



# SATIŞ BÜYÜMESİ VE AR-GE YOĞUNLUĞU BAĞLAMINDA BİST İMALAT SEKTÖRÜ ŞİRKETLERİNİN PANEL VAR ANALİZİ İLE İNCELENMESİ<sup>1</sup>

Bekir ZENGİN <sup>2</sup>

## Öz

Bu çalışmada, satış büyümesi ve Ar-Ge yoğunluğu arasındaki ilişki panel VAR yöntemiyle araştırılmıştır. Bu amaçla, Borsa İstanbul imalat sektöründe araştırma ve geliştirme gideri olan 60 şirketin 2006-2022 yılları arası verileri kullanılarak analiz yapılmıştır. İlk olarak hangi birim kök testlerinin uygulanmasının uygun olduğunu belirlemek amacıyla birimler arası korelasyon testine bakılmış ve buna göre uygun birim kök testleri seçilerek durağanlık analizi yapılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testlerinin ardından en uygun gecikme uzunluğu belirlenerek satış büyümesi ve Ar-Ge yoğunluğu arasındaki ilişki panel VAR analizi kapsamında ileri ortogonal sapmalar genelleştirilmiş momentler tahmincisi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Ar-Ge yoğunluğunun birinci gecikmesi satış büyümesini açıklamada anlamlıdır. Diğer yandan, Ar-Ge yoğunluğunun her iki gecikmesi ise Ar-Ge yoğunluğunu açıklamada anlamlı görülmektedir. Varyans ayrıştırmasına göre ise son gecikmede satış büyümesine ilişkin öngörü hata varyansının yaklaşık %20'si Ar-Ge yoğunluğu değişkeninde, yaklaşık %79'u ise kendisinde meydana gelen şoklarla belirlenirken diğer taraftan son gecikmede Ar-Ge yoğunluğuna ait öngörü hata varyansının yaklaşık %79'u satış büyümesinde, %21'i ise kendisinde meydana gelen şoklar tarafından belirlenmektedir.

**Anahtar Kelimeler** : İmalat, Satış Büyümesi, Ar-Ge yoğunluğu, Panel VAR, Etki-Tepki Analizi.

**JEL Sınıflandırması** : L6, O3, F65, M1.

<sup>1</sup> Bu çalışma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi ev sahipliğinde 08-10 Temmuz 2024 tarihinde düzenlenen 3. Uluslararası Sigortacılık Bankacılık ve Finans sempozyumunda "Satış Büyümesi ve Ar-Ge Yoğunluğu Bağlamında BİST İmalat Sektörü Şirketlerinin Geleceği: Panel VAR Analizi" şeklinde özet bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>2</sup> Arş. Gör. Dr., Tarsus Üniversitesi Finans ve Bankacılık Bölümü, bekirzengin@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7572-5290.

## Atıf/Citation (APA 6):

Zengin, B. (2024). Satış büyümesi ve ar-ge yoğunluğu bağlamında BİST imalat sektörü şirketlerinin panel veri analizi ile incelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(4), 976-987. <http://doi.org/10.25287/ohuiibf.1515119>.

# A PANEL VAR ANALYSIS OF BIST MANUFACTURING SECTOR COMPANIES IN THE CONTEXT OF SALES GROWTH AND R&D INTENSITY

## Abstract

*In this study, the relationship between sales growth and R&D intensity is examined using the panel VAR method. For this reason, the data of 60 companies with research and development expenditures in the manufacturing sector of Borsa Istanbul for the period 2006-2022 have been analyzed. Firstly, in order to determine which unit root tests are appropriate to be applied, cross-sectional dependence are examined and accordingly, appropriate unit root tests are selected and stationarity analysis is performed. Following the cross-section dependence and unit root tests, the optimal lag length is determined and the relationship between sales growth and R&D intensity is analyzed using the generalized moments estimator within the scope of panel VAR analysis. According to the findings, the first lag of R&D intensity is significant in explaining sales growth. On the other hand, both lags of R&D intensity are significant in explaining R&D intensity. According to the results of the variance decomposition test, approximately 20% of the forecast error variance of sales growth at the last lag is determined by the shocks occurring in the R&D intensity variable and approximately 79% of it is determined by the shocks occurring in itself. On the other hand, approximately 79% of the forecast error variance of R&D intensity at the last lag is determined by shocks to sales growth and 21% by shocks to R&D intensity itself.*

**Keywords** : Manufacturing, Sales Growth, R&D intensity, Panel VAR, Impulse-Response Analysis.

**JEL Classification** : L6, O3, F65, M1.

## GİRİŞ

Gelişmiş ülkeler ekonomik performanslarını ve rekabet güçlerini yeni teknolojik alanlara ve yüksek katma değer sağlayan mal ve hizmetlere yöneltmişlerdir. Burada temel amaç, diğer ülkelerde yer alan pazarlarını korumak ve devam ettirmektir. Ancak, yüksek katma değerli mal ve hizmet üretimi için belirli ölçülerde yatırıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yatırımlar hem devletler için hem de şirketler için büyük öneme sahip olan Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) yatirimını kapsamaktadır (Sözen ve Şengür, 2023). Buna bağlı olarak, şirketlerin Ar-Ge yoluyla yeni ve katma değerli bilgi üreterek endüstriyel alanlarına ve ekonomik büyümelerine katkı sağlamaları da mümkündür (Nguyen ve Pham, 2011). Burada firmaların Ar-Ge yatirimını konusunda aldıkları stratejik kararlara bağlı olarak ne kadar Ar-Ge harcaması yapılması gerektiği sorusu pek çok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Bu karar, firmalar arasında gerçekleştirilen uzun müzakereler sonucu oluşmaktadır. Şirketler Ar-Ge getirilerini önceden bilmedikleri için fayda-maliyet analizinden ziyade davranışsal faktörler ve iş sevgileri daha önemli olmaktadır. Dolayısıyla, Ar-Ge yatirimının bir bilimden ziyade bir sanat işi olduğunu ifade etmek yanlış olmayacaktır (Alexander Coad ve Rao-Nicholson, 2007).

Ar-Ge harcamalarının satış büyümesine etkisini araştıran Scherer (1965) Ar-Ge'nin satış büyümesi yoluyla kârlılığı olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan, Ehie & Olibe Ar-Ge faaliyetlerinin ilk olarak üretim maliyetlerini düşürdüğünü ardından firmaların satışlarını ve kar marjını etkilediğini ifade etmiştir (Ehie & Olibe'den aktaran Altunal & Karaş (2017). Ar-Ge'ye yapılan yatirimlar öncelikle verimlilik artışına ardından da büyümeye yol açmaktadır (Romer, 1990). Dahası, Xie & Huang (2023) Ar-Ge faaliyetleri ile bilimsel bulguların kalitesi arasında çift yönlü ilişki bulunduğunu ve Ar-Ge faaliyetleri büyümeyi teşvik ederken, büyüme de yüksek araştırma üretimini teşvik ettiğini belirtmiştir. Çalışmada, Borsa İstanbul imalat sanayi sektöründe işlem gören özellikle Ar-Ge gideri olan şirketlerin araştırma ve geliştirme yoğunluğu ile satış büyümesi arasındaki ilişki Panel VAR analizi ile araştırılmıştır. Literatüre bakıldığında, Işık, Engeloğlu & Kılınç (2016) Borsa İstanbul'da imalat sektöründe işlem gören firmaların Ar-Ge ile satışlar arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında Ar-Ge harcamalarının satışları pozitif etkilediğini tespit etmiştir. Ar-Ge harcamalarının kısa ve uzun dönem etkisini Borsa İstanbul'da yer alan şirketler üzerinde inceleyen Kiracı, Çelikay &

Şengül Çelikay (2016) Ar-Ge harcamalarının firma performansını kısa dönemde etkilemese de uzun dönemde güçlü ve pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Diğer taraftan İltaş & Bulut (2017) Ar-Ge giderleri ile net satış hasılatı arasındaki nedensellik ilişkisini incelediği çalışmalarında sektörlere göre çeşitli sonuçlar elde etmişlerdir. Örneğin tekstil sanayinde Ar-Ge giderleri, net satış hasılatının nedeni olduğunu ortaya koymuşlardır. Genel olarak literatür değerlendirildiğinde bu çalışmanın literatürden farklılığı kapsamlı bir analizle ortaya çıkmaktadır. Literatürde genel olarak eşbütünleşme ve nedensellik analizlerine yer verilirken bu çalışmada varyans analizi ve etki-tepki fonksiyonları gibi farklı bir yöntem başvurulmuştur. Bu noktada, Borsa İstanbul'da işlem gören 60 adet imalat şirketinin satış büyümesi ile Ar-Ge yoğunluğu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla, 2006-2022 yılları arasında Ar-Ge gideri olan imalat şirketleri analize dâhil edilmiştir. Çalışma Ar-Ge yoğunluğu ile satış büyümesi arasında çift yönlü bir ilişkiyi irdeleyerek etki-tepki analizi ve varyans ayrıştırması ile daha dinamik bir analiz sonucunda literatüre farklı bir bakış açısı sunması amaçlanmıştır. Ayrıca Türkiye özelinde uzun bir dönemi (2006-2022) ele alarak ülke özelinde daha güncel ve kapsamlı bir analiz ortaya koymaktadır.

Bu çalışma giriş kısmından sonra üç aşamadan oluşmaktadır. İlk kısımda literatür, ikinci kısımda ver ve yöntem, üçüncü kısımda ise bulgular yer almaktadır.

## I. İLGİLİ LİTERATÜR

Literatürdeki çalışmalar ulusal ve uluslararası olmak üzere iki gruba ayrılarak değerlendirme yapılmıştır. Ulusal çalışmalara bakıldığında, Ar-Ge harcamasının etkisinin sektöre göre değişkenlik gösterebileceği, ancak genellikle uzun vadede olumlu sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, bu araştırmalar Ar-Ge'nin firma performansı, satışlar ve ihracat gibi farklı finansal göstergeler üzerindeki etkisini inceleyerek, literatür açısından çok çeşitli bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Uluslararası çalışmalara bakıldığında ülke ve sektörler açısından Ar-Ge yatırımlarının vazgeçilmez olduğu ve bu yatırımların firma performansı ve ekonomik gelişme açısından kritik öneme sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Literatürde yer alan çalışmalar şu şekildedir:

Ulusal çalışmalara bakıldığında Dikici & Gürdal (2021) BİST'te işlem gören şirketlerin Ar-Ge giderleri ile kârlılık ve büyüme ilişkisini 2005-2019 yılları için araştırdıkları çalışmalarında Ar-Ge yoğunluğundan aktiflerdeki büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu ve bunun pozitif ilişki ile desteklendiği diğer yandan Ar-Ge yoğunluğundan aktif kârlılığa doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu ancak bunun negatif bir ilişkiyle ortaya çıktığı belirlenmiştir. Sektörel farklılıkları ortaya koyan bir çalışmada, İltaş & Bulut (2017) Türkiye'de beş sektörün 1996-2013 yılları arası verilerini kullanarak şirketlerin Ar-Ge giderleri ile net satış hasılatını nedensellik analizi ile araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, tekstil sanayinde Ar-Ge giderleri, net satış hasılatının nedeniyken gıda-meşrubat-tütün, metal ve toptan perakende sektöründe ise net satış hasılatı, Ar-Ge'nin nedeni durumundadır. Buna göre, gıda-meşrubat-tütün, metal ve toptan perakende sektöründe net satışlardaki artış Ar-Ge harcamalarına ayrılan payı olumlu etkilediği ancak Ar-Ge giderindeki bu artışın geri besleme etkisinden dolayı net satışı artırmadığı ortaya koyulmuştur. Diğer taraftan tekstil sektöründe ise Ar-Ge harcamalarındaki değişimlerin net satışı değiştirdiği ifade edilmiştir. Işık, Engeloğlu & Kılınc (2016) ise Borsa İstanbul imalat sektöründe işlem gören firmaların Ar-Ge ile firma performansı ve satışlar arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Ar-Ge harcamalarının firma kârlılığına ve satışlara etkisinin pozitif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Teknoloji sektörüne odaklanan Yılmaz Özekenci (2023), BİST teknoloji endeksinde yer alan şirketlerin Ar-Ge harcamalarının finansal performansa ve firma değerine olan etkisini eşbütünleşme yöntemiyle araştırmıştır. Buna göre, Ar-Ge harcamaları ile aktif kârlılık arasında olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Benzer şekilde, Şekeroğlu & Karaboğa (2023) da BİST teknoloji endeksindeki şirketleri incelemiş ve Ar-Ge harcamalarının hem aktif getiri hem de öz kaynak getirisi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan, Polat & Elmas (2016) BİST metal sektöründe yer alan firmaların Ar-Ge yatırımları ile finansal performansı arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmada Ar-Ge yatırımlarının firma performansını negatif etkilediğini ortaya koymuşlardır. Ar-Ge yatırımlarının zaman içindeki etkisini inceleyen Kiracı, Çelikay & Şengül Çelikay (2016) Borsa İstanbul İmalat sektöründe yer alan firmaların Ar-Ge harcamalarının kısa ve uzun

dönem finansal performansına etkisini araştırmışlardır. Ar-Ge harcamaları firma performansını kısa dönemde etkilemese de uzun dönemde güçlü ve pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Savunma sanayi özelinde yapılan bir çalışmada, Kudar (2021) Türk savunma sanayi şirketlerinin satış hasılatı, ihracat ve Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi 1997-2019 yılları için analiz etmiştir. Bulgular, değişkenler arasında kuvvetli pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

Diğer taraftan, uluslararası çalışmalara bakıldığında Scherer (1965) tarafından ABD firmaları üzerinde yapılan araştırmada Ar-Ge ile satışlardaki büyüme ilişkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Ar-Ge harcamalarının satış büyümesi yoluyla şirket kârlılığını pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Coad & Grassano (2019) ise dünyanın en büyük Ar-Ge yatırımlarına sahip şirketlerin verilerini kullanarak Ar-Ge büyümesini etkileyen faktörleri incelemiştir. Bu anlamda Ar-Ge için itici bir güç olan kâr veya piyasa değerinin yükselmesinden ziyade istihdam ve satış yoluyla meydana gelen firma büyümesinin rolü araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, Ar-Ge'yi artırmaya yönelik gerçekleştirilecek kararlar satış ve istihdam artışını sağlamakla olacağı ortaya koyulmuştur. Diğer bir ifadeyle, piyasa kapitalizasyonu veya kâr yerine satış ve istihdamın daha öncelikli olduğu ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Deschryvere (2014) Finlandiya'da küçük ve büyük firmaların Ar-Ge büyümesi ile satış büyümesi arasındaki ilişkiyi vektör otoregresif ile araştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre sadece sürekli ürün ve süreç yeniliği yapan şirketlerin Ar-Ge büyümesi ile satış büyümesi arasında pozitif ilişki olduğu ortaya koyulmuştur. Del Monte & Papagni (2003) ise inovasyon faaliyetleri ile firma satış büyümesini araştırmıştır. Yüksek oranda Ar-Ge'ye bağlı olan şirketlerin ürün pazarında başarılı olduklarından daha yüksek bir büyüme oranına sahip olduğunu savunarak İtalyan imalat şirketleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Elde edilen bulgular, firmaların büyüme oranı ile Ar-Ge yoğunluğu arasında pozitif bir ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Demirel & Mazzucato (2012) ABD ilaç firmalarının 1950-2008 yılları arasındaki verilerini kullanarak inovasyonun firma büyümesini etkileyip etkilemediğini küçük ve büyük firmalar üzerinde araştırmıştır. Ar-Ge'nin firma büyümesini etkilediği ve bunda firma büyüklüğünün, patentlemenin ve patentlemedeki sürekliliğin büyük oranda etkili olduğu gözlemlenmiştir. Alexander Coad, Segarra-Blasco & Teruel (2013) ise İspanyol inovatif firmalarının verilerini kullanarak 2004-2010 yılları için firma büyümesi, inovasyon ve firma yaşı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu amaçla, genç firmaların daha fazla riskli inovasyonları üstlendikleri varsayımından yola çıkarak bu aşamada getiriden ziyade istihdam büyümesine daha eğilimli olduğu ileri sürülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre Ar-Ge yoğunluğunun firma büyümesi ile pozitif ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Daha yakın tarihli çalışmalarda, Xie & Huang (2023) Ar-Ge harcamalarının Çin'in finansal genişlemesine etkisini eşbütünleşme testi ile araştırmıştır. Ar-Ge harcamalarının finansal genişlemeye güçlü bir şekilde etkide bulunduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Gan, Su & Yuwen (2022) Çin ilaç endüstrisinde Ar-Ge yatırımı ile yeni ürünlerin çıktısı arasındaki eşbütünleşme ilişkisini araştırmıştır. Bulgular, Ar-Ge yatırımı ile yeni ürünlerin çıktısı arasında kısa ve uzun dönem ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre Ar-Ge'ye yapılan yatırımların yeni ürün çıktısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

## II. VERİ VE YÖNTEM

### II.I. Veri

Bu çalışma, Borsa İstanbul'da işlem gören 60 adet imalat şirketinin satış büyümesi ((satış büyümesi<sub>t</sub>-satış büyümesi<sub>t-1</sub>)/satış büyümesi<sub>t-1</sub>) ile Ar-Ge yoğunluğu (araştırma ve geliştirme/satışlar) arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu amaçla, 2006-2022 yılları arasında sürekli Ar-Ge gideri olan imalat şirketleri analize dâhil edilmiştir. Ar-Ge Yoğunluğu değişkeni Dikici & Gürdal (2021) tarafından yapılan çalışmadan referans alınırken Satış Büyümesi değişkeni ise Scherer (1965) ve Del Monte & Papagni (2003) tarafından yapılan çalışmalardan referans alınmıştır. İmalat şirket verileri Finnet ve Kamuyu Aydınlatma Platformu sitelerinden temin edilmiştir. Satış büyümesi ile Ar-Ge arasındaki ilişkisinin analizi için Holtz-Eakin, Newey ve Rosen (1988) tarafından öne sürülen ileri ortogonal sapmalar GMM (Genelleştirilmiş Momentler) yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan imalat şirketleri Tablo 1'de şu şekilde sunulmaktadır:

**Tablo 1. Analizde yer alan şirketlerin kodları**

1. ATEKS	2. DARDL	3. KARSN	4. PETKM
5. AKSA	6. DMSAS	7. KRTEK	8. PNSUT
9. ALCAR	10. DEVA	11. KERVT	12. SARKY
13. ALKA	14. DGNMO	15. KLMSN	16. SASA
17. ALKIM	18. DOKTA	19. KORDS	20. PRKAB
21. ASUZU	22. DYOBY	23. KOZAA	24. SKTAS
25. ARCLK	26. EGEEN	27. KRSTL	28. TATGD
29. AYGAZ	30. EGPRO	31. KUTPO	32. TOASO
33. BAKAB	34. EGSER	35. MRSHL	36. TUKAS
37. BANVT	38. EMKEL	39. MNDRS	40. TUPRS
41. BOSSA	42. EREGL	43. NUHCM	44. USAK
45. BRISA	46. FROTO	47. OTKAR	48. ULKER
49. BURCE	50. GENTS	51. OYAKC	52. VESTL
53. BUCIM	54. IHEVA	55. PARSN	56. YATAS
57. CEMTS	58. IPEKE	59. PETKM	60. YUNSA

Kaynak: KAP

## II.II. Yöntem

Değişkenler arasında karşılıklı dinamik ilişkilerin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden biri de panel vektör otoregresif (PVAR) modelleridir. Panel zaman serileri ile çalışılırken PVAR modelleri kullanılarak tahminler yapılabilmektedir. Bu modellerde değişkenlerin geçmiş dönem verileri kullanılarak gelecek tahmini analiz edilebilmektedir. VAR'ın kurulduğu modelde her bir değişkenin, hem kendisinin hem de diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerinin denklemin sağ tarafında yer alarak analizlerin gerçekleştirilebildiği sistem modelleri olarak adlandırılmaktadır (Tatoğlu, 2020, s. 121).

İki denklemlili PVAR modelleri genel olarak şu şekilde kurulabilmektedir:

$$\begin{aligned} \text{Satış Büyümesi}_{it} &= a_0 + \sum_{l=1}^m \beta_1 \text{Satış Büyümesi}_{it-1} + \sum_{l=1}^m \delta_1 \text{ArGe Yoğunluğu}_{it-1} + \mu_i + \mu_{it} \\ \text{ArGe Yoğunluğu}_{it} &= \alpha'_0 + \sum_{l=1}^m \theta_1 \text{Satış Büyümesi}_{it-1} + \sum_{l=1}^m \gamma_1 \text{ArGe Yoğunluğu}_{it-1} + \mu_i + \mu'_{it} \end{aligned}$$

burada Satış Büyümesi ve Ar-Ge Yoğunluğu değişkenlerinin cari değerleri denklemin sol tarafında yer alırken bu değişkenlerin gecikmeli değerleri denklemin sağ tarafında bulunmaktadır. Gecikme uzunluğunu  $m$  ve  $\mu_i$  ise birim etkileri belirtmektedir.

Çalışmanın modeli, Holtz-Eakin, Newey ve Rosen (1988) tarafından öne sürülen ileri ortogonal sapmalar teorisi kullanılarak GMM ile tahmin edilmiştir. Tatoğlu (2020, s. 141) bu teorinin veri kaybını önlediği ve bu yüzden birinci farklar GMM tahmincisine göre daha üstün olduğunu belirtmiştir.

## III.BULGULAR

Çalışmada panel VAR analizi uygulanmadan önce değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını araştırmak amacıyla durağanlık analizi yapılmıştır. Yapılan analizler neticesinde tüm değişkenlerin seviyede durağan olduğu ve bu sebeple seviyede durağan olan değişkenler için eşbütünleşme analizinin yapılmasının anlamlı olmadığına karar verilmiştir. Durağan seriler için

ARMA, VAR gibi modeller kullanılabileceği ve dolayısıyla bu çalışmada da panel VAR analizi uygulanmıştır.

Bulgular kısmında ilk olarak verilere ait betimleyici istatistikler ve korelasyon analizi hakkında bilgiler verilmiştir. Ardından panel VAR analizi tahmin edilmeden önce değişkenlerin birimler arası korelasyonuna bakılmış ve buna göre uygun birim kök testleri tercihi yapılmıştır. PVAR analizinin yapılabilmesi için modele uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla gecikme uzunlukları belirlendikten sonra ileri ortogonal sapmalar GMM tahmincisi ile analiz yapılmıştır. Ardından varyans ayrıştırması ve etki-tepki fonksiyonlarına bakılmıştır.

**Tablo 2. Betimleyici istatistikler**

Değişkenler	Gözlem Sayıları	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Satış Büyümesi	1.020	0.261	0.624	-0.997	14.652
Ar-Ge Yoğunluğu	861	0.008	0.015	1.29e-06	0.335

Tablo 2’de değişkenlere ait betimleyici istatistikler yer almaktadır. Buna göre Satış Büyümesi değişkeni 1.020 gözlem sayısına, Ar-Ge Yoğunluğu değişkeni ise 861 gözlem sayısına sahiptir. Ar-Ge Yoğunluğu düşük ortalamaya ve düşük standart sapmaya sahipken Satış Büyümesi değişkeni yüksek ortalamaya ve yüksek standart sapmaya sahiptir.

**Tablo 3. Korelasyon matrisi**

Değişken	Satış Büyümesi	Ar-Ge Yoğunluğu
Satış Büyümesi	1	
Ar-Ge Yoğunluğu	-0,098	1

Tablo 3’te değişkenlere ait korelasyon katsayıları yer almaktadır. Buna göre Satış Büyümesi ile Ar-Ge Yoğunluğu arasında negatif ve düşük derecede korelasyon ilişkisi bulunmaktadır.

**Tablo 4. Yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testleri**

Değişkenler	Pesaran (2004) CD		Im, Pesaran ve Shin (IPS)	Fisher PP
	Test	P-değeri	Düzyey	Düzyey
Satış Büyümesi	88.89	0.000	-20.73***	53.33***
Ar-Ge Yoğunluğu	1.81	0.070	-4.63***	9.07***

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

Tablo 4’te yatay kesit bağımlılık testi ve birim kök testi sonuçları sunulmaktadır. Tabloda Pesaran CD test sonucuna göre Satış Büyümesi değişkeni birimler arası korelasyon içerirken Ar-Ge Yoğunluğu değişkeni birimler arası korelasyon içermemektedir. Buna göre Satış Büyümesi değişkeni için ikinci kuşak panel birim kök testlerinden biri Ar-Ge Yoğunluğu değişkeni için ise birinci kuşak panel birim kök testlerinden uygun olan testlerden biri uygulanmıştır. Birim kök testi sonuçlarına göre ise tüm değişkenlerin seviyede durağan olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 5. Gecikme uzunluğunun belirlenmesi**

Gecikme	MBIC	MAIC	MQIC
1	-53.99	3.22	-19.76
2	-52.19	-9.28	-26.53
3	-35.06	-6.44	-17.94
4	-19.31	-5.01	-10.76

Tablo 5’te gecikme uzunluğu sonuçları yer almaktadır. Buna göre MBIC model seçim kriterini minimum yapan gecikme uzunluğu 1 iken MAIC ve MQIC için model seçim kriterlerini minimum yapan gecikme uzunluğu 2’dir. Bu sonuçlara göre uygun gecikme uzunluğu 2 olarak seçilmiştir.

**Tablo 6. İleri ortogonal sapmalar GMM tahmincisi**

	Katsayı	Standart Hata	z	P-Değeri
Satış Büyümesi				
Satış Büyümesi				
L1.	-0.048	0.259	-0.19	0.85
L2.	-0.178	0.191	-0.93	0.35
Ar-Ge Yoğunluğu				
L1.	190.302	93.150	2.04	0.04
L2.	42.464	37.333	1.14	0.25
Ar-Ge Yoğunluğu				
Satış Büyümesi				
L1.	0.009	0.006	1.50	0.13
L2.	0.005	0.003	1.47	0.14
Ar-Ge Yoğunluğu				
L1.	3.374	1.808	1.87	0.06
L2.	1.259	0.755	1.67	0.09

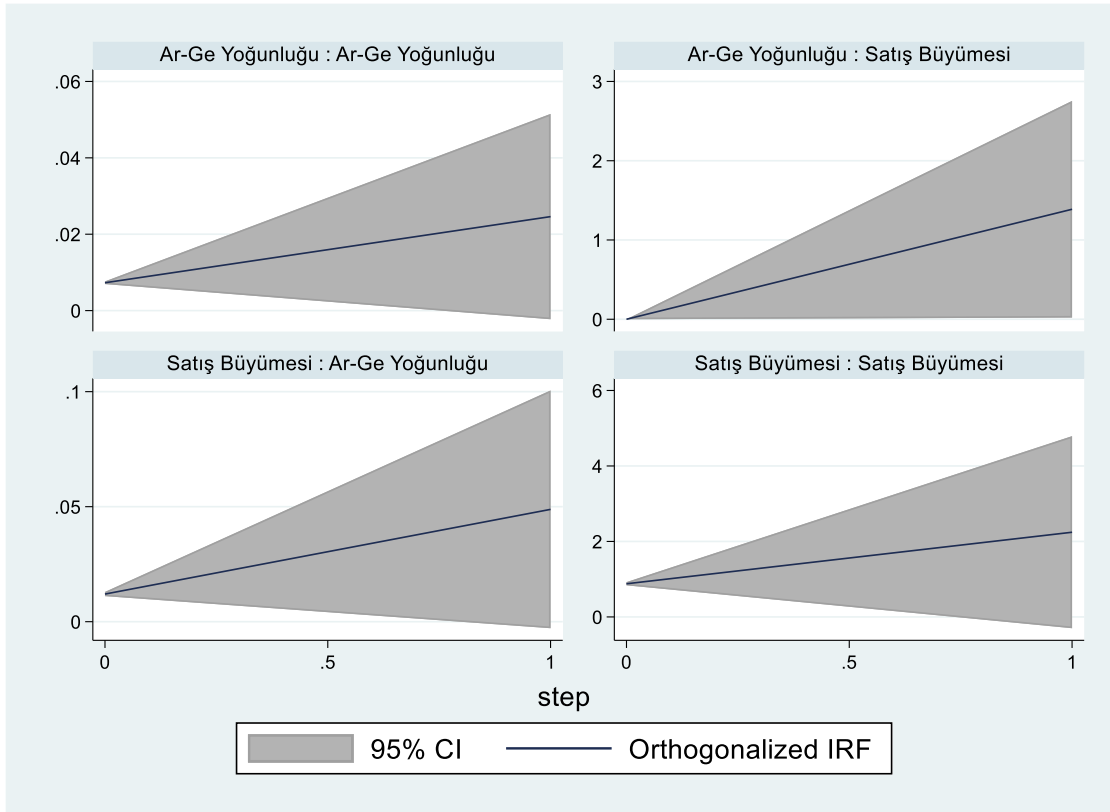
Tablo 6’da panel VAR modelinde iki eşitliğin ileri ortogonal sapmalar kullanılarak genelleştirilmiş momentler ile tahmini sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre Ar-Ge Yoğunluğu değişkeninin birinci gecikmesi Satış Büyümesi değişkenini açıklamada anlamlıdır. Bu bulgu, Scherer’in (1965) ABD firmaları üzerinde yaptığı araştırmada Ar-Ge harcamalarının satış büyümesi yoluyla şirket kârlılığını pozitif etkilediği sonucunu desteklemektedir. Bunun yanı sıra, Işık, Engeloğlu & Kılınç’ın (2016) Borsa İstanbul imalat sektörü ile ilgili çalışmasında Ar-Ge harcamalarının satışlara etkisinin pozitif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir, ki bu bulgu elde edilen sonucu desteklemektedir. Diğer yandan Ar-Ge Yoğunluğu’nun her iki gecikmesi ise Ar-Ge Yoğunluğu’nu açıklamada anlamlı görülmektedir.

**Tablo 7. Varyans ayrıştırması**

Tepki Değişkeni ve Tahmin Ufku	Etki Değişkeni		Tepki Değişkeni ve Tahmin Ufku	Etki Değişkeni		
	Satış Büyümesi	Ar-Ge Yoğunluğu		Satış Büyümesi	Ar-Ge Yoğunluğu	
Satış Büyümesi	0	0	AR-GE Yoğunluğu	0	0	
	1	1		0.730	0.269	
	2	0.751		0.248	0.793	0.206
	3	0.786		0.213	0.793	0.206
	4	0.793		0.206	0.792	0.207

5	0.792	0.207	5	0.792	0.207
6	0.792	0.207	6	0.792	0.207
7	0.792	0.207	7	0.792	0.207
8	0.792	0.207	8	0.792	0.207
9	0.792	0.207	9	0.792	0.207
10	0.792	0.207	10	0.792	0.207

Tablo 7’de varyans ayrıştırması sonuçları yer almaktadır. Buna göre, son gecikmede Satış Büyümesi değişkenine ilişkin öngörü hata varyansının yaklaşık %20’si Ar-Ge Yoğunluğu değişkeninde, yaklaşık %79’u ise kendisinde meydana gelen şoklarla belirlenmektedir. Diğer taraftan son gecikmede Ar-Ge Yoğunluğu değişkenine ait öngörü hata varyansının yaklaşık %79’u Satış Büyümesi değişkeninde, %21’i ise kendisinde meydana gelen şoklar tarafından belirlenmektedir. Varyans ayrıştırması sonuçları, Ar-Ge Yoğunluğu ve Satış Büyümesi arasında güçlü bir karşılıklı etkileşim olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Kudar’ın (2021) Türk savunma sanayi şirketleri üzerine yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.



**Grafik 1. Etki-tepki fonksiyonları**

Grafik 1’de değişkenlerin etki-tepki analizi sonuçları sunulmaktadır. Grafik %95 güven aralıkları (CI) ile orthogonalized etki-tepki fonksiyonlarını (IRF) dört ayrı grafik ile gösterilmektedir. Sol üstteki grafik Ar-Ge Yoğunluğu’nun zaman içinde Ar-Ge Yoğunluğu’ndaki bir şoka verdiği tepkiyi göstermektedir. Elde edilen gözleme göre tepki istikrarlı yukarı doğru bir eğimle artmaktadır. Diğer yandan güven aralığına bakıldığında gölgeli alan genişlemekte ve bu da belirsizliğin arttığını ortaya koymaktadır. Sağ üstteki grafik Ar-Ge Yoğunluğu’nun Satış Büyümesi’ndeki bir şoka verdiği tepkiyi göstermektedir. Ar-Ge Yoğunluğu’nun Satış Büyümesine verdiği tepkisi de zamanla pozitif bir eğilimle artmakta ancak güven aralığı zamanla genişlemekte ve bu da belirsizliği ortaya koymaktadır. Sol alttaki grafik Satış Büyümesi’nin Ar-Ge Yoğunluğu’ndaki şoka zaman içinde verdiği tepkiyi göstermektedir.



Satış Büyümesi'nin Ar-Ge Yoğunluğu'na tepkisi istikrarlı bir şekilde artmakta ancak diğer taraftan genişleyen güven aralığı zaman içinde belirsizliğin arttığını göstermektedir. Sağ alttaki grafik ise Satış Büyümesi'nin zaman içinde Satış Büyümesi'ndeki şoka verdiği tepkiyi göstermektedir. Satış Büyümesi'nin kendisine verdiği tepki keskin bir yükseliş göstermekte ve güven aralığının zamanla büyümesi de belirsizliğin arttığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, tüm grafiklerdeki yanıtların istikrarlı bir şekilde artması, hem Ar-Ge Yoğunluğu'nun hem de Satış Büyümesi'nin birbirini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu bulgular, Kiracı, Çelikay & Şengül Çelikay (2016) tarafından Ar-Ge harcamalarının firma performansını uzun dönemde güçlü ve pozitif etkilediğini tespit eden çalışmasıyla uyumludur. Ancak diğer yandan, grafiklerdeki genişleyen güven aralıkları, bu tepkilerdeki belirsizliğin zamanla arttığını ortaya koymaktadır.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma, Borsa İstanbul'da işlem gören 60 adet imalat şirketinin satış büyümesi ile Ar-Ge yoğunluğu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu amaçla, 2006-2022 yılları arasında sürekli Ar-Ge gideri olan imalat şirketleri panel VAR analizi ile tahmin edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre Ar-Ge Yoğunluğu değişkeninin birinci gecikmesi Satış Büyümesi değişkenini açıklamada anlamlıdır. Diğer yandan Ar-Ge Yoğunluğu'nun her iki gecikmesi ise Ar-Ge Yoğunluğu'nu açıklamada anlamlı görülmektedir. Varyans ayrıştırması sonuçlarına göre ise son gecikmede Satış Büyümesi değişkenine ilişkin öngörü hata varyansının yaklaşık %20'si Ar-Ge Yoğunluğu değişkeninde, yaklaşık %79'u ise kendisinde meydana gelen şoklarla belirlenmektedir. Bu, Ar-Ge yatırımlarının satış büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan son gecikmede Ar-Ge Yoğunluğu değişkenine ait öngörü hata varyansının yaklaşık %79'u Satış Büyümesi değişkeninde, %21'i ise kendisinde meydana gelen şoklar tarafından belirlenmektedir. Benzer şekilde, Satış Büyümesi'nin Ar-Ge Yoğunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Etki-Tepki Fonksiyonları sonuçlarına bakıldığında tüm grafiklerdeki yanıtların istikrarlı bir şekilde artması, hem Ar-Ge Yoğunluğu'nun hem de Satış Büyümesi'nin birbirini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, grafiklerdeki genişleyen güven aralıkları, bu tepkilerdeki belirsizliğin zamanla arttığını ortaya koymaktadır.

Literatüre bakıldığında bu çalışma Scherer (1965), Işık, Engeloğlu & Kılınç (2016), Kudar (2021) ve Kiracı, Çelikay & Şengül Çelikay (2016) tarafından elde edilen bulguları desteklemektedir. Ar-Ge yatırımları ile satış büyümesi arasındaki karşılıklı ve olumlu ilişki, firmaların sürdürülebilir büyüme ve rekabet avantajı elde etmek için Ar-Ge'ye yatırım yapmanın önemini vurgulamaktadır. Bu bulgulara dayanarak imalat şirketlerinin Ar-Ge yatırımlarını arttırmaya yönelik teşvikleri sağlanmalı ve şirketlerin satış odaklı Ar-Ge stratejileri desteklenmelidir. Gelecekte yapılacak çalışmalar için farklı imalat alt sektörlerinde bu etkinin nasıl değiştiği, etki-tepki analizinde gözlemlenen belirsizlikler daha detaylı ele alınarak nedenleri ve etkilerinin sonuçları belirlenebilir ve daha uzun zaman dilimini kapsayan dönem ele alınarak uzun vadeli dinamikler ortaya koyulabilir.

## KAYNAKÇA

- Altınbay, A., Altunal, I. ve Karaş, G. (2017). BİST sürdürülebilirlik endeksindeki firmaların Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge harcamalarının karlılık üzerindeki etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(12), 37-46. Erişim adresi: [https://dergipark.org.tr/tr/pub/asead/issue/52678/694388#article\\_cite](https://dergipark.org.tr/tr/pub/asead/issue/52678/694388#article_cite)
- Coad, Alex ve Grassano, N. (2019). Firm growth and R&D investment: SVAR evidence from the world's top R&D investors. *Industry and Innovation*, 26(5), 508-533. doi:10.1080/13662716.2018.1459295
- Coad, Alexander ve Rao-Nicholson, R. (2007). Firm growth and R&D expenditure. *Economics of Innovation and New Technology*, 19(2), 127-145. doi:10.1080/10438590802472531

- Coad, Alexander, Segarra-Blasco, A. ve Teruel, M. (2013). Innovation and firm growth: Does firm age play a role? *SSRN Electronic Journal*, 45(2), 387-400. doi:10.2139/ssrn.2276414
- Del Monte, A. ve Papagni, E. (2003). R&D and the growth of firms: Empirical analysis of a panel of Italian firms. *Research Policy*, 32(6), 1003-1014. doi:10.1016/S0048-7333(02)00107-5
- Demirel, P. ve Mazzucato, M. (2012). Innovation and firm growth: Is R&D worth it? *Industry and Innovation*, 19(1), 45-62. doi:10.1080/13662716.2012.649057
- Deschryvere, M. (2014). R&D, firm growth and the role of innovation persistence: An analysis of Finnish SMEs and large firms. *Small Business Economics*, 43(4), 767-785. doi:10.1007/s11187-014-9559-3
- Dikici, M. ve Gürdal, K. (2021). Ar-Ge giderleri ile kârlılık ve büyüme arasında nedensellik ilişkisi: BİST üzerine bir inceleme. *Journal of Accounting and Taxation Studies*, 14(3), 1193-1229. doi:10.29067/muvu.928283
- Gan, L., Su, W. ve Yuwen, C. (2022). Co-integration analysis of the relationship between new product output and R&D investment in China's pharmaceutical industry. *Asian Journal of Social Pharmacy*, 17(4), 309-316. Erişim adresi: <http://asianjsp.syphu.edu.cn/CN/abstract/abstract673.shtml>
- Holtz-Eakin, D., Newey, W. ve Rosen, H. S. (1988). Estimating vector autoregressions with panel data. *Econometrica*, 56(6), 1371-1395. doi:10.2307/1913103
- İltaş, Y. ve Bulut, Ü. (2017). Türkiye'de Ar-Ge harcamaları ile net satış hasılatı arasındaki ilişki: Bootstrap panel nedensellik testinden kanıtlar. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (49), 45-58. doi:10.18070/erciyesiibd.323902
- Işık, N., Engeloğlu, Ö. ve Kılınç, E. C. (2016). Araştırma ve geliştirme harcamalarının, kârlılık ve satışlar üzerindeki etkisi: Borsa İstanbul firmaları üzerine bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (47), 27-46. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erciyesiibd/issue/28009/297420>
- Kıracı, M., Çelikay, F. ve Şengül Çelikay, D. (2016). The effects of firms' R&D expenditures on profitability: An analysis with panel error correction model for Turkey, 7, 233-240. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/340384073\\_The\\_Effects\\_of\\_Firms'\\_R\\_D\\_Expenditures\\_on\\_Profitability\\_An\\_Analysis\\_with\\_Panel\\_Error\\_Correction\\_Model\\_for\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/340384073_The_Effects_of_Firms'_R_D_Expenditures_on_Profitability_An_Analysis_with_Panel_Error_Correction_Model_for_Turkey)
- Kudar, A. (2021). Türk savunma sanayi firmalarında ihracat, satış hasılatı ve Ar-Ge harcamaları arasındaki nedensellik ilişkisi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(IERFM Özel Sayısı), 157-171. doi:10.30784/epfad.1021787
- Nguyen, T. V. ve Pham, L. T. (2011). Scientific output and its relationship to knowledge economy: An analysis of ASEAN countries. *Scientometrics*, 89(1), 107-117. doi:10.1007/s11192-011-0446-2
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, Cambridge Working Papers in Economics. Erişim adresi: <https://ideas.repec.org/p/cam/camdae/0435.html>
- Polat, M. ve Elmas, B. (2016). *Firmaların Finansal Performansı Ar-Ge Yatırımlarından Etkilenir mi? Panel Veri Analizi ile bir Araştırma*. ÜNİDAP Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102. Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/2937632>
- Scherer, F. M. (1965). Corporate inventive output, profits, and growth. *Journal of Political Economy*, 73(3), 290-297. doi:10.1086/259017
- Sözen, M. ve Şengür, M. (2023). Ar-Ge harcamalarının ihracat, ithalat ve yoksulluğa etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, (10), 16-36. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpuibf/issue/74200/1164788>
- Şekeroğlu, G. ve Karaboğa, K. (2023). The effect of marketing and R&D expenditures on firm profitability and stock return: Evidence from BIST. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, 13(1), 35-45. doi:10.11121/ijocta.2023.1238
- Tatoğlu, F. Y. (2020). *Panel Zaman Serileri Analizi (3. bs.)*. İstanbul: Beta Basım Yayım.

Zengin, B. (2024). Satış büyümesi ve ar-ge yoğunluğu bağlamında BİST imalat sektörü şirketlerinin panel veri analizi ile incelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(4), 976-987.

Xie, P. ve Huang, J. (2023). Financial expansion and economic performance: Evaluating the role of research and development expenditures for China. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2), 2137826. doi:10.1080/1331677X.2022.2137826

Yılmaz Özekenci, S. (2023). Ar-Ge harcamaları finansal performansı ve firma değerini etkiler mi? BİST teknoloji endeksinde yer alan işletmeler üzerine bir araştırma. *EKEV Akademi Dergisi*, (95), 304-318. doi:10.17753/sosekev.1281421

**Etik Beyanı** : Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazar(lar)ına aittir.

**Teşekkür (Varsa)** : Yayın sürecinde katkısı olan hakem, editör ve diğer paydaşlara teşekkür ederim.

**Ethics Statement** : The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, ÖHÜİİBF Journal does not have any responsibility and all responsibility belongs to the author (s) of the study.

**Acknowledgement** : I would like to thank the referees, editors and other contributors who contributed to the publication process.

---