öncelikle değişkenlerin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda serilere Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller-ADF) birim kök testi uygulanmıştır [50]. Testler hem sabitli model hem de sabitli-trendli model spesifikasyonları altında gerçekleştirilmiştir. ADF testi sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4: ADF birim kök testi sonuçları.

Değişken	Model Türü	Seviye Test İstatistiği	Olasılık	1. Fark Test İstatistiği	Olasılık	Bütünleşme Derecesi	Sonuç
L_PATENT	Sabit	-1.636098	0.4520	-4.454513	0.0015	I(1)	Birinci farkta durağan
	Sabit + Trend	-0.074198	0.9929	-4.890099	0.0027	I(1)	Birinci farkta durağan

Değişken	Model Türü	Seviye Test İstatistiği	Olasılık	1. Fark Test İstatistiği	Olasılık	Bütünleşme Derecesi	Sonuç
L_ARASTIRMACI	Sabit	0.885870	0.9938	-5.259829	0.0002	I(1)	Birinci farkta durağan
	Sabit + Trend	-2.972763	0.1570	-5.210493	0.0002	I(1)	Birinci farkta durağan
L_SAVUNMA	Sabit	-1.806194	0.3699	-5.096918	0.0003	I(1)	Birinci farkta durağan
	Sabit + Trend	-2.152937	0.4958	-5.043649	0.0020	I(1)	Birinci farkta durağan

Tablo 4 incelendiğinde, tüm değişkenlerin seviye değerlerinde birim kök içerdiği ve dolayısıyla durağan olmadığı tespit edilmiştir. Buna karşılık, serilerin birinci farkları alındığında test istatistiklerinin anlamlı hale geldiği ve tüm değişkenlerin durağanlaştığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, modelde kullanılan değişkenlerin tamamının I(1) düzeyinde bütünleşik olduğunu göstermektedir.

Değişkenlerin I(0) ve I(1) düzeylerinde bütünleşik olması ve hiçbir değişkenin I(2) düzeyinde olmaması, Pesaran vd. [41] tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yaklaşımının uygulanabilirliği açısından temel koşulu sağlamaktadır. Bu nedenle elde edilen birim kök testi sonuçları, çalışmada ARDL yönteminin kullanılmasını metodolojik açıdan desteklemektedir.

Birim kök testlerinin ardından ARDL modelinin gecikme yapısı, maksimum gecikme uzunluğu 4

alınarak Akaike Bilgi Kriteri (AIC) üzerinden belirlenmiştir. Değerlendirilen alternatif gecikme kombinasyonları arasında en düşük AIC değerine sahip ARDL(1,0,0) modeli seçilmiştir. Bu gösterimde ilk değer patent başvurularının gecikme uzunluğunu, diğer değerler ise modeldeki sıralarıyla açıklayıcı değişkenlerin gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. Bu yapı, kısa dönem dinamiklerin yanı sıra uzun dönem katsayılarının elde edilmesine ve hata düzeltme mekanizmasının test edilmesine imkân sağlamaktadır.

4.4 Tanısal (Güvenilirlik) Testleri

ARDL modeli ile elde edilen tahmin sonuçlarının güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla çeşitli tanısal testler uygulanmıştır. Bu kapsamda modelde otokorelasyon, değişen varyans, normallik ve parametre kararlılığı sorunlarının bulunup bulunmadığı incelenmiştir. Elde edilen tanısal test sonuçları Tablo 5'te özetlenmektedir.

Tablo 5: ARDL modeli tanısal ve istikrar test sonuçları.

Test Türü	Test Adı	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	H ₀ Hipotezi	Karar	Sonuç
Otokorelasyon	Breusch-Godfrey LM	Obs*R ² = 0.410764	0.8143	Otokorelasyon yoktur	H ₀ Kabul	Otokorelasyon sorunu yok
Değişen Varyans	Breusch-Pagan-Godfrey	Obs*R ² = 2.098365	0.5522	Sabit varyans vardır	H ₀ Kabul	Değişen varyans yok
Normallik	Jarque-Bera	0.103406	0.9496	Hatalar normal dağılır	H ₀ Kabul	Normal dağılım sağlanmıştır.
Parametre Kararlılığı	CUSUM	Grafiksel Test	%5 sınır içinde	Katsayılar stabildir	Kabul	Yapısal kırılma yok
Varyans Kararlılığı	CUSUMSQ	Grafiksel Test	%5 sınır içinde	Varyans stabildir	Kabul	Model istikrarlı

Tanısallık testi sonuçları incelendiğinde, Breusch-Godfrey LM testi olasılık değerinin 0.05'in üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu sonuç, hata terimlerinde otokorelasyon sorunu bulunmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle modelde ardışık bağımlılık problemi tespit edilmemiştir.

Breusch-Pagan-Godfrey testi sonucunda elde edilen olasılık değeri de 0.05'in üzerindedir. Bu bulgu, hata terimlerinin sabit varyansa sahip olduğunu ve modelde değişen varyans (heteroskedastisite) sorununun bulunmadığını ortaya koymaktadır. Böylece tahmin edilen katsayıların varyans açısından güvenilir olduğu söylenebilir.

Jarque-Bera normallik testi sonuçlarına göre hata terimleri normal dağılım varsayımını sağlamaktadır. Olasılık değerinin yüksek çıkması, artıkların normal dağıldığını ve model sonuçlarının klasik varsayımlar açısından uygun olduğunu göstermektedir.

Model kararlılığı açısından uygulanan CUSUM ve CUSUMSQ testleri, katsayıların ve varyans yapısının analiz dönemi boyunca istikrarlı

olduğunu ortaya koymaktadır. Her iki testte de grafiksel değerlerin %5 anlamlılık sınırları içerisinde kalması, modelde yapısal kırılma veya parametre istikrarsızlığı bulunmadığını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tanısallık testi sonuçları ARDL modelinin ekonometrik varsayımları büyük ölçüde sağladığını ve tahmin sonuçlarının güvenilir nitelikte olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, elde edilen kısa ve uzun dönem katsayılarının politika çıkarımları açısından kullanılabilir olduğunu desteklemektedir.

4.5 Bulgular

Bu bölümde, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri ortaya koymak amacıyla ARDL yaklaşımından elde edilen ampirik bulgular değerlendirilmektedir. İlk aşamada değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunup bulunmadığı sınır testi yardımıyla incelenmiştir. Ardından seçilen ARDL modeline ait kısa dönem katsayıları, uzun dönem katsayı tahminleri ve hata düzeltme mekanizmasına ilişkin sonuçlar analiz edilmiştir.

Tablo 6: ARDL sınır (Bounds) testi sonuçları.

Model Türü	F-İstatistiği	Kritik Değerler						Nihai Karar	Uzun Dönem İlişki
		%10 I(0)	%10 I(1)	%5 I(0)	%5 I(1)	%1 I(0)	%1 I(1)		
ARDL	9.889	2.915	3.695	3.538	4.428	5.155	6.265	H ₀ Red	Var

ARDL sınır testi sonuçları, hesaplanan F-istatistiğinin tüm kritik üst sınır değerlerini aştığını göstermektedir. Bu bulgu, modelde yer alan değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü bir uzun dönem eşbütünleşme

ilişkisinin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, patent üretimi, savunma harcamaları ve araştırmacı sayısı uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenlerdir.

Tablo 7: ARDL(1,0,0) modeli tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
L_PATENT(-1)	0.877527	0.121573	7.218124	0.0000
L_ARASTIRMACI	0.023348	0.192364	0.121376	0.9044
L_SAVUNMA	0.391060	0.225505	1.734150	0.0957
C	-2.833321	2.153275	-1.315820	0.2007
Model İstatistikleri				
R ²			0.992420	
Düzeltilmiş R ²			0.991472	
F-İstatistiği			1047.403	
Prob(F)			0.0000	
Durbin-Watson			2.135776	
AIC			-1.120396	

Sınır testi sonrasında, farklı gecikme kombinasyonları arasında en düşük Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değerine sahip olması nedeniyle en uygun model ARDL (1,0,0) olarak belirlenmiştir. Kısa dönem katsayı sonuçları incelendiğinde, bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin pozitif ve yüksek düzeyde anlamlı olduğu görülmektedir ($\beta = 0.877527$, $p < 0.01$). Bu durum, patent üretim sürecinin geçmiş dönem performansından güçlü biçimde etkilendiğini ve teknolojik üretimde

süreklilik unsurunun önemli olduğunu göstermektedir.

Savunma harcamalarının kısa dönem katsayısı pozitif ve yalnızca %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Modelin logaritmik yapısı gereği, diğer koşullar sabitken savunma harcamalarındaki %1’lik artış, kısa dönemde patent başvurularında yaklaşık %0,39’luk artışla ilişkilidir.

Tablo 8: Uzun dönem katsayı tahmini.

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
L_ARASTIRMACI	0.191	1.397	0.136	0.893
L_SAVUNMA	3.193	1.432	1.438	0.163
C	-23.134	11.760	-1.967	0.060

Uzun dönem katsayı tahminleri incelendiğinde, savunma harcamalarının patent üretimi ile pozitif yönlü bir ilişki sergilediği, ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Savunma harcamalarının uzun dönem katsayısı pozitif olmakla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla mevcut model kapsamında uzun dönemli pozitif ilişkiyi destekleyen yeterli istatistiksel kanıt elde edilememiştir. Bu sonuç, ilişkinin bulunmadığını kanıtlamadığı gibi, teknolojik dışsallıkların varlığını da doğrudan göstermemektedir.

Araştırmacı sayısına ilişkin katsayının da pozitif işaret taşıdığı görülmektedir. Ancak bu değişkenin istatistiksel olarak anlamsız olması, Ar-Ge insan kaynağındaki niceliksel artışın tek başına patent üretimini artırmak için yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, inovasyon performansında kurumsal yapı, Ar-Ge verimliliği, teknoloji altyapısı ve bilgi üretim kapasitesi gibi tamamlayıcı unsurların önemini göstermektedir.

Tahmin edilen ARDL modelinden elde edilen uzun dönem ilişki şu şekilde yazılabilir:

$$L_PATENT_t = -23.13427 + 0.19064 L_ARASTIRMACI_t + 3.19303 L_SAVUNMA_t + u_t \quad (3)$$

Uzun dönem denkleminde yer alan katsayıların pozitif işaret taşıması, savunma harcamaları ile Ar-Ge kapasitesindeki artışların teorik olarak patent üretimini destekleyebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, katsayıların istatistiksel açıdan anlamlı bulunmaması,

teknoloji üretim sürecinin yalnızca harcama ve araştırmacı sayısı ile açıklanamayacağını; kurumsal etkinlik, inovasyon politikaları ve bilgi transfer mekanizmalarının da belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 9: ARDL(1,0,0) hata düzeltme modeli tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
COINTEQ(-1)	-0.122473	0.018359	-6.670992	0.0000
$\Delta L_ARASTIRMACI$	0.023348	0.192364	0.121376	0.9044
$\Delta L_SAVUNMA$	0.391060	0.225505	1.734150	0.0957
C	-2.833321	2.153275	-1.315820	0.2007
Model İstatistikleri				
R ²			0.215507	
Düzeltilmiş R ²			0.117445	
F-İstatistiği			2.197670	
Prob(F)			0.114463	
Durbin-Watson			2.135776	

Hata düzeltme modeli sonuçları, uzun dönem ilişkisi destekler niteliktedir. Özellikle hata düzeltme teriminin [COINTEQ(-1)] negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması ($\beta = -0.122473$, $p < 0.01$), kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin uzun dönemde yeniden dengeye yakınsadığını göstermektedir. Bu katsayıya göre sistemde meydana gelen kısa dönem sapmaların yaklaşık %12'si bir sonraki dönemde giderilmektedir. Bu durum, modelin istikrarlı bir yapıya sahip olduğunu ve kısa dönem şoklarının kalıcı etki yaratmadığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışma bulguları savunma harcamalarının Türkiye'de patent üretimi üzerinde kısa ve uzun dönemde destekleyici bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Buna karşılık araştırmacı sayısının etkisinin zayıf kalması, teknoloji politikalarında yalnızca niceliksel artışa değil, niteliksel dönüşüme ve kurumsal kapasiteye de odaklanılması gerektiğine işaret etmektedir.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Savunma sektörü her bir devlet için hem beka hem de ekonomik rekabet açısından kritik ve stratejik bir öneme sahiptir. Diğer sektörleri de kapsayan yapısı, yüksek yatırım maliyetleri, ulusal güvenliğe doğrudan etkisi, iç ve dış pazar ile olan etkileşimi nedeniyle bir milli güç unsuru olarak kabul görmektedir. Rekabetin yüksek olduğu bu sektör sürekli gelişimden etkilenmekte ve teknoloji ile iç içe olması nedeniyle stratejik bir güç olarak özellikle kaynakların kısıtlı olmasına rağmen yüksek harcamalara sebebiyet verdiği değerlendirilmektedir. Savunma harcamaları; personel, operasyonlar, tedarik, Ar-Ge, inşaat ve askeri yardım gibi çok boyutlu bir yapıya sahiptir.

Savunma sektörünün teknoloji yoğun yapısı, yalnızca askeri kapasitenin geliştirilmesiyle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda inovasyon, bilgi üretimi ve teknolojik dönüşüm süreçleri üzerinde de önemli etkiler oluşturmaktadır.

Özellikle savunma sanayiinde gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri, çift kullanımlı (dual-use) teknolojiler aracılığıyla sivil sektörlere bilgi ve teknoloji transferi sağlayabilmekte; bu durum patent üretimi, yüksek katma değerli üretim ve ulusal inovasyon kapasitesi açısından stratejik sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle savunma harcamalarının yalnızca güvenlik perspektifiyle değil, aynı zamanda teknoloji üretimi ve ekonomik rekabet gücü üzerindeki etkileri bakımından da değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bu çerçevede çalışmada, Türkiye ekonomisinde savunma harcamaları, Ar-Ge araştırmacı kapasitesi ve patent sayısı arasındaki ilişkiler 1995–2023 dönemi yıllık verileri kullanılarak ARDL sınır testi yaklaşımı kapsamında analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermiştir. Bounds testi sonucunda elde edilen F-istatistiğinin kritik üst sınır değerlerini aşması, savunma harcamaları, araştırmacı sayısı ve patent sayısının uzun dönemde birlikte hareket ettiğini ortaya koymaktadır.

Ampirik bulgular, savunma harcamalarının kısa dönemde patent sayısı üzerinde pozitif yönlü ve sınırlı düzeyde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, savunma sektörüne yönelik kamu harcamalarının teknoloji üretimi üzerinde belirli ölçüde teşvik edici bir rol oynayabildiğini ortaya koymaktadır. Özellikle savunma sanayiinin yüksek teknoloji yoğun yapısı, çift kullanımlı teknolojiler üretmesi ve bilgi yayılımı mekanizmaları yoluyla sivil sektörlere teknoloji transferi sağlayabilmesi bu ilişkinin temel açıklayıcı unsurlarından biri

olarak değerlendirilebilir. Savunma Ar-Ge faaliyetlerinin iletişim teknolojileri, yazılım sistemleri, elektronik altyapı, yapay zekâ ve ileri üretim teknolojileri gibi alanlarda oluşturduğu bilgi birikimi, uzun vadede inovasyon kapasitesini destekleyen önemli dışsallıklar yaratabilmektedir.

Bununla birlikte uzun dönem katsayı tahminleri, savunma harcamaları ile patent sayısı arasındaki ilişkinin pozitif olmasına rağmen istatistiksel olarak güçlü biçimde doğrulanmadığını göstermektedir. Bu durum, savunma harcamalarının tek başına teknoloji üretimini otomatik olarak artırmadığını; etkin sonuçların ortaya çıkabilmesi için kurumsal kapasite, teknoloji transfer mekanizmaları, üniversite-sanayi iş birliği, nitelikli insan kaynağı ve inovasyon ekosisteminin bütüncül biçimde işlemesi gerektiğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, savunma harcamalarının inovasyona katkısı yalnızca harcama miktarına değil, bu kaynakların hangi alanlara yönlendirildiğine ve ne ölçüde verimli kullanıldığına bağlıdır.

Araştırmacı sayısına ilişkin bulgular da dikkat çekicidir. Ar-Ge araştırmacı kapasitesinin teorik olarak patent üretimini desteklemesi beklenmesine rağmen, elde edilen katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olmaması, Türkiye’de araştırmacı sayısındaki niceliksel artışın doğrudan patent performansına dönüşmediğini göstermektedir. Bu durum, inovasyon sisteminde yalnızca araştırmacı sayısının artırılmasının yeterli olmadığını; araştırmacıların teknoloji geliştirme süreçlerine entegrasyonu, araştırma altyapısı, finansman kapasitesi, patent teşvik sistemi ve özel sektör Ar-Ge iş birliklerinin de belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle patent üretiminde kalite odaklı Ar-Ge yaklaşımının, ticarileşebilir bilgi üretiminin ve yüksek katma değerli teknoloji alanlarının önem taşıdığı değerlendirilmektedir.

Hata düzeltme modeli sonuçları ise sistemin uzun dönem denge yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların zaman içerisinde yeniden dengeye yakınsadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, modelin istikrarlı bir yapıya sahip olduğunu ve savunma harcamaları ile teknoloji üretimi arasındaki ilişkinin geçici dalgalanmalardan ziyade uzun dönemli yapısal dinamiklerle şekillendiğini göstermektedir.

Çalışmanın bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de savunma sanayiinin teknoloji üretimi açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Özellikle savunma sektörünün yüksek teknoloji yoğun yapısı, bilgi üretme kapasitesi ve stratejik yatırım niteliği dikkate alındığında, bu alanın inovasyon politikalarının merkezinde yer aldığı görülmektedir. Ancak mevcut bulgular, teknoloji üretim sürecinin yalnızca savunma harcamalarının artırılmasıyla sürdürülebilir biçimde geliştirilemeyeceğini; kurumsal kalite, Ar-Ge verimliliği, eğitim altyapısı ve bilgi transfer mekanizmalarının da güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Politika açısından savunma ve sivil Ar-Ge kaynaklarının dağılımında güvenlik gereksinimleri, fırsat maliyetleri ve olası teknolojik tamamlayıcılıklar birlikte değerlendirilmelidir. Savunma projelerinde geliştirilen teknolojilerin sivil uygulamalara aktarılmasını desteklemek amacıyla, güvenlik ve

fikrî mülkiyet koşulları gözetilerek ortak araştırma altyapıları, teknoloji transfer ofisleri ve lisanslama mekanizmaları geliştirilebilir. Araştırmacı insan kaynağı bakımından ise uzmanlaşmış eğitim programları, üniversite–sanayi ortak araştırma projeleri ve kurumlar arası araştırmacı hareketliliği desteklenebilir. Bu öneriler çalışmanın kuramsal çerçevesine dayanmaktadır; mevcut model, söz konusu uygulamaların etkinliğini veya savunma ve sivil Ar-Ge arasındaki optimal bütçe dağılımını doğrudan belirlememektedir.

Sonuç olarak çalışma, savunma harcamalarının teknoloji üretimi üzerinde tamamen etkisiz olmadığını; ancak bu etkinin doğrudan ve otomatik biçimde ortaya çıkmadığını göstermektedir. Savunma sanayiinin inovasyon kapasitesine katkısının sürdürülebilir hale gelebilmesi için teknoloji politikaları, Ar-Ge altyapısı, insan kaynağı ve kurumsal yapıların eş zamanlı biçimde geliştirilmesi gerekmektedir. Böylece savunma sektöründe ortaya çıkan bilgi birikimi yalnızca askeri alanla sınırlı kalmayacak, sivil sektörlerle yayılarak ekonomik büyüme, yüksek katma değerli üretim ve uluslararası rekabet gücü üzerinde daha güçlü etkiler oluşturabilecektir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENTS)

Bu araştırma hiçbir dış finansman almamıştır.

YAZAR KATKILARI (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Bilal ÖZDEN: Araştırma, Veri düzenleme, Kavramsal tasarım, Analiz, Yazma - Taslak.

Memduh BEGENİRBAŞ: Kavramsal tasarım, Metodoloji, Yazma - Gözden geçirme ve Düzenleme, Onaylama.

ÇIKAR ÇATIŞMALARI (CONFLICTS OF INTEREST)

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Ş. Canbay, “Türkiye’de Savunma Harcamaları ile Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) Harcamalarının İktisadi Büyümeye Etkisinin Kısa ve Uzun Dönemli Analizi”, *Savunma Bilimleri Dergisi*, cilt. 19, no. 1, ss. 1-24, 2020.
- [2] SIPRI, “Global military spending surges amid war, rising tensions and insecurity”, <https://www.sipri.org/media/press-release/2024/global-military-spending-surges-amid-war-rising-tensions-and-insecurity>, 2024. (Erişim Tarihi: 15.10.2026).
- [3] İ. Dağlı ve Z. Ezanoğlu, “Ar-Ge, Patent ve İleri Teknoloji İhracatının Ekonomik Büyümeye Etkileri: OECD Ülkeleri İçin Dinamik Panel Veri Analizi”, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, cilt. 10, no. 1, ss. 438-460, 2021. <https://doi.org/10.15869/itobiad.780229>
- [4] J. W. Ward, “Does Defense R&D Boost or Bust Innovation? An Examination of Defense R&D Budget and Patenting,” Yüksek Lisans Tezi, Graduate School of Arts & Sciences, Georgetown University, Washington, DC, ABD, 2008.
- [5] V. M. Carvalho ve M. Draca, “Cascading innovation”, AEA Annual Meeting, Philadelphia, PA, United States. <https://www.aeaweb.org/conference/2018/preliminary/paper/KyyYbRhF>, 2018. (Erişim Tarihi: 15.10.2026).
- [6] P. C. Neves, O. Afonso, D. Silva ve E. Sochirca, “The link between intellectual property rights, innovation, and growth: A meta-analysis”, *Economic Modelling*, cilt. 97, ss. 196–209, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.01.019>
- [7] L. Hang, W. Lu, X. Ge, B. Ye, Z. Zhao ve F. Cheng, “R&D innovation, industrial evolution and the labor skill structure in China manufacturing”, *Technological Forecasting and Social Change*, cilt. 204, ss. 1–13, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123434>
- [8] L. Chen ve J. Wang, “Intellectual property protection, R&D investment and digital technology innovation: An empirical study based on the revision of the patent law”, *International Review of Economics & Finance*, cilt. 103, s. 104320, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104320>
- [9] P. M. Romer, “Endogenous technological change”, *Journal of Political Economy*, cilt. 98, no. 5, ss. 71–102, 1990.
- [10] P. Aghion ve P. Howitt, “A model of growth through creative destruction”, *Econometrica*, cilt. 60, no. 2, ss. 323–351, 1992. <https://doi.org/10.2307/2951599>
- [11] G. M. Grossman ve E. Helpman, “Innovation and growth in the global economy”, MIT Press, 1991.
- [12] Z. Griliches, “Patent statistics as economic indicators: A survey”, *Journal of Economic Literature*, cilt. 28, no. 4, ss. 1661–1707, 1990.
- [13] OECD, “OECD patent statistics manual”, OECD Publishing, 2009. <https://doi.org/10.1787/9789264056442-en>

- [14] D. C. Mowery, "Military R&D and innovation", *Handbook of the Economics of Innovation*, cilt. 2, ss. 1219–1256, 2010. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02005-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02005-X)
- [15] World Bank, "World Development Report 2020: Trading for development in the age of global value chains", World Bank Publications, 2020.
- [16] D. G. Krutka, "Technology", In D. G. Krutka, A. M. Whitlock, & M. Helmsing (Eds.), *Keywords in the social studies: Concepts and conversations* (ss. 279–292). Peter Lang, 2018.
- [17] J. A. Schumpeter, "The Theory of Economic Development", Harvard University Press, 1934.
- [18] M. Begenirbaş, "Teknoloji Nedir", H. O. Yeloğlu, S. Çakır, & N. Yıldırım içinde, *Teknoloji Yönetimi*, Ankara, Arkadaş Yayınevi, 2022.
- [19] OECD, "Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development", OECD Publishing, 2015.
- [20] National Science Foundation, "Definitions of Research and Development: An Annotated Compilation of Official Sources", 2018. <https://www.nsf.gov/statistics/randdef/rd-definitions.pdf> (Erişim Tarihi: 06.05.2026).
- [21] I. Ting, Q. Kweh, H. Lean ve J. Ng, "Ownership Structure and Firm Performance: The Role of R&D", *Institutions and Economies*, cilt. 8, no. 4, ss. 1-21, 2016.
- [22] M. Begenirbaş ve A. Gürsoy, "Savunmada Teknoloji ve Yenilik", *Strateji ve Güvenlik Alanında Temel ve Güncel Yaklaşımlar içinde*, M. Begenirbaş, R. Can Yalçın ve S. Yenal, Ed., Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, ss. 221–270, 2020.
- [23] UNESCO, "UNESCO Science Report: The Race Against Time for Smarter Development", UNESCO Publishing, 2021.
- [24] R. E. Lucas, "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, cilt. 22, no. 1, ss. 3–42, 1988.
- [25] W. M. Cohen ve D. A. Levinthal, "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, cilt. 35, no. 1, ss. 128–152, 1990.
- [26] M. Begenirbaş, "Savunma Yönetimi ve Planlaması", Ankara: Nobel, 2022.
- [27] S. Perlo-Freeman, "Monitoring military expenditure", Stockholm International Peace Research Institute. <https://www.sipri.org/commentary/topical-background/2017/monitoring-military-expenditure>, 2017. (Erişim Tarihi: 15.10.2026).
- [28] G. Kumar, "Countries military expenditures: Definitions and determinants", *Economic Affairs*, cilt. 62, no. 4, ss. 647-654, 2017.
- [29] M. Sinha, A. R. Chaudhury ve P. P. Sengupta, "Dynamics of Public Expenditure on Defense and Economic Growth Pattern in Developed and Developing Countries", *Handbook of Research on Military Expenditure on Economic and Political Resources*, 13, 2018.

- [30] E. Benoit, "Defense and economic growth in developing countries", Lexington, MA: Lexington Books, 1973.
- [31] E. Benoit, "Growth and defense in developing countries", *Economic Development and Cultural Change*, cilt. 26, no. 2, ss. 271–280, 1978. <https://doi.org/10.1086/451015>
- [32] E. Weede, "Military participation ratios, human capital formation, and economic growth: A cross-national analysis", *Journal of Political and Military Sociology*, cilt. 11, ss. 11–19, 1983.
- [33] J. S. Cohen, R. Stevenson, A. Mintz ve M. D. Ward, "Defense expenditures and economic growth in Israel: The indirect link", *Journal of Peace Research*, cilt. 33, no. 3, ss. 341–352, 1996.
- [34] M. Ward, A. Cochran, D. Davis, M. Penubarti ve S. Rajmaira, "Economic growth, investment, and military spending in India, 1950–88", S. Chan ve A. Mintz (Ed.), *Defense, welfare, and growth*. London: Routledge, 1992.
- [35] B. Biswas, "Defense spending and economic growth in developing countries", Boulder, CO: West View Press, 1993.
- [36] P. Yakovlev, "Arms trade, military spending, and economic growth", *Defence and Peace Economics*, cilt. 18, no. 4, ss. 317–338, 2007. <https://doi.org/10.1080/10242690601099679>
- [37] R. C. Yalçın, Y. Gökmen, M. Begenirbaş ve H. Ö. Tuca, "Is There Any Relationship Between Military Expenditure And Arms Transfer? A Research For The Period 2000-2019", *SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi*, cilt. 30, no. 2, ss. 227-252, 2020.
- [38] S. E. Özcan ve P. Özer, "Ar-Ge Harcamaları ve Patent Başvuru Sayısının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, cilt. 18, no. 1, ss. 15-28, 2018.
- [39] J. L. Furman, M. E. Porter ve S. Stern, "The determinants of national innovative capacity", *Research Policy*, cilt. 31, no. 6, ss. 899–933, 2002.
- [40] M. H. Pesaran ve Y. Shin, "An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis", In S. Strom (Ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium* (ss. 371–413). Cambridge University Press, 1999.
- [41] M. H. Pesaran, Y. Shin ve R. J. Smith, "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships", *Journal of Applied Econometrics*, cilt. 16, no. 3, ss. 289–326, 2001. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- [42] E. Nkoro ve A. K. Uko, "Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: Application and interpretation", *Journal of Statistical and Econometric Methods*, cilt. 5, no. 4, ss. 63–91, 2016.
- [43] H. Akaike, "A new look at the statistical model identification", *IEEE Transactions on Automatic Control*, cilt. 19, no. 6, ss. 716–723, 1974. <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>

[44] P. K. Narayan ve R. Smyth, “What determines migration flows from low-income to high-income countries? An empirical investigation of Fiji–US migration, 1972–2001”, *Contemporary Economic Policy*, cilt. 24, no. 2, ss. 332–344, 2006. <https://doi.org/10.1093/cep/byj019>

[45] Türk Patent ve Marka Kurumu, “Patent istatistikleri veri tabanı”, <https://www.turkpatent.gov.tr>, 2025. (Erişim Tarihi: 15.10.2026).

[46] SIPRI, “Military expenditure database”, <https://www.sipri.org/databases/milex>, 2025. (Erişim Tarihi: 15.10.2026).

[47] World Bank, “World development indicators database”, <https://data.worldbank.org>, 2025. (Erişim Tarihi: 15.10.2026).

[48] OECD, “Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database”, OECD Publishing, 2024. <https://doi.org/10.1787/data-00182-en>

[49] D. N. Gujarati ve D. C. Porter, “Basic Econometrics,” 5. baskı. McGraw-Hill, 2009.

[50] D. A. Dickey ve W. A. Fuller, “Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root”, *Journal of the American Statistical Association*, cilt. 74, no. 366a, ss. 427–431, 1979. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.1048253>