

Nesnelerin İnterneti Temalı Oynaklık Şoklarının Telekomünikasyon Sektörlerine Yayılımı

Melik Kamışlı¹

Özet

Dijital dönüşüm süreci, nesnelerin internetini yalnızca teknolojik bir yenilik olmaktan çıkararak finansal piyasalar açısından da stratejik bir yatırım teması haline getirmiştir. IoT ekosisteminin yaygınlaşması, özellikle bağlantı altyapısı, veri hizmetleri ve yeni nesil iletişim ağları aracılığıyla telekomünikasyon sektörünü doğrudan etkileyebilecek bir yapı ortaya çıkarmaktadır. Bu çerçevede çalışmada, nesnelerin interneti temalı oynaklık şoklarının telekomünikasyon sektörlerine yayılımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 09 Mayıs 2016-15 Eylül 2025 dönemi için Indxx Global Internet of Things Thematic Index ile dünya ve 46 ülkenin telekomünikasyon sektörü endeks getirileri arasındaki oynaklık yayımları Li ve Enders (2018) Fourier fonksiyonları ile genişletilmiş varyansta nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Çalışma ile 46 ülkenin 34'ünde IoT endeksinden telekomünikasyon sektörü endeks getirilerine yönelik oynaklık yayılımı saptanmıştır. Buna karşılık, 12 ülkenin telekomünikasyon sektörü ve Dünya Telekomünikasyon endeksine anlamlı bir yayılım tespit edilmemiştir. Ayrıca, ülkelerin 15'inde oynaklık yayımlarının geçici, 19'unda ise kalıcı nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Bulgular, IoT temalı finansal şokların telekomünikasyon sektörleri üzerindeki etkisinin ülke bazında farklılaştığını ve bu ilişkinin portföy çeşitlendirmesi, risk yönetimi ve ülke bazlı sektör değerlendirmeleri açısından dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Giriş

Son yıllarda küresel ekonomiyi dönüştüren en kapsamlı süreçlerden biri, dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan teknolojik dönüşümdür. Bu dönem, yapay zeka, büyük veri, blok zincir ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin bütünleşmesiyle üretim, hizmet ve finansal sistemlerin dijital temeller üzerine yeniden inşa edilmesini ifade etmektedir (Akter vd., 2022;

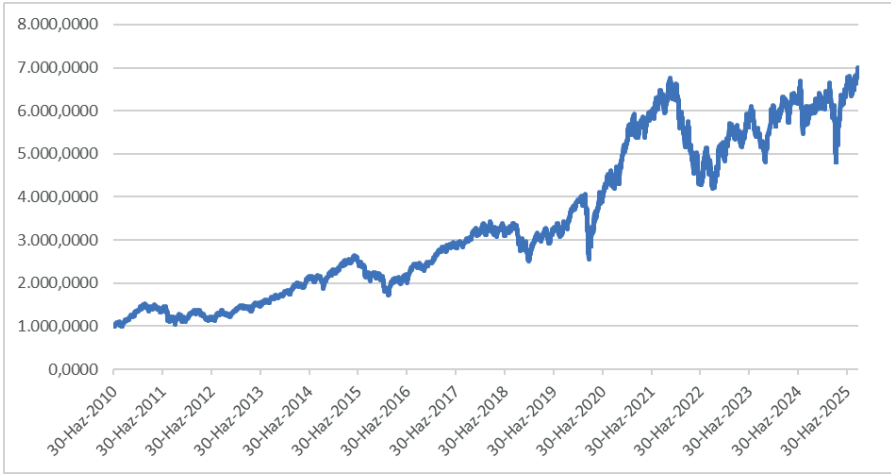
1 Doçent. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, Türkiye, melik.kamisli@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6419-2257

Jagatheesaperumal vd., 2022). Bu dönüşümün en belirgin yansımalarından biri dijitalleşmedir (Vial, 2019). İnternet ve mobil teknolojilerle hız kazanan dijitalleşme, işletmeleri bulut ve web tabanlı platformlarda mağaza açmaya ve müşteri kitlesiyle birlikte hareket etmeye yöneltirken, hükümetleri e-devlet uygulamalarını geliştirmeye, finansal kurumları ise tablet, akıllı telefon ve sosyal medya üzerinden hizmet sunmaya zorlamaktadır. E-imza, e-fatura, e-ticaret, mobil bankacılık ve e-ödeme sistemlerini kapsayan ve elektronik-ış olarak tanımlanan yeni iş modeli, kurumsal ve bireysel düzeyde önemli verimlilik kazanımları sağlamaktadır. İş süreçlerinin en aza indirilmesi ya da optimize edilmesi, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması, sanayi çağını e-ış ortamlarının yardımıyla dijital çağa taşımıştır (Gomber vd., 2017). Bununla birlikte küresel bazda sermaye akımlarının hızlanması, finansal işlemlerin dijital platformlara kayması ve veri üretiminin olağanüstü ölçüde artması, finansal sistemde dijitalleşmenin rolünü açıkça ortaya koymaktadır. Dijitalleşmenin merkezinde yer alan önemli unsurlardan biri ise nesnelerin internetidir. IoT, temel olarak fiziksel nesnelerin sensörler, yazılımlar ve bağlantı teknolojileri aracılığıyla birbirine entegre edilmesi sürecini ifade etmektedir ve büyük veri üretimi, gerçek zamanlı bilgi akışı ve yapay zeka destekli karar mekanizmalarıyla başta finansal faaliyetler olmak üzere her tür sürecin yeniden kurgulanmasına olanak tanımaktadır (Gubbi vd., 2013). Başlangıçta yenilikçi bir teknoloji olarak görülen IoT, günümüzde üretimden lojistiğe, sağlıktan enerjiye ve finansal hizmetlere kadar geniş bir yelpazede temel bir paradigma değişiminin simgesi haline gelmiştir. Bu yönüyle IoT, yatırım kararlarının yönlendirilmesinde, yenilikçi iş modellerinin oluşturulmasında ve küresel ölçekte rekabet gücünün artırılmasında oldukça önemli bir rol üstlenmektedir. Dolayısıyla, dijitalleşmenin finansal sistem üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi, IoT'nin sunduğu teknolojik olanakların ve potansiyelinin kapsamlı şekilde değerlendirilmesini gerektirmektedir.

IoT'nin operasyonel ve finansal etkileri dolayısıyla işletmelerin karlılığı ve performansında önemli değişimler yaşanmaktadır. IoT yatırımları, üretim süreçlerinin otomasyonu, veri analitiği ve kaynak kullanımının optimizasyonu yoluyla işletmelerde maliyet etkinliğini artırmakta, aynı zamanda hizmet ve ürün kalitesini yükselterek gelir artışına da katkı sağlamaktadır (Lee & Lee, 2015). Bu süreç, işletme performansını doğrudan etkileyerek yatırımcı algısında ve piyasa değerlemelerinde önemli değişimlere yol açmaktadır. Özellikle hisse senedi piyasasında, IoT'ye odaklanan şirketler, inovasyon ve uzun vadeli büyüme beklentileri ile ilişkilendirilmeleri dolayısıyla yatırımcılar tarafından yüksek potansiyelli yatırım seçeneği olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle IoT'nin benimsenmesi, yalnızca teknolojik bir avantaj değil, aynı zamanda

şirketlerin piyasa performansını şekillendiren stratejik bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır.

IoT, teknolojik altyapı ve üretim süreçleri ile birlikte sermaye piyasalarında da giderek daha belirleyici bir unsur haline gelmektedir. Özellikle tematik yatırım araçlarının çeşitlenmesiyle birlikte, yatırımcı beklentilerini şekillendiren küresel bir trend olarak konumlanmaktadır. Bu bağlamda, IoT'nin sunduğu inovasyon potansiyeli ve uzun vadeli büyüme beklentisi, piyasa değerlemelerinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. IoT'ye yönelik yatırımlar, teknoloji odaklı bir eğilimden ziyade finansal piyasaların bütününe etkileyen bir temaya dönüşmüş, bu durum da yatırımcıların risk ve getiri algısı ile portföy çeşitlendirme kararlarında önemli değişimlere yol açmıştır (Le vd., 2021; Adekoya vd., 2022; Sharma vd., 2024). Dolayısıyla, IoT günümüzde yalnızca bir teknolojik yenilik değil, aynı zamanda sermaye piyasalarını yönlendiren ve küresel yatırım akımlarını etkileyen stratejik bir yatırım teması olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda çalışmada IoT temalı yatırımları temsilen Indxx Global Internet of Things Thematic Index (IoT) kullanılmıştır. Söz konusu endeks, nesnelerin interneti ekosistemiyle ilişkili şirketlerin piyasa performansını izleyen ve IoT temasına yönelik küresel yatırım eğilimini yansıtan tematik bir endeks niteliğindedir. Şekil 1'de Indxx Global Internet of Things Thematic Index'in (IoT) zaman içindeki değişimi gösterilmiştir.



Şekil 1. Indxx Global Internet of Things Thematic Index'in Zaman İçindeki Değişimi

Kaynak: Indxx verilerinden yazar tarafından oluşturulmuştur. <https://www.indxx.com/index/indxx-global-internet-of-things-thematic-index>

Şekil 1'den görülebileceği gibi endeksin 2010-2025 dönemi boyunca gösterdiği değişimler, IoT teknolojilerinin benimsenme süreci, küresel ekonomik koşullar, makroekonomik şoklar ve pandemi gibi öngörülemeyen olayların etkilerini net bir şekilde ortaya koymaktadır. IoT teknolojisinin henüz olgunlaşmaması ve yatırımcı ilgisinin sınırlı olması nedeniyle 2010-2012 döneminde endekste oldukça sınırlı değişimler meydana gelmiştir. 2013-2015 yılları arasında ise endeks, genel piyasa trendleriyle paralel bir büyüme göstermiştir. Bu dönemde bulut teknolojilerinin yükselişi, akıllı cihazların yaygınlaşması ve veri altyapısına yönelik yatırımlar, IoT şirketlerinin değerlemelerini artıran başlıca faktörler olmuştur. 2016 yılında endekste kısa süreli bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüş, küresel ekonomik belirsizlikler ve teknoloji sektöründe yaşanan konsolidasyonlar ile ilişkilendirilebilir. 2017-2018 döneminde ise özellikle endüstriyel IoT çözümlerinin büyümesi ve akıllı şehir uygulamalarına yönelik devlet teşviklerine bağlı olarak endeks tekrar yükselişe geçmiştir. Covid-19 pandemisinin etkisiyle 2020 yılında hem küresel IoT endeksinde hem de finansal piyasalarda önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Pandeminin başlangıcında endekste sert bir düşüş meydana gelmiştir. Ancak, pandemi sürecinde dijitalleşmenin hız kazanması, IoT çözümlerine olan talebin artması ve uzaktan çalışma trendleri, endeksi hızlı bir toparlanma trendine sokmuştur. 2021-2022 döneminde endekste artış devam etmiş, ancak 2022'de yaşanan Rusya-Ukrayna savaşı, küresel tedarik zinciri sorunları, enerji fiyatlarındaki artış ve makroekonomik belirsizlikler, endekste kısa süreli dalgalanmalara yol açmıştır. 2023-2025 döneminde endeks, teknoloji şirketlerine olan güvenin yeniden artması, IoT ekosisteminde yeni yatırımlar ve akıllı cihazların yaygın kullanımının etkisiyle istikrarlı bir yükseliş trendine girmiştir.

Telekomünikasyon sektörü, IoT ekosisteminin hem altyapı hem de hizmet boyutunda temel belirleyici unsurlarından biridir. IoT yatırımlarının artması, telekom altyapısına yönelik talebi artırmakta ve özellikle 5G ve fiber optik bağlantılar gibi ileri teknoloji altyapılarının yaygınlaşmasını teşvik etmektedir (Knieps & Bauer, 2022). Aynı zamanda telekomünikasyon sektörü, finansal piyasalar açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Zira altyapı yatırımları ve teknoloji entegrasyonu hem ekonomik büyümenin hem de sermaye piyasalarının işleyişinin temel belirleyicilerinden biridir. Telekomünikasyon sektörü, IoT ve diğer dijital dönüşüm uygulamalarının yayılımında merkezi bir rol oynayarak dijital ekonominin omurgasını oluşturmaktadır. Telekom altyapısı, yüksek hızlı veri aktarımı, düşük gecikme ve güvenilir bağlantı sağlayarak hem bireysel hem kurumsal kullanıcıların dijital hizmetlere erişimini mümkün kılmaktadır. Bu özellikler, telekom şirketlerini sadece altyapı sağlayıcı değil, aynı zamanda dijital ekosistemin stratejik bir aktörü haline getirmektedir. Ayrıca, özellikle

gelişmekte olan ülkelerde telekom sektörünün sağladığı altyapı ve hizmet kapasitesi, ekonomik büyüme, finansal istikrar ve dijitalleşme süreçleri üzerinde kaldıraç etkisi yaratmaktadır (Pradhan vd., 2016).

IoT'nin işlevselliği, temelde güçlü ve kesintisiz bir telekomünikasyon altyapısına dayanmaktadır. Sensörler, cihazlar ve platformlar arasındaki sürekli veri alışverişi, yüksek bant genişliği ile birlikte aynı zamanda düşük gecikme süresi ve güvenilir bağlantı gerektirmektedir. Bu nedenle 5G teknolojisinin sunduğu kapasite artışı ve hız, IoT ekosisteminin hayata geçirilmesinde kritik bir dönüm noktası olarak görülmektedir (Knieps & Bauer, 2022). Telekom işletmeleri bu altyapıyı sağlayan aktörler olarak IoT ekosisteminin işleyişinde ve performansında oldukça önemli rol oynamaktadır. Öte yandan IoT yatırımlarının da telekom sektörü üzerinde etkileri bulunmaktadır ve bu etkiler çok boyutlu şekilde ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, IoT cihazlarının artışı telekom hizmetlerine yönelik talebi artırarak uzun vadeli gelir beklentilerini güçlendirmektedir. İkinci olarak, bu yatırımlar telekom şirketlerinin stratejik yatırım ve sermaye harcaması kararlarını etkileyebilmekte, bu durum kısa vadede kârlılık üzerinde baskı yaratabilmektedir (Yang vd., 2016). Üçüncü olarak, IoT yatırımları telekom şirketlerine ilişkin finansal beklentileri de etkilemektedir. Veri hizmetleri ve IoT platform çözümleri gibi yeni gelir alanları piyasa değerlemelerini destekleyebilirken (Tang vd., 2018), yüksek yatırım maliyetleri ve düzenleyici belirsizlikler yatırımcı algısında dalgalanmalara yol açabilmektedir. Dolayısıyla, IoT yatırımlarının telekom sektörü üzerindeki etkileri yalnızca teknik bir altyapı meselesi değil, aynı zamanda finansal piyasalarda risk algısı, volatilité dinamikleri ve değerlendirme süreçlerini doğrudan etkileyen stratejik bir unsur olarak değerlendirilmelidir. Bu çerçevede, IoT temalı yatırımlar ile telekomünikasyon sektörü arasındaki ilişkinin finansal piyasalardaki oynaklık aktarımı açısından da incelenmesi önem taşımaktadır. Mevcut literatürde IoT'nin işletme performansı, dijital dönüşüm ve sermaye piyasaları üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalar bulunmakla birlikte, IoT kaynaklı oynaklık şoklarının ülke bazlı telekomünikasyon sektörlerine yayılımı ele alınmamıştır. Bu bağlamda, çalışmanın amacı nesnelere interneti temalı yatırımlardan telekomünikasyon sektörüne yönelik oynaklık yayılımlarının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda IoT endeksi ile dünya ve 46 ülke bazında telekomünikasyon sektörü endeksi getirileri arasındaki ilişkiler, Fourier fonksiyonları ile genişletilmiş varyansta nedensellik testi aracılığıyla analiz edilmiştir.

Literatür

Son yıllarda teknolojide yaşanan hızlı dönüşüm, işletmeler için hem tehdit oluşturmakta hem de önemli fırsatlar sunmaktadır. Teknolojik gelişmelere uyum

sağlayamayan işletmeler faaliyetlerini sürdüremez hale gelirken, teknolojik gelişmeleri takip eden ve bu alanda yatırım yapan işletmeler rekabet üstünlüğü, verimlilik artışı, kaynak dağıtımında etkinlik ve maliyet avantajı gibi olumlu etkiler yoluyla işletme performansını ve karlılığını artırabilmektedir. Bu bağlamda, özellikle değişen yaşam biçimleri ve müşteri talepleri de dikkate alındığında IoT ekosistemine yatırım yapmanın işletmeler için ne kadar önemli olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır. Nispeten yeni bir çalışma alanı olan nesnelerin internetine ilişkin mevcut literatür incelendiğinde, öncül çalışmaların çoğunlukla IoT ve IoT kapsamında geliştirilen uygulamaların temel teknolojilerine, güvenlik konularına ve karar alma süreçleri üzerinde yarattığı etkilere odaklandığı görülmektedir (Petrakis vd., 2018; Radoglou Grammatikis vd., 2019; Pappas vd., 2021).

IoT teknolojilerinin finansal sonuçları da önemli bir araştırma konusudur. İşletmelerin IoT teknolojilerine yaptıkları yatırımlar, bu yatırımların finansal sonuçları ve yatırımcılar açısından potansiyel fırsatlara ilişkin konular literatürde sıklıkla ele alınmaktadır. Tang vd. (2018) IoT uygulamasının şirket performansı üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada IoT uygulamasının finansal performans, verimlilik ve piyasa değeri üzerindeki etkisini tahmin etmek amacıyla regresyon modelleri oluşturulmuş ve sonuçların büyük çoğunluğu IoT yatırımlarının olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Analiz sonuçları, IoT uygulamasının şirketlerin Tobin's q değeri ve finansal performansı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve özellikle aktif karlılığını (ROA) artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde, Alliou ve Mourdi (2023) çalışmalarında nesnelerin interneti başta olmak üzere son teknolojilerin hem geleneksel hem de modern işletmelerde büyük değişiklikler yarattığını ifade etmiştir. IoT'nin çoklu kullanım alanlarını anlamının etkili finansal yönetim için hayati önem taşıdığı vurgulandığı çalışmada, IoT'nin operasyonel verimliliği, karar alma süreçlerini, genel üretkenliği ve veri yönetimini iyileştirmek için güçlü bir araç olduğu ileri sürülmüş, işletmelerin bu sürekli gelişen gereksinimleri verimli bir şekilde karşılayabilecek uygun IoT mimarileri geliştirmeleri gerektiği vurgulanmıştır. Wang vd. (2021) nesnelerin internetinin hem işletme faaliyetleri hem de muhasebe bilgi ortamı üzerindeki olası etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, Çin'de borsada işlem gören şirketler üzerine yaptıkları analizlerde bu teknolojinin tahakkuk esaslı ve gerçek kazanç yönetimini sınırlandırdığı varsayımını doğrulamıştır. Sonuçlar ayrıca IoT'nin benimsenmesi nedeniyle gerçek kazanç yönetimindeki azalmanın sermaye piyasası, finansman ve yatırım faaliyetleri ile uzun vadeli operasyonel verimlilik üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Chen vd. (2022) ise çalışmalarında nesnelerin internetinin finans sektörü üzerinde önemli etkiler yarattığını ileri sürmüştür, IoT teknolojileri sayesinde bireylerin gerçek zamanlı

finansal bilgilere ulaşabildiğini, finansman ve yatırım kararlarının çeşitlendiğini vurgulamıştır. Bu tür teknolojilerin sunduğu yüksek getiri potansiyelinin beraberinde getirdiği yüksek risklere değinilen çalışmada, yatırımcıların gelecekteki hisse senedi fiyat trendlerini tahmin etmeleri için bir model önerisi geliştirilmiş ve modelin geçerliliği ortaya konulmuştur.

Literatürde IoT teknolojilerinin finansal sonuçlarını ele alan çalışmaların yanı sıra dördüncü sanayi devrimi kapsamındaki teknoloji temelli varlıkların finansal piyasalarla ilişkisini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Le vd. (2021), FinTech, yeşil tahviller ve kripto paralar arasındaki zaman ve frekans alanı oynaklık bağlantılılığını inceleyerek yeni nesil finansal ve teknolojik varlıklar arasındaki yayılım ilişkilerinin portföy yönetimi açısından önem taşıdığını ortaya koymuştur. Adekoya vd. (2022), Google tabanlı yatırımcı ilgisi ile FinTech ve robotik-yapay zeka hisseleri arasındaki asimetrik bağlantılılık ilişkilerini analiz etmiş ve söz konusu ilişkinin piyasa koşullarına göre farklılaştığını göstermiştir. Sharma vd. (2024) ise FinTech, robotik ve blok zincir temelli endeks fonlarının gelişmekte olan piyasalar açısından çeşitlendirme fırsatı sunup sunmadığını incelemiş ve bazı teknoloji temelli fonların portföy çeşitlendirmesi açısından dikkate değer sonuçlar ortaya koyduğunu belirlemiştir. Söz konusu çalışmalar, teknolojik dönüşümün finansal piyasalar, yatırımcı davranışları ve portföy kararları üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir.

İncelenen çalışmalardan görülebileceği gibi mevcut literatür büyük ölçüde IoT'nin şirket performansı, operasyonel verimlilik, muhasebe bilgi ortamı, finansal yönetim ve hisse senedi fiyat tahmini üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Öte yandan, IoT temalı yatırımlardan kaynaklanan finansal şokların sektör endeksleri üzerindeki oynaklık yayımları yeterince dikkate alınmamıştır. Özellikle IoT ekosisteminin temel altyapı sağlayıcılarından biri olan telekomünikasyon sektörünün ülke bazlı endeksler üzerinden araştırılması, mevcut literatürde yeterince incelenmemiş bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu yönüyle çalışma, IoT temalı yatırımlar ile telekomünikasyon sektörü arasındaki ilişkiyi şirket performansı veya teknolojik benimseme düzeyinden farklı olarak finansal piyasalardaki oynaklık yayılımı açısından ele almakta ve ülke bazlı karşılaştırmalı bir analiz sunarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Veri ve Yöntem

Çalışmada, 09 Mayıs 2016-15 Eylül 2025 tarihleri kapsamında, nesnelerin interneti temalı yatırımlardan telekomünikasyon sektörüne yönelik oynaklık yayımlarını belirlemek amacıyla, haftalık frekansta “Indxx Global Internet of Things Thematic Index (IoT)” ile ülke bazlı telekomünikasyon sektörü endeks

getiri verileri kullanılmıştır. Söz konusu dönem, IoT teknolojilerinin küresel ölçekte yaygınlaşmaya başladığı, 5G altyapı yatırımlarının hız kazandığı ve dijital dönüşüm süreçlerinin belirgin şekilde hızlandığı bir zaman aralığını kapsamaması nedeniyle tercih edilmiştir. Tüm veriler, LSEG Workspace veri tabanından elde edilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında Arjantin (ARG), Avustralya (AUS), Avusturya (AUT), Bahreyn (BHR), Belçika (BEL), Brezilya (BRA), Kanada (CAN), Şili (CHL), Çin (CHN), Kolombiya (COL), Hırvatistan (HRV), Mısır (EGY), Finlandiya (FIN), Fransa (FRA), Almanya (DEU), Yunanistan (GRC), Hong Kong (HKG), Macaristan (HUN), Hindistan (IND), Endonezya (IDN), İsrail (ISR), İtalya (ITA), Japonya (JPN), Ürdün (JOR), Güney Kore (KOR), Kuveyt (KWT), Litvanya (LTU), Lüksemburg (LUX), Malezya (MYS), Malta (MLT), Meksika (MEX), Fas (MAR), Hollanda (NLD), Yeni Zelanda (NZL), Nijerya (NGA), Norveç (NOR), Umman (OMN), Pakistan (PAK), Peru (PER), Filipinler (PHL), Polonya (POL), Portekiz (PRT), Katar (QAT), Romanya (ROU), Suudi Arabistan (SAU), Singapur (SGP), Slovenya (SVN), Güney Afrika (ZAF), İspanya (ESP), Sri Lanka (LKA), İsveç (SWE), İsviçre (CHE), Tayvan (TWN), Tayland (THA), Türkiye (TUR), Birleşik Arap Emirlikleri (ARE), İngiltere (GBR), Amerika Birleşik Devletleri (USA) ve Dünya Telekomünikasyon Endeksi (GLBL) olmak üzere toplam 60 telekomünikasyon sektörü endeksi değerlendirmeye alınmıştır. Ancak oynaklık serilerinin elde edilmesinde kullanılan GARCH(1,1) modelinin temel kısıtlarını sağlamayan Avustralya (AUS), Avusturya (AUT), Belçika (BEL), Mısır (EGY), Fransa (FRA), İngiltere (GBR), Hindistan (IND), İtalya (ITA), Japonya (JPN), Norveç (NOR), Polonya (POL) ve Slovenya (SVN) örneklem dışında bırakılmıştır. Diğer bir ifadeyle, oynaklık yayılımlarına ilişkin analizler, 46 ülkeye ait telekomünikasyon sektörü endeksi ile Dünya Telekomünikasyon Endeksi (GLBL) olmak üzere toplam 47 seri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Seçilen bu kapsamlı örneklem, gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomileri aynı analiz çerçevesinde değerlendirme imkanı sunmakta ve IoT ekosisteminde ortaya çıkan oynaklık şoklarının farklı telekomünikasyon piyasalarına hangi kalıcılık boyutunda aktarıldığının küresel ölçekte incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışmada, belirlenen amaç doğrultusunda oynaklık yayılımlarını tespit etmek amacıyla Li ve Enders (2018) tarafından Fourier fonksiyonları ile genişletilen varyansta nedensellik testi uygulanmıştır. Oynaklık yayılımlarının analizinde sıklıkla kullanılan geleneksel varyansta nedensellik testlerinde yapısal kırılmalar ve doğrusal olmayan yapı dikkate alınmamaktadır. Öte yandan, finansal piyasalarda oynaklık genellikle ani gelişmeler, şoklar ya da krizler itibarıyla ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, söz konusu kırılmaların önceden tarihsel olarak belirlenmesine gerek kalmadan modellenebilmesi

açısından Fourier yaklaşımı önemli bir esneklik sunmakta ve trigonometrik terimler aracılığıyla serilerdeki kademeli ve yumuşak yapısal değişimlerin yakalanmasına imkan tanımaktadır (Becker vd., 2006; Enders & Lee, 2012). Bu çerçevede, Fourier fonksiyonları ile genişletilmiş varyansta nedensellik testinde geleneksel nedensellik ve varyansta nedensellik testlerinden farklı olarak kırılma ve rejim geçişleri belirli kırılma tarihlerine bağlı kalmaksızın modellenebilmektedir. Böylece, serilerin önceden alt dönemlere bölünmesine gerek duyulmadan, yapısal değişimler Fourier fonksiyonları aracılığıyla içsel olarak dikkate alınabilmektedir (Christopoulos & Leon-Ledesma, 2011; Nazlıoğlu vd., 2016).

Hafner ve Herwartz (2006) varyansta nedensellik testinde, iki zaman serisi arasındaki oynaklık yayılımlarının belirlenebilmesi amacıyla öncelikle her bir seri için GARCH(1,1) modeli tahmin edilmektedir.

$$y_{it} = x'_{it}c_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\sigma_{it}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_i \sigma_{it-1}^2 \quad (2)$$

Varyansta nedensellik modeli:

$$\varepsilon_{it} = \xi_{it} \sqrt{\sigma_{it}^2 (1 + z'_{jt} \pi)}, z_{jt} = (\varepsilon_{jt-1}^2, \sigma_{jt-1}^2)' \quad (3)$$

σ_{jt}^2 ilgili serinin koşullu varyansını, ξ_{it} ise GARCH modelinden elde edilen standartlaştırılmış hata terimlerini göstermektedir. Test kapsamında, oynaklık yayılımının bulunmadığını ifade eden boş hipotez ($H_0 : \pi = 0$), oynaklık yayılımının varlığını ifade eden alternatif hipoteze ($H_1 : \pi \neq 0$) karşı sınanmaktadır. Hafner ve Herwartz (2006), oynaklık yayılımının varlığını test edebilmek amacıyla aşağıdaki LM istatistiğini önermiştir:

$$\lambda_{LM} = \frac{1}{4T} \left(\sum_{t=1}^T (\hat{\varepsilon}_{it}^2 - 1) z'_{jt} \right) V(\theta_i)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T (\hat{\varepsilon}_{it}^2 - 1) z_{jt} \right) \quad (4)$$

Burada;

$$V(\theta_i) = \frac{K}{4T} \left(\sum_{t=1}^T z_{jt} z'_{jt} - \sum_{t=1}^T z_{jt} x'_{it} \left(\sum_{t=1}^T x_{it} x'_{it} \right)^{-1} \sum_{t=1}^T x_{it} z'_{it} \right), K = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\xi_{it}^2 - 1)^2 \quad (5)$$

Li ve Enders (2018), Hafner ve Herwartz (2006) varyansta nedensellik testini Fourier yaklaşımı ile genişleterek volatilité sürecinde ortaya çıkabilecek

yapısal değişimlerin dikkate alınmasını sağlamıştır. Bu doğrultuda, (2) numaralı eşitlikte verilen geleneksel GARCH(1,1) spesifikasyonu trigonometrik terimler eklenerek aşağıdaki şekilde yeniden tanımlanmaktadır:

$$\sigma_{it}^2 = \omega_{0i} + \sum_{k=1}^n \omega_{1i,k} \sin\left(\frac{2\pi k_i t}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \omega_{2i,k} \cos\left(\frac{2\pi k_i t}{T}\right) + \alpha_i \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_i \varepsilon_{it-1}^2 \quad (6)$$

Burada k parametresi frekans değerini temsil etmekte olup, belirlenen bilgi kriteri doğrultusunda 0 ile 5 arasında değer alabilmektedir. Fourier yaklaşımında elde edilen frekans değerlerinin tam sayı olması, seriler arasındaki oynaklık yayılımlarının geçici nitelik taşıdığına; kesirli değerler alması ise söz konusu yayılımların daha kalıcı ve uzun dönemli bir yapıya sahip olduğuna işaret etmektedir (Christopoulos & Leon-Ledesma, 2011).

Analiz Sonuçları

Çalışmada öncelikle IoT endeksi ile dünya ve ülke bazında telekomünikasyon sektörü endeks getirilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve sonuçlar Ek 1’de verilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklere göre ele alınan dönemde en yüksek getiriler Arjantin, Türkiye ve Nijerya telekomünikasyon sektörlerinde gerçekleşmiştir. Buna karşılık Kolombiya, Peru ve Lüksemburg telekomünikasyon sektörleri negatif ortalama getiriye sahiptir. Bu bulgu, telekomünikasyon sektörünün küresel ölçekte benzer faaliyet alanlarına sahip olmasına rağmen, sektörel performansın ülkelere özgü ekonomik koşullar, yatırım ortamı ve finansal piyasa dinamiklerinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Diğer yandan en yüksek oynaklığın Peru, Arjantin ve Nijerya telekomünikasyon sektörlerinde; görece düşük oynaklığın ise Tayvan, Litvanya ve Hırvatistan telekomünikasyon sektörlerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Özellikle yüksek getiri elde eden ülkelerin aynı zamanda yüksek risk düzeylerine sahip olması, telekomünikasyon sektörlerinde yüksek getiri potansiyelinin artan oynaklıkla birlikte ortaya çıktığını göstermektedir. Bölgesel açıdan değerlendirildiğinde, Latin Amerika ülkelerinin daha yüksek getiri ve oynaklık düzeylerine sahip olduğu, buna karşılık Avrupa ve Doğu Asya’daki bazı telekomünikasyon sektörlerinin daha istikrarlı bir görünüm sergilediği ifade edilebilir. Öte yandan, Tablo 1’den görülebileceği gibi IoT endeksi birçok ülke telekomünikasyon sektöründen daha yüksek bir performansa sahiptir. Bununla birlikte, oynaklık düzeyinin de birçok telekomünikasyon sektörü endeksinin üzerinde gerçekleşmesi, IoT temalı yatırımların yüksek büyüme potansiyeline rağmen daha yüksek bir risk profili sergilediğini göstermektedir. Bu durum, IoT ekosisteminin yenilikçi yapısı ve teknolojik gelişmelere duyarlı yapısı ile ilişkilendirilebilir.

Çarpıklık ve basıklık katsayıları, incelenen serilerin büyük bölümünün normal dağılım özelliği göstermediğini ortaya koymaktadır. Jarque-Bera test sonuçlarının tamamının istatistiksel olarak anlamlı bulunması da bu tespiti desteklemektedir. Söz konusu bulgu, telekomünikasyon sektörü getirilerinin ve IoT endeksinin aşırı değerler ve ani fiyat hareketleri içerdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte çalışmada ele alınan serilerin durağanlıkları Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ile sınanmış ve tüm serilerin düzey değerlerinde durağan olduğu belirlenmiştir. İlerleyen aşamada, IoT endeksi ile her bir ülke telekomünikasyon sektörü getiri serisi GARCH(1,1) ile modellenmiş ve elde edilen sonuçlar Ek 2’de verilmiştir. GARCH(1,1) model sonuçlarına göre modelin temel kısıtlarını sağlamayan 12 ülke telekomünikasyon sektörü getiri serisi analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu doğrultuda, IoT endeksinden 46 ülkeye ve dünya geneline ait telekomünikasyon sektörü endeks getirilerine yönelik oynaklık yayımları Li ve Enders (2018) tarafından Fourier fonksiyonları ile genişletilmiş varyansta nedensellik testi ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Fourier varyansta nedensellik testi sonuçları

	LM-ist.	Olasılık değeri	k		LM-ist.	Olasılık değeri	k
IoT≠>GLBL	3.952	0.139	0.1	IoT≠>LUX	14.16	0.001	1.0
IoT≠>ARE	4.670	0.097	1.0	IoT≠>MAR	14.70	0.001	0.9
IoT≠>ARG	24.75	0.000	1.0	IoT≠>MEX	12.85	0.002	0.6
IoT≠>BHR	8.713	0.013	0.5	IoT≠>MLT	11.88	0.003	0.1
IoT≠>BRA	33.98	0.000	0.1	IoT≠>MYS	34.80	0.000	1.0
IoT≠>CAN	8.140	0.017	0.1	IoT≠>NGA	5.738	0.057	0.1
IoT≠>CHE	2.486	0.288	0.1	IoT≠>NLD	13.70	0.001	0.8
IoT≠>CHL	69.81	0.000	1.0	IoT≠>NZL	10.83	0.004	0.1
IoT≠>CHN	14.37	0.001	1.0	IoT≠>OMN	15.42	0.000	1.0
IoT≠>COL	5.821	0.054	0.1	IoT≠>PAK	11.01	0.004	0.4
IoT≠>DEU	6.109	0.047	1.0	IoT≠>PER	18.92	0.000	1.0
IoT≠>ESP	2.459	0.293	0.6	IoT≠>PHL	11.72	0.003	0.1
IoT≠>FIN	4.787	0.091	1.0	IoT≠>PRT	4.721	0.094	1.0
IoT≠>GRC	11.58	0.003	0.8	IoT≠>QAT	8.492	0.014	0.8
IoT≠>HKG	14.43	0.001	1.0	IoT≠>ROU	2.445	0.294	1.0
IoT≠>HRV	2.823	0.244	1.0	IoT≠>SAU	7.425	0.024	0.1
IoT≠>HUN	3.537	0.171	0.2	IoT≠>SGP	27.87	0.000	0.1
IoT≠>IDN	6.878	0.032	1.0	IoT≠>SWE	4.349	0.114	0.2
IoT≠>ISR	10.16	0.006	1.0	IoT≠>THA	3.000	0.223	1.0

IoT≠>JOR	4.543	0.103	0.1	IoT≠>TUR	27.40	0.000	1.0
IoT≠>KOR	82.52	0.000	0.1	IoT≠>TWN	15.34	0.000	0.5
IoT≠>KWT	4.588	0.101	0.1	IoT≠>USA	2.681	0.262	0.6
IoT≠>LKA	12.35	0.002	0.1	IoT≠>ZAF	4.039	0.133	0.1
IoT≠>LTU	3.248	0.197	1.0				

Olasılık değerinin 0.10'dan küçük olması, IoT endeksinden ilgili ülke telekomünikasyon sektörü endeks getirisine doğru anlamlı oynaklık yayılımı bulunduğunu göstermektedir. Koyu hipotezler, %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunan oynaklık yayılımı ilişkilerini ifade etmektedir. k parametresinin tam sayı değer alması oynaklık yayılımının geçici, kesirli değer alması ise kalıcı nitelikte olduğunu göstermektedir.

Tablo 1'den görülebileceği gibi çalışma kapsamında ele alınan 47 serinin 34'ünde IoT endeksinden telekomünikasyon sektörü endeks getirilerine doğru anlamlı oynaklık yayılımı tespit edilmiştir. Buna karşılık, Dünya Telekomünikasyon endeksi dahil olmak üzere 13 seride anlamlı bir oynaklık yayılımı bulunmamaktadır. Diğer bir ifadeyle, çalışma ile ulaşılan en önemli bulgu, IoT kaynaklı oynaklık şoklarının telekomünikasyon sektörlerine yaygın biçimde aktarıldığı, ancak bu aktarımın tüm piyasalar için geçerli olmadığıdır. Bu sonuç, IoT temalı yatırımların telekomünikasyon sektörü üzerindeki etkilerinin küresel ölçekte ülkeler arasında farklılaştığını ve ülke bazlı piyasa dinamiklerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ifade etmektedir. Çalışma ile ulaşılan bir diğer önemli bulgu, Dünya Telekomünikasyon endeksi için IoT endeksinden anlamlı bir oynaklık yayılımı tespit edilmemiş olmasıdır. Bu bulgu, IoT kaynaklı oynaklık şoklarının küresel telekomünikasyon sektörü genelinde ortak ve homojen bir aktarım kanalı oluşturmadığını, buna karşılık ülke bazlı telekomünikasyon endekslerinde piyasa yapısına bağlı olarak farklılaşan yayılım ilişkilerine işaret etmektedir.

Anlamlı oynaklık yayılımı tespit edilen ülkeler Arjantin, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, Brezilya, Kanada, Şili, Çin, Kolombiya, Almanya, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong, Endonezya, İsrail, Güney Kore, Sri Lanka, Lüksemburg, Fas, Meksika, Malta, Malezya, Nijerya, Hollanda, Yeni Zelanda, Umman, Pakistan, Peru, Filipinler, Portekiz, Katar, Suudi Arabistan, Singapur, Türkiye ve Tayvan'dır. Buna karşılık İsviçre, İspanya, Hırvatistan, Macaristan, Ürdün, Kuveyt, Litvanya, Romanya, İsveç, Tayland, Amerika Birleşik Devletleri ve Güney Afrika telekomünikasyon sektörlerinde IoT endeksinden kaynaklanan oynaklık yayılımı bulunmamıştır. Bu sonuçlar, IoT kaynaklı oynaklık şoklarının telekomünikasyon sektörlerine aktarımının ülke bazında

farklılaştığını göstermektedir. Sonuçlar bölgesel açıdan değerlendirildiğinde ise Latin Amerika ülkelerinde IoT kaynaklı oynaklık yayılımlarının öne çıktığı görülmektedir. Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Meksika ve Peru'da anlamlı yayılımların tespit edilmesi, bu bölgedeki telekomünikasyon sektörlerinin IoT kaynaklı oynaklık şoklarına duyarlı bir yapı sergilediğine işaret etmektedir. Asya bölgesinde de Çin, Hong Kong, Endonezya, Güney Kore, Malezya, Pakistan, Filipinler, Singapur, Sri Lanka ve Tayvan'da anlamlı oynaklık yayılımları belirlenmiştir. Avrupa ülkeleri açısından ise daha heterojen bir görünüm söz konusudur. Almanya, Finlandiya, Yunanistan, Lüksemburg, Malta, Hollanda ve Portekiz'de anlamlı oynaklık yayılımları gözlenirken; İsviçre, İspanya, Hırvatistan, Macaristan, Litvanya, Romanya ve İsveç'te anlamlı bir yayılım tespit edilmemiştir. Orta Doğu ve Körfez ülkeleri açısından değerlendirildiğinde ise Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, İsrail, Umman, Katar ve Suudi Arabistan'da anlamlı oynaklık yayılımlarının tespit edilmesi, bu bölgedeki telekomünikasyon sektörlerinin de IoT kaynaklı şoklara duyarlı olduğunu göstermektedir. Kuzey Amerika açısından ise Kanada'da anlamlı oynaklık yayılımı tespit edilirken, Amerika Birleşik Devletleri'nde anlamlı bir ilişkinin bulunmaması, gelişmiş piyasalarda dahi IoT-telekomünikasyon bağlantısının homojen olmadığını ortaya koymaktadır.

Çalışmada IoT endeksinden telekomünikasyon sektörü endeks getirilerine doğru gerçekleşen oynaklık yayılımlarının kalıcılık boyutunun da ülke özelinde farklılaştığı saptanmıştır. Fourier varyansta nedensellik testi sonuçlarına göre Birleşik Arap Emirlikleri, Arjantin, Şili, Çin, Almanya, Finlandiya, Hong Kong, Endonezya, İsrail, Lüksemburg, Malezya, Umman, Peru, Portekiz ve Türkiye'de oynaklık yayılımları geçici, buna karşılık Bahreyn, Brezilya, Kanada, Kolombiya, Yunanistan, Güney Kore, Sri Lanka, Fas, Meksika, Malta, Nijerya, Hollanda, Yeni Zelanda, Pakistan, Filipinler, Katar, Suudi Arabistan, Singapur ve Tayvan'da ise IoT kaynaklı oynaklık yayılımları kalıcı niteliktedir. Bu sonuç, IoT ile telekomünikasyon sektörü arasındaki ilişkinin yalnızca teknolojik yakınlık üzerinden açıklanamayacağını göstermektedir. Kalıcı yayılımların tespit edildiği ülkelerde telekomünikasyon sektörünün dijital altyapı yatırımları, veri hizmetleri, bağlantı teknolojileri ve yeni nesil iletişim ağlarıyla daha doğrudan ilişkilendirilmesi, IoT kaynaklı şokların sektör getirileri üzerinde daha süreklilik gösteren bir etki yaratmasına neden olabilir. Bu ülkelerde telekomünikasyon şirketlerinin IoT ekosisteminden doğan yatırım, gelir ve büyüme beklentilerine daha duyarlı fiyatlanması, oynaklık aktarımının kalıcı nitelik kazanmasını açıklayabilecek temel unsurlardan biridir. Buna karşılık geçici yayılımların tespit edildiği ülkelerde IoT kaynaklı şokların telekomünikasyon sektörü üzerinde daha çok kısa dönemli piyasa tepkileri şeklinde ortaya çıktığı söylenebilir. Bu durum, söz konusu ülkelerde telekomünikasyon sektörünün piyasa derinliği,

sektör bileşimi, düzenleyici yapı, şirket ölçeği veya yatırımcı beklentileri nedeniyle IoT temalı gelişmeleri daha hızlı fiyatlamasıyla ilişkili olabilir. Ayrıca bazı ülkelerde telekomünikasyon sektör getirilerinin IoT dışındaki makroekonomik, kurumsal veya ülkeye özgü risk faktörlerinden daha güçlü biçimde etkilenmesi, IoT kaynaklı oynaklık şoklarının kalıcı bir yayılım ilişkisine dönüşmesini sınırlamış olabilir. Dolayısıyla kalıcı ve geçici yayılım ayrımı, ülkeler arasında telekomünikasyon sektörlerinin IoT ekosistemiyle kurduğu finansal bağlantının niteliğine işaret etmektedir. Kalıcı yayılımların görüldüğü ülkelerde IoT, telekomünikasyon sektörü açısından daha yapısal bir fiyatlama unsuru haline gelirken, geçici yayılımların görüldüğü ülkelerde IoT kaynaklı şokların daha sınırlı ve dönemsel bir piyasa etkisi yarattığı değerlendirilebilir.

Sonuç ve Tartışma

Çalışmada, nesnelerin interneti temalı yatırımları temsil eden IoT endeksinden ülke bazlı telekomünikasyon sektörü endeks getirilerine yönelik oynaklık yayılımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, IoT endeksi ile dünya ve ülke bazlı telekomünikasyon sektörü endeks getirileri arasındaki ilişkiler, Fourier fonksiyonları ile genişletilmiş varyansta nedensellik testi aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, IoT endeksinde ortaya çıkan oynaklıkların birçok ülkede telekomünikasyon sektörü getirilerine yansıdığını göstermektedir. Ancak söz konusu yansımaların ülke bazında farklılaşması, IoT ve telekomünikasyon ilişkisinin küresel ölçekte tüm piyasalarda aynı şekilde ortaya çıkmadığını, aksine ülke bazlı piyasa dinamiklerine bağlı olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla IoT temalı yatırımların telekomünikasyon sektörleri üzerindeki etkisi hem teknolojik yakınlık üzerinden hem de ülkelerin finansal piyasa yapısı, sektör bileşimi, dijital altyapı düzeyi ve yatırımcı beklentileri vb. unsurlar üzerinden değerlendirilmelidir.

Çalışma ile ulaşılan bir diğer önemli bulgu, IoT endeksinden Dünya Telekomünikasyon endeksi getirisine yönelik anlamlı bir oynaklık yayılımının tespit edilmemiş olmasıdır. Buna karşılık ülke bazlı telekomünikasyon endekslerinin önemli bir bölümünde anlamlı yayılım ilişkilerine ulaşılmıştır. Bu sonuç, küresel endeksler üzerinden yapılan değerlendirmelerin ülke düzeyindeki farklılıkları tam olarak yansıtamayabileceğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, IoT kaynaklı şokların telekomünikasyon sektörleri üzerindeki etkisi, küresel sektör endekslerinin sunduğu genel görünümün ötesinde ülke bazlı analizlerle daha sağlıklı biçimde değerlendirilebilmektedir. Çalışma ile ulaşılan bir diğer önemli bulgu, yayılımların kalıcılık boyutundaki farklılıktır. Anlamlı oynaklık yayılımı tespit edilen 34 ülkenin 15'inde yayılımların geçici, 19'unda ise kalıcı nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Bu bulgu, IoT kaynaklı şokların bazı piyasalarda kısa dönemli fiyatlama davranışlarıyla sınırlı kaldığını, bazı

piyasalarda ise telekomünikasyon sektörünün oynaklık dinamikleri üzerinde daha kalıcı etkiler yarattığını göstermektedir. Kalıcı yayılımların görüldüğü ülkelerde telekomünikasyon sektörünün IoT ekosistemiyle daha güçlü bir finansal bağlantı içinde olduğu, geçici yayılımların görüldüğü ülkelerde ise IoT kaynaklı şokların daha sınırlı ve dönemsel piyasa etkileri yarattığı ifade edilebilir.

Çalışma sonuçları, IoT temalı yatırımlar ile telekomünikasyon sektörü arasındaki ilişkinin, portföy çeşitlendirmesi ve risk yönetimi kararlarında dikkate alınması gereken bir unsur haline geldiğini göstermektedir. Özellikle kalıcı oynaklık yayılımlarının tespit edildiği ülkelerde telekomünikasyon sektörü endeksleri, IoT temalı piyasa hareketlerine karşı daha duyarlı bir yapı sergileyebilir. Bu nedenle yatırımcıların telekomünikasyon sektörüne ilişkin değerlendirmelerinde sektör içi finansal göstergeler ile birlikte IoT temalı teknoloji yatırımlarındaki oynaklığı da dikkate almaları gerekmektedir. Ülke bazlı sektör gelişimi açısından değerlendirildiğinde ise bulgular, telekomünikasyon sektörünün dijital ekonomideki konumunun giderek daha stratejik hale geldiğine işaret etmektedir. Telekomünikasyon sektörü, IoT uygulamalarının yaygınlaşması için gerekli bağlantı altyapısını sağlamakta, 5G, veri hizmetleri, akıllı cihaz ekosistemleri ve yeni nesil iletişim ağları aracılığıyla dijital dönüşümün temel taşıyıcılarından biri haline gelmektedir. Bu nedenle IoT kaynaklı finansal şokların bazı ülkelerde kalıcı yayılım ilişkileri oluşturması, söz konusu ülkelerde telekomünikasyon sektörünün dijital altyapı yatırımları ve teknoloji temelli büyüme beklentileriyle daha yakından ilişkili biçimde fiyatlandığını göstermektedir.

Genel olarak çalışma, IoT temalı finansal şokların telekomünikasyon sektörleri üzerindeki etkisinin birçok ülkede gözlemlendiğini, ancak bu etkinin ülke bazında farklılaştığını ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda, telekomünikasyon şirketleri, 5G yatırım göstergeleri, dijital altyapı endeksleri veya gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ayrımları dikkate alınarak IoT ve telekomünikasyon ilişkisinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesi, literatüre katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Adekoya, O. B., Oliyide, J. A., Saleem, O., & Adeoye, H. A. (2022). Asymmetric connectedness between Google-based investor attention and the fourth industrial revolution assets: The case of FinTech and Robotics & Artificial intelligence stocks. *Technology in Society*, 68, 101925. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101925>
- Akter, S., Michael, K., Uddin, M. R., McCarthy, G., & Rahman, M. (2022). Transforming business using digital innovations: The application of AI, blockchain, cloud and data analytics. *Annals of Operations Research*, 308, 7-39. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03620-w>
- Allioui, H., & Mourdi, Y. (2023). Exploring the full potentials of IoT for better financial growth and stability: A comprehensive survey. *Sensors*, 23(19), 8015. <https://doi.org/10.3390/s23198015>
- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>
- Chen, C.-M., Gong, Y., & Wu, J. M.-T. (2022). Impact of technical indicators and leading indicators on stock trends on the Internet of Things. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022(1), 9916310. <https://doi.org/10.1155/2022/9916310>
- Christopoulos, D. K., & Leon-Ledesma, M. A. (2011). International output convergence, breaks, and asymmetric adjustment. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 15(3), 1-30. <https://doi.org/10.2202/1558-3708.1823>
- Enders, W., & Lee, J. (2012). The flexible fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>
- Gomber, P., Koch, J.-A., & Siering, M. (2017). Digital finance and FinTech: Current research and future research directions. *Journal of Business Economics*, 87(5), 537-580. <https://doi.org/10.1007/s11573-017-0852-x>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Hafner, C. M., & Herwartz, H. (2006). A Lagrange multiplier test for causality in variance. *Economics Letters*, 93(1), 137-141. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2006.04.008>
- Jagatheesaperumal, S. K., Rahouti, M., Ahmad, K., Al-Fuqaha, A., & Guizani, M. (2022). The duo of artificial intelligence and big data for Industry 4.0: Applications, techniques, challenges, and future research directions. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(15), 12861-12885. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3139827>

- Knieps, G., & Bauer, J. M. (2022). Internet of Things and the economics of 5G-based local industrial networks. *Telecommunications Policy*, 46(4), 102261. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102261>
- Le, T.-L., Abakah, E. J. A., & Tiwari, A. K. (2021). Time and frequency domain connectedness and spill-over among fintech, green bonds and cryptocurrencies in the age of the fourth industrial revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120382. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120382>
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>
- Li, J., & Enders, W. (2018). Flexible fourier form for volatility breaks. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 22(1), 20160039. <https://doi.org/10.1515/snnde-2016-0039>
- Nazlioglu, S., Gormus, N. A., & Soytas, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy Economics*, 60, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.09.009>
- Pappas, N., Caputo, A., Pellegrini, M. M., Marzi, G., & Michopoulou, E. (2021). The complexity of decision-making processes and IoT adoption in accommodation SMEs. *Journal of Business Research*, 131, 573-583. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.010>
- Petrakis, E. G. M., Sotiriadis, S., Soultanopoulos, T., Renta, P. T., Buyya, R., & Bessis, N. (2018). Internet of Things as a Service (iTaaS): Challenges and solutions for management of sensor data on the cloud and the fog. *Internet of Things*, 3-4, 156-174. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2018.09.009>
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., & Hall, J. H. (2016). Economic growth, development of telecommunications infrastructure, and financial development in Asia, 1991-2012. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 59, 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2015.06.008>
- Radoglou Grammatikis, P. I., Sarigiannidis, P. G., & Moscholios, I. D. (2019). Securing the Internet of Things: Challenges, threats and solutions. *Internet of Things*, 5, 41-70. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2018.11.003>
- Sharma, S., Tiwari, A. K., & Nasreen, S. (2024). Are FinTech, Robotics, and Blockchain index funds providing diversification opportunities with emerging markets? Lessons from pre and postoutbreak of COVID-19. *Electronic Commerce Research*, 24, 341-370. <https://doi.org/10.1007/s10660-022-09611-2>
- Tang, C.-P., Huang, T. C.-K., & Wang, S.-T. (2018). The impact of Internet of Things implementation on firm performance. *Telematics and Informatics*, 35(7), 2038-2053. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.07.007>

- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Wang, X., Bu, L., & Peng, X. (2021). Internet of things adoption, earnings management, and resource allocation efficiency. *China Journal of Accounting Studies*, 9(3), 333-359. <https://doi.org/10.1080/21697213.2021.2009180>
- Yang, C.-G., Trimi, S., & Lee, S.-G. (2016). Effects of telecom service providers' strategic investments on business performance: A comparative study of US-Korea. *Industrial Management & Data Systems*, 116(5), 960-977. <https://doi.org/10.1108/IMDS-08-2015-0350>

Ek 1: Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	JB	ADF	PP
IOT	0.0023	0.027	-1.236	8.274	667.21*	-16.62*	-16.12*
ARE	<0.001	0.023	-0.370	8.228	548.30*	-17.46*	-17.17*
ARG	0.0079	0.054	0.665	9.056	756.13*	-17.20*	-16.74*
BHR	0.0011	0.015	0.656	7.317	400.29*	-16.15*	-16.60*
BRA	0.0011	0.022	-0.082	4.457	42.273*	-18.14*	-18.18*
CAN	-0.0005	0.017	-0.761	7.931	523.77*	-14.75*	-15.16*
CHE	0.0006	0.016	-0.773	6.932	351.06*	-18.24*	-18.06*
CHL	-0.0008	0.032	-0.998	18.20	4624.3*	-15.71*	-17.38*
CHN	0.0024	0.035	0.248	5.070	89.089*	-16.88*	-16.89*
COL	-0.0051	0.033	-0.018	9.761	899.12*	-18.33*	-18.07*
DEU	0.0011	0.020	-1.028	8.950	779.36*	-14.66*	-15.69*
ESP	-0.0006	0.025	-1.248	11.26	1465.8*	-17.70*	-17.38*
FIN	0.0011	0.027	-1.023	11.85	1622.7*	-17.67*	-17.31*
GLBL	0.0005	0.014	-1.329	9.992	1100.4*	-16.80*	-16.30*
GRC	0.0014	0.027	-0.438	5.852	175.06*	-20.20*	-20.26*
HKG	0.0004	0.022	-0.274	5.386	117.91*	-18.29*	-18.07*
HRV	0.0015	0.014	-0.374	8.743	659.73*	-17.47*	-17.27*
HUN	0.0031	0.022	-0.122	6.906	301.19*	-15.53*	-15.60*
IDN	-0.0003	0.024	-0.612	8.441	611.56*	-18.05*	-18.08*
ISR	-0.0012	0.029	-0.158	4.704	59.07*	-17.45*	-17.31*
JOR	0.0007	0.023	0.357	11.90	1567.6*	-17.99*	-18.17*
KOR	0.0003	0.025	-0.529	7.664	449.75*	-17.83*	-17.64*
KWT	0.0008	0.021	-0.374	10.31	1060.4*	-17.66*	-17.66*
LKA	0.0016	0.031	1.167	10.36	1172.3*	-18.17*	-18.51*
LTU	0.0013	0.013	0.344	9.615	869.97*	-17.45*	-17.50*
LUX	-0.0026	0.047	-1.098	12.45	1851.2*	-16.18*	-16.17*
MAR	-0.0001	0.023	-0.332	9.912	948.37*	-19.51*	-19.43*
MEX	0.0010	0.023	0.029	3.830	13.606*	-18.00*	-17.70*
MLT	-0.0003	0.019	0.292	10.04	982.01*	-20.37*	-20.36*
MYS	-0.0008	0.018	-0.441	5.311	120.35*	-18.69*	-18.68*
NGA	0.0043	0.041	1.364	12.34	1304.8*	-17.79*	-17.77*
NLD	0.0004	0.028	-1.879	15.78	3492.2*	-15.33*	-15.12*
NZL	-0.0002	0.019	-1.701	13.33	2325.6*	-10.97*	-17.82*
OMN	-0.0013	0.020	-0.051	5.739	147.71*	-16.88*	-16.90*

PAK	0.0008	0.047	1.469	11.67	1648.4*	-15.90*	-15.54*
PER	-0.0048	0.074	1.122	19.42	5403.9*	-9.244	-20.38*
PHL	-0.0009	0.027	0.095	4.887	70.723*	-17.37*	-17.37*
PRT	-0.0008	0.024	-0.425	6.311	229.81*	-16.80*	-16.81*
QAT	0.0004	0.025	-0.457	7.448	405.56*	-18.41*	-18.18*
ROU	0.0018	0.026	0.571	6.424	236.13*	-16.94*	-16.92*
SAU	0.0015	0.023	0.040	4.886	70.072*	-17.58*	-17.56*
SGP	0.0000	0.019	-0.360	6.937	314.97*	-16.21*	-15.75*
SWE	0.0004	0.023	-0.546	6.730	297.04*	-18.29*	-18.02*
THA	0.0007	0.020	-0.382	4.307	45.138*	-17.77*	-17.75*
TUR	0.0050	0.039	-0.377	4.556	58.772*	-18.00*	-18.06*
TWN	0.0008	0.011	-0.718	5.045	122.84*	-16.62*	-16.33*
USA	0.0007	0.019	-0.633	5.074	116.17*	-17.20*	-16.74*
ZAF	-0.0001	0.028	-0.505	5.696	162.95*	-17.99*	-17.73*

*, %1 anlam düzeyini ifade etmektedir. JB, Jarque-Bera normallik testini, ADF ve PP ise sırasıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller ve Phillips-Perron birim kök testleri sonuçlarını göstermektedir.

Ek 2: GARCH(1,1) Model Sonuçları

	ω	α	β		ω	α	β
IoT	<0.001 ^a	0.207 ^a	0.693 ^a	KOR	<0.001 ^a	0.109 ^a	0.856 ^a
GLBL	<0.001 ^a	0.334 ^a	0.491 ^a	KWT	<0.001 ^a	0.200 ^a	0.788 ^a
ARE	<0.001 ^a	0.389 ^a	0.574 ^a	LKA	<0.001 ^a	0.200 ^a	0.788 ^a
ARG	<0.001 ^a	0.040 ^a	0.941 ^a	LTU	<0.001 ^a	0.201 ^a	0.782 ^a
AUS	<0.001	0.030 ^a	0.966 ^a	LUX	<0.001 ^a	0.156 ^a	0.759 ^a
AUT	<0.001 ^a	0.319 ^a	0.083	MAR	<0.001 ^a	0.298 ^a	0.693 ^a
BHR	<0.001 ^a	0.216 ^a	0.441 ^a	MEX	<0.001 ^c	0.096 ^b	0.634 ^a
BEL	<0.001 ^a	0.474 ^a	0.544 ^a	MLT	<0.001 ^c	0.096 ^b	0.634 ^a
BRA	<0.001	0.085 ^c	0.622 ^b	MYS	<0.001 ^a	0.211 ^a	0.613 ^a
CAN	<0.001 ^a	0.244 ^a	0.683 ^a	NGA	0.001 ^a	0.244 ^a	0.288 ^b
CHE	<0.001 ^a	0.162 ^a	0.517 ^a	NLD	<0.001 ^a	0.273 ^a	0.676 ^a
CHL	<0.001 ^a	0.463 ^a	0.431 ^a	NOR	0.001 ^a	0.025 ^a	-0.941
CHN	<0.001 ^c	0.017 ^b	0.971 ^a	NZL	<0.001 ^a	0.103 ^a	0.481 ^a
COL	<0.001 ^a	0.286 ^a	0.577 ^a	OMN	<0.001 ^a	0.199 ^a	0.687 ^a
DEU	<0.001 ^a	0.208 ^a	0.348 ^c	PAK	<0.001 ^a	0.263 ^a	0.618 ^a
EGY	0.002 ^a	0.143 ^a	-0.268	PER	0.001 ^a	0.317 ^a	0.591 ^a
ESP	<0.001 ^a	0.329 ^a	0.370 ^a	PHL	<0.001 ^a	0.207 ^a	0.710 ^a
FIN	<0.001 ^a	0.349 ^a	0.161 ^c	POL	0.001 ^a	0.279 ^a	0.030
FRA	<0.001 ^a	0.312 ^a	0.084	PRT	<0.001 ^a	0.134 ^a	0.710 ^a
GBR	<0.001 ^a	0.126 ^a	0.434	QAT	<0.001 ^a	0.101 ^a	0.708 ^a
GRC	<0.001 ^a	0.185 ^a	0.633 ^a	ROU	<0.001 ^a	0.566 ^a	0.311 ^a
HKG	<0.001 ^a	0.173 ^a	0.711 ^a	SAU	<0.001 ^c	0.056 ^b	0.860 ^a
HRV	<0.001 ^a	0.441 ^a	0.274 ^a	SGP	<0.001 ^b	0.195 ^a	0.482 ^a
HUN	<0.001 ^a	0.224 ^a	0.660 ^a	SVN	<0.001 ^a	0.379 ^a	-0.016
IND	<0.001	0.150 ^a	0.600	SWE	<0.001 ^a	0.297 ^a	0.219 ^c
IDN	<0.001 ^a	0.161 ^a	0.606 ^a	THA	<0.001 ^a	0.095 ^b	0.586 ^a
ISR	<0.001 ^c	0.037 ^c	0.946 ^a	TUR	<0.001 ^a	0.022 ^b	0.962 ^a
ITA	<0.001 ^a	0.446 ^a	0.054	TWN	<0.001 ^a	0.278 ^a	0.326 ^a
JOR	<0.001 ^a	0.460 ^a	0.515 ^a	USA	<0.001 ^a	0.138 ^a	0.690 ^a
JPN	<0.001 ^a	0.283 ^a	0.200	ZAF	<0.001 ^c	0.068 ^b	0.608 ^a

GARCH(1,1) modeli kapsamında model katsayılarının istatistiksel anlamlılığı ile birlikte $\omega > 0$, $\alpha \geq 0$, $\beta \geq 0$ ve $\alpha + \beta < 1$ kısıtları dikkate alınmıştır. a, b ve c sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini ifade etmektedir.

