

## Batarya Sektörü Performansı ve Otomotiv Sektörü Endeks Getirileri Arasındaki İlişkilerin Analizi: Global Bakış

Serap Kamışlı<sup>1</sup>

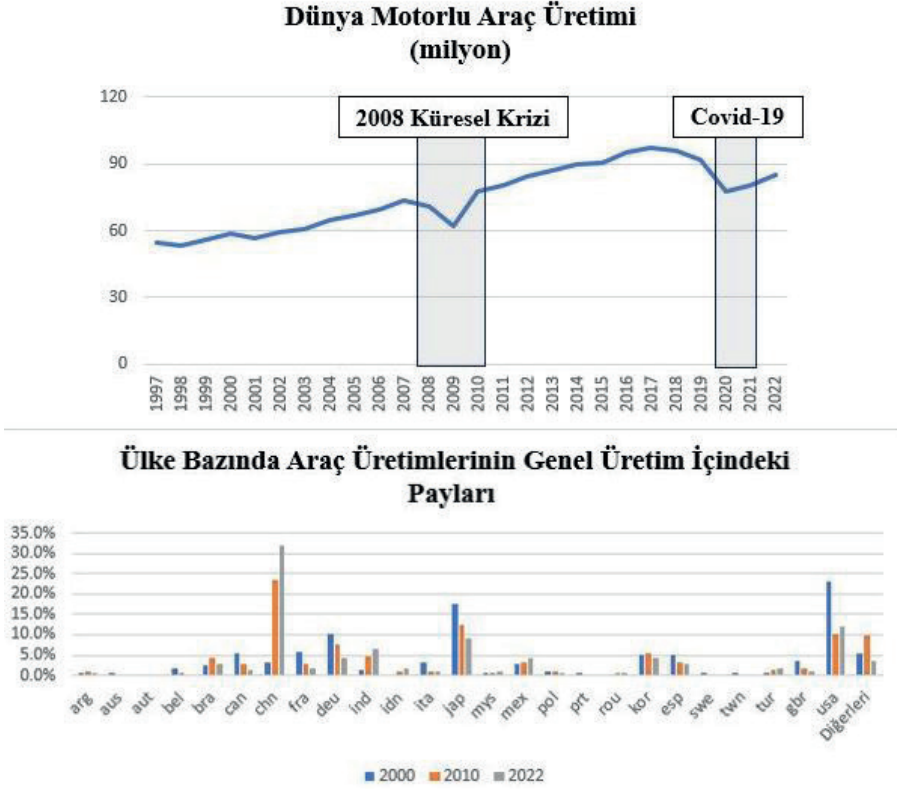
### Özet

Elektrikli araçlar ile otomotiv sektöründe yaşanan radikal değişim ve piyasaya yeni elektrikli araç girişleri, içten yanmalı motorlara dayalı üretim yapan geleneksel otomotiv firmalarının karlılıklarını ve pazar hakimiyetlerini önemli düzeyde azaltmaktadır. Otomotiv sektöründe elektrikli araçlara olan talebi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Elektrikli araçlara olan talepteki artış, bataryalara olan talebi de artırmaktadır. Bununla birlikte elektrikli araçlara olan talebi etkileyen en kilit faktör, batarya teknolojisine bağlı olarak olan değişim gösteren maliyetlerdir. Bu kapsamda batarya maliyetlerinin düşmesi, küresel bazda elektrikli araçların satışlarında önemli artışlara yol açmaktadır. Bu durum, batarya sektöründe yer alan firmaların performansı ile elektrikli araçlara olan talebi ve bunun geleneksel otomotiv sektörüne etkisinin yakın bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, 4/01/2020- 12/08/2023 tarihleri arasında global bazda batarya sektöründe yer alan firmaların performansını ölçen INDXX Küresel Batarya Geri Dönüşüm ve Üretim Endeksi ile 32 ülkenin otomotiv sektör endeks getirileri arasındaki ilişki hem geleneksel hem de Pata ve Yılancı (2020) tarafından geliştirilen Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Uygulanan analizler sonucunda batarya sektöründe faaliyet firmaların performansından incelenen 32 ülkenin 17'sinde otomotiv sektör getirilerine kalıcı nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Çalışma ile ulaşılan bir diğer önemli sonuç ise tespit edilen ilişki yapısında coğrafi açıdan Asya-Pasifik ülkelerinin otomotiv sektörlerin ön plana çıkmaktadır.

1 Dr. Öğr Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Finans ve Bankacılık Bölümü, serap.kamisli@bilecik.edu.tr , **ORCID**: 0000-0002-4714-6678

## 1. Giriş

Sermaye ve bilgi yoğun bir sektör olan otomotiv sektörü, sermaye yatırımlarında ve sanayi üretiminde yüksek bir paya sahiptir. Otomotiv sektörü aynı zamanda bir ülkenin sosyoekonomik kalkınmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu sektördeki girişimciler, farklı otomobil parçalarının satışı ve üretimi, bakım hizmetleri, kaporta ve boya hizmetleri ile yeni ve kullanılmış araçların satışı ile ilgilenmektedir (Lojek, 2020). Son yıllarda otomobil sektöründe, ülkelerin payları önemli değişimler göstermektedir. Örneğin 2000’li yıllarda Güney Kore yüksek hacimle üretim yapan bir ülke haline gelmiş ve 2004 yılında Fransa’yı geçerek üretimde 5. sıraya yükselmiştir. Bununla birlikte 2000’li yıllardaki en büyük değişim, Çin’de üretimin büyük ölçüde artması ve nihayetinde 2009 yılı itibariyle dünyanın en büyük üretici ülkesi haline gelmesidir. Diğer yandan 2010 yılında Hindistan Kore, Kanada ve İspanya’yı geride bırakarak en büyük 5. otomobil üreticisi olmuştur. Bölgesel/piyasa gelişmişliği bazlı üretim göz önünde alındığında ise 2013 yılında Çin (%25,4), Hindistan, Kore, Brezilya ve Meksika’nın payı %43’e yükselmiş, Amerika Birleşik Devletleri (%12,7), Japonya, Almanya, Fransa ve Birleşik Krallık’ın payı %34’e düşmüştür. 2018 yılında ise Hindistan, Almanya’yı geride bırakarak 4. büyük otomobil üreticisi olmuştur (Rae & Kinder, 2023). Diğer bir ifadeyle dünya motorlu araç üretimi ve ülke bazında araç üretimlerinin genel üretim içindeki payları yıllar itibariyle büyük değişimler göstermiştir.



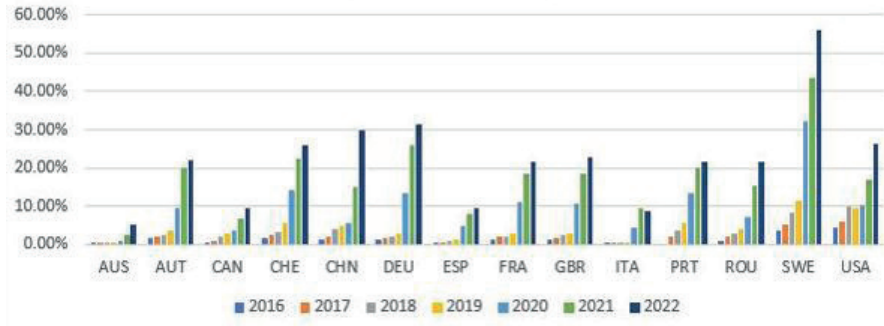
Şekil 1. Dünyada Yıllar İtibariyle Motorlu Araç Üretimi ve Ülke Bazında Payları

Kaynak: International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, <https://www.oica.net/category/production-statistics/>

Şekil 1'den görülebileceği gibi son yıllarda başta Çin ve Japonya olmak üzere Uzakdoğu Asya ülkelerinin dünya motorlu araç üretimi içindeki payları önemli düzeyde artmıştır. Yıllar itibariyle artan talep, sektör karlılığında ve buna bağlı olarak otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların hisse senedi getirilerinde artışı da beraberinde getirmiştir. Ancak 2008 Küresel Krizi ve COVID-19 pandemisi, belirli dönemlerde otomotiv sektöründe önemli sorunlara yol açmıştır (Pavlínek, 2012; Chen & Yeh, 2021; Frieske & Stieler, 2022). Bununla birlikte finansal kriz ve küresel pandemi etkisi gibi dışsal şokların yanı sıra asıl olarak otomotiv sektöründe yaşanan dönüşüm, inovatif kararlarda hızlı davranmayan ve geleneksel yapı ile üretime devam eden firmaların karlılıklarını etkilemiştir.

Elektrikli araçlar ile otomotiv sektöründe radikal bir değişim yaşanmaktadır. Piyasaya yeni elektrikli araç girişleri, içten yanmalı motorlara

dayalı üretim yapan geleneksel otomotiv firmalarının karlılıklarını ve pazar hakimiyetlerini de önemli düzeyde azaltmaktadır (Teece, 2018). Elektrikli araçların makroekonomik etkisi her ne kadar sınırlı olsa da mikro boyutta motorlu taşıtlar ve otomotiv onarım sektörleri gibi belirli sektörler üzerinde oldukça önemli etkiler yaratmıştır (Meade, 1995). Ancak her ne kadar son yıllarda elektrikli araçların pazar payları giderek artsa da birçok ülkede otomotiv sektörü küresel elektrikli araç devrimine tam olarak hazır değildir (Fredriksson vd., 2018).



**Şekil 2. 2016-2022 Yılları Arasında Ülke Bazında Toplam Yeni Otomobil Satışlarında Elektrikli Araçların Pazar Payları**

**Kaynak:** Trends in batteries-Global EV Outlook 2023-Analysis-International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-batteries>

Otomotiv sektöründe içten yanmalı motorlu araçlardan elektrikli araçlara geçiş süreci, birçok ülkede sektörün yeni stratejiler belirlenmesine yol açmıştır (Pandyaswargo vd., 2021). Şekil 2'den görülebileceği gibi hemen hemen her ülkede elektrikli araçlara olan talep hızla artmaktadır. Ancak ekonomik gelişmişlik veya bölgesel farklılıklara bağlı olarak ülke özelinde elektrikli araçların pazar payları değişim göstermektedir.

Elektrikli araçların karlılık bazında geleneksel otomotiv sektörüne olumsuz etkilerinin yanı sıra batarya teknolojilerinde yaşanan gelişim ve üretimde yaşanan artış, sektörde önemli avantajları beraberinde getirmiştir. Fosil yakıt dayalı araçlar üreten ve içten yanmalı motorların hakim olduğu otomotiv sektörü, sera gazlarının salınımına en büyük katkıda bulunan sektörlerden biridir. Elektrikli araçlar, sera gazı emisyonlarını ve hava kirliliğini azaltarak, yeni iş fırsatları yaratarak otomotiv sektöründe sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktadır (Günther vd., 2015). Bununla birlikte son yıllarda otomotiv sektörü hükümet düzenlemelerinin de zorlamasıyla sıfır emisyonlu mobiliteye yönelik yeni girişimlerde bulunmaktadır. Önümüzdeki yıllarda

bu hedefe ulaşmak için temel girişim, CO<sub>2</sub> emisyon limitlerinin azaltılması ve yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjiyle çalışan saf elektrikli araçların üretiminin desteklenmesidir. Farklı ülkelerde hükümetler, elektrikli araçların satın alınması ve kullanılması için vergi alınmaması, şehirlerde ücretsiz şerit ve park yeri vb. birçok farklı teşvik programları uygulamaya koymuştur. Ancak söz konusu hükümet destekleri ülkeden ülkeye ve ekonomik gelişmişlik seviyesine göre değişmektedir. Elektrikli araçlara ilişkin rekabetin başlangıç döneminde hem güçlü teşviklere hem de yenilik yapma fırsatlarına sahip olup değişim karşısında hızla karar alan ülkelerin otomotiv sektörleri, diğer ülkelere göre elektrikli araç satışlarını önemli ölçüde artırmıştır (Wesseling vd., 2015). Bu durum ise oldukça dinamik bir yapıya sahip olan otomotiv sektöründe ülke bazında sektör karlılıklarının hızla değişmesine neden olmaktadır.

Otomotiv sektöründe elektrikli araçlara olan talebi birçok faktör belirlemektedir. Elektrikli araçlara ve güç sistemlerini destekleyen enerji depolamaya olan talepteki artış, bataryalara olan talebi artırmıştır ve yakın gelecekte bunun daha da artması beklenmektedir (Mo & Jeon, 2018). Ayrıca şarj koşullarının ve enerji fiyatlarının yanı sıra elektrikli araçlara olan talebi etkileyen en kilit faktör, batarya teknolojisine bağlı olarak olan değişim gösteren maliyetlerdir (Zhang vd., 2018). Batarya maliyetlerinin düşmesi, küresel bazda elektrikli araçların satışlarında önemli artışlara yol açmaktadır (Edelenbosch vd., 2018). Bu durum, batarya sektöründe yer alan firmaların performansı ile elektrikli araçlara olan talebi ve bunun geleneksel otomotiv sektörüne etkisinin yakın bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı; elektrikli araçlar açısından büyük önem arz eden batarya hammaddeleri, batarya üretimi ve batarya geri dönüşümü işinde yer alan firmaların performansı ile farklı ülkelerdeki otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda; 4/01/2020- 12/08/2023 tarihleri arasında, global bazda batarya sektöründe yer alan firmaların performansını ölçen INDXX Küresel Batarya Geri Dönüşüm ve Üretim Endeksi (KBGDÜ) ile 32 ülkenin otomotiv sektör endeks getirileri arasındaki ilişki, Pata ve Yılancı (2020) tarafından geliştirilen Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Belirtilen amacın dışında aşağıdaki araştırma sorularına da cevap aranmıştır;

- Hangi ülkelerin otomotiv sektör getirileri ile batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ilişkilidir? Yapısal değişimlerin dikkate alınması durumunda batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile ülke bazlı otomotiv sektör getirileri arasında tespit edilen ilişkiler değişmekte midir?

- Batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansında yaşanan değişim ile otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkiler kalıcı mı yoksa geçici bir yapıya sahiptir?
- Batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile ülke bazlı otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişki bölgesel olarak farklılık göstermekte midir?

Çalışma ile uluslararası boyutta otomotiv sektörünü baz alan yatırımcılara ve otomotiv sektörüne yönelik politikalar geliştiren karar alıcılara önemli bilgiler sunulması düşünülmektedir.

## **2. Otomotiv Sektörü, Batarya ve Elektrikli Araçlara İlişkin Çalışmalar**

Ekonominin lokomotif sektörlerinden biri olan otomotiv sektörü, literatürde birçok farklı piyasada sektörü etkileyen faktörler, finansal krizler, iç ve dış dinamikler gibi çeşitli açılardan araştırılmıştır (Chu & Su, 2010; Hannan vd., 2015; Khoury, 2015; Poornima & Swathiga, 2017; Baur & Todorova, 2018; Hermuningsih vd., 2018; Vychytilová vd., 2019; Jain vd., 2023). Hannan vd. (2015) çalışmalarında Asya bölgesinde 1991-2012 yılları arasında çalışma, ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin otomotiv sektörünün rekabet gücü üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada otomotiv sektörünün rekabet gücü karşılaştırmalı üstünlükler endeksi ile ölçülmüştür. Uygulanan panel veri analizi ile Asya'nın hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerinde otomotiv sektörü rekabet gücünün ekonomik performans, beşeri sermaye gelişimi, şehirleşme ve gümrük tarifesi oranı ile pozitif ilişkili; kredi oranı ve karbon emisyonu ile ise negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Chu ve Su (2010) ise çalışmalarında 2008 Küresel krizine bağlı olarak ABD otomotiv sektöründeki gelişmeleri araştırmış ve sektörün istihdam, konut ve enerji fiyatlarındaki yavaş toparlanma nedeniyle kriz öncesi zirveye hızlı bir dönüş yapamayacağını öngörmüştür. Khoury (2015) çalışmasında Avrupa otomotiv şirketlerinin hisse senedi getirilerinin makroekonomik değişkenlere duyarlılığını araştırmak için çoklu endeks modelini uygulamıştır. Ocak 2003-Nisan 2012 dönemini kapsayan çalışmada 15 farklı makroekonomik değişken ve otomotiv sektöründe faaliyet gösteren dokuz Avrupa şirketi baz alınmıştır. Çalışma sonucunda Avrupa otomotiv hisse senedi getirilerinin S&P 350, döviz kuru, ihracat ve platin fiyatından olumlu, alüminyum fiyatı ve işsizlik oranından ise olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Poornima ve Swathiga (2017) ise sermaye varlıkları fiyatlandırma modeli ile Hindistan borsasında otomotiv ve bilişim sektörlerinden seçilen hisse senetlerinin risk ve getirileri

arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma ile otomotiv sektörünün incelenen dönemde düşük risk ve pozitif getiri sağladığı belirlenmiştir. Hermuningsih vd. (2018) çalışmalarında 2011-2015 döneminde Endonezya Borsası'nda işlem gören imalat şirketlerinin hisse senedi getirilerini etkileyen faktörleri araştırmıştır. Çalışma ile ekonomik katma değer in otomotiv şirketlerinde hisse senedi getirilerini etkileyen en baskın değişken olduğu tespit edilmiştir. Vychytilová vd. (2019) otomotiv üreticilerinin hisse senedi fiyatlarındaki oynaklığı hangi makroekonomik faktörlerin etkilediğini araştırmıştır. Çalışmada Ocak 2000- Aralık 2017 döneminde makroekonomik değişkenler ile 11 ülkedeki 39 otomobil üreticisinin baz alınmış ve uygulanan analizler sonucunda otomotiv üreticilerinin hisse senedi getiri oynaklığı ile borsa gelişimi, GSYİH ve işsizlik arasında pozitif; para arzı ve sanayi üretim endeksi arasında negatif bağlantı olduğu tespit edilmiştir. Jain vd. (2023) ise çalışmalarında ham petrol ve otomotiv sektörü arasındaki aşağı yönlü risklerin etkileşimini, Diebold ve Yılmaz (2012, 2014) yaklaşımını kullanarak statik ve zamanla değişen bir perspektifte araştırmıştır. Çalışma ile ham petrol ve otomotiv sektörü arasındaki bağlantılılığının Küresel Finansal Kriz (2007-2009) ve COVID-19 pandemisi (2020-2021) dönemlerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Literatürde otomotiv sektörü kapsamında enerji kaynakları ile elektrikli araçların ilişkisi artan bir ilgi ile birçok çalışmaya konu olmuştur (Baur&Todorova, 2018; Wang vd., 2022; Asadi vd., 2023; Chen vd., 2023; Jiang& Gao, 2023). Baur ve Todorova (2018) çalışmalarında dünyanın en büyük otomotiv üreticilerinin petrol fiyatlarına duyarlılığını analiz etmiş ve sektörde negatif bir petrol fiyatı duyarlılığı tespit etmiştir. Ayrıca bu etkinin, spor amaçlı arazi araçlarına artan popülerite nedeniyle gerçekleştiği ve bununla birlikte etkinin büyük üreticilerin hibrit ve elektrikli araç üretimine başlama veya üretimini artırma çabalarına rağmen güçlendiği de ifade edilmiştir. Wang vd. (2022) çalışmalarında çok ölçekli dalgacık ayrıştırma ve kantil yöntemlerini kullanarak geleneksel yakıtlı, elektrikli ve hibrit araç satışlarının petrol fiyatlarının farklı zaman frekanslarına verdiği heterojen tepkileri analiz etmiştir. Sonuçlar, otomotiv sektörünün her bir alt sektöründe petrol fiyatları ile araç satışları arasındaki bağlantının farklı kantillerde ve frekanslarda değiştiğini ortaya koymaktadır. Çalışma ile özellikle yeşil teknolojiler kapsamında elektrikli araçlara yönelik sübvansiyonların artırılması ve yakıtlı araç üreticilerinin yüksek verimli motorlar geliştirmesinin petrol tüketimini azaltması için gerekli olduğu vurgulanmıştır. Jiang ve Gao (2023) ise çalışmalarında Çin'de şarj ve yakıt fiyatlarındaki değişiklikler ile elektrikli araç satışları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Ocak 2020-Ağustos 2022 dönemini kapsayan çalışma ile farklı gelir gruplarının yakıt ve elektrik fiyatlarındaki

farka karşı farklı hassasiyetlere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yakıt fiyatları ve şarj fiyatlarındaki değişikliklerin düşük ve orta gelirli şehirlerdeki elektrikli araç satışlarını önemli ölçüde etkileyeceği, yüksek gelirli şehirlerdeki elektrikli araç satışları ise etkilemeyeceği ifade edilmiştir. Asadi vd. (2023) çalışmalarında 1998-2023 dönemini baz alarak ham petrol, çelik, ABD doları ve en büyük sermayeye sahip otomotiv firmaları olan Toyota, Daimler ve Volkswagen'in hisse senetleri arasındaki ilişkileri Diebold ve Yilmaz (2012) bağlantılılık yaklaşımı ve zamanla değişen vektör oto regresyon modeli ile analiz etmiştir. Uygulanan analiz sonuçları Volkswagen, Daimler ve Toyota'nın çelik fiyatlarındaki şoklardan ABD doları ve petrol fiyatlarındaki şoklara göre daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Çalışma ile en yüksek sermaye ve satış değerine sahip otomotiv hisselerinin çelik, ABD doları ve petrolden aktarılan hata varyanslarına heterojen tepkiler verdiği belirtilmiş, ayrıca Toyota ve Daimler için çelik fiyatlarının net verici, ABD dolarının ise net alıcı olduğu sonucuna ulaşılmış ve portföy çeşitlendirmesi açısından kullanılabilirliği belirtilmiştir. Chen vd. (2023) ise öğrenme eğrileri ve senaryo analizleri uygulayarak Tayvan'da bir vaka çalışması ile elektrikli araçların sektörler arası ekonomik, enerji ve çevresel etkilerini araştırmıştır. Çalışma ile gelecekte elektrikli araçların önemli bir çıktı değeri yaratacağı, istihdamı artıracacağı ve aynı zamanda enerji harcamalarını da azaltacağı ifade edilmiştir.

Otomotiv sektöründe yaşanan dönüşüm ile birlikte batarya hammaddeleri ve elektrikli araçlar üreticilerinin getirileri arasındaki ilişkiler sıklıkla araştırılmaya başlanmıştır (Mo & Jeon, 2018; Monge & Gil-Alana, 2019; Będowska-Sójka & Górká, 2020; Monge & Gil-Alana, 2021; Gao vd., 2022) Örneğin Mo ve Jeon (2018) çalışmalarında elektrikli araç talebi ile kobalt, lityum, nikel ve manganez gibi batarya hammadde fiyatları arasındaki ilişkileri vektör hata düzeltme modeli yöntemi ile analiz etmiştir. Sonuçlar, elektrikli araç talebinin kobalt ve lityum fiyatlarının kısa dönem dinamiklerinde önemli arz ettiğini göstermektedir. Uzun dönem dengesinde ise lityum ve nikel fiyatları ile kobalt fiyatlarının ters yönlü hareket ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca uygulanan etki tepki sonuçları, elektrikli araç talebinin kobalt fiyatı üzerinde ani bir pozitif etkiye sahip olduğunu ve bu etkinin iki yıl boyunca devam ettiğine işaret etmektedir. Monge ve Gil-Alana (2019) çalışmalarında dünya, Avrupa, ABD ve Japon otomobilleri ve bileşen endeksleri ile birlikte elektrikli araçlarda batarya teknolojisi açısından önemli olan lityum ve kobalt fiyatlarındaki sürekliliği, kesirli entegrasyon ve eşbütünleşmeye dayalı uzun hafıza teknikleri ile analiz etmiştir. Çalışma sonuçları söz konusu değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisi olmadığını, şokların ise oldukça kalıcı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Monge ve Gil-Alana (2021) diğer



bir çalışmalarında, ABD lityum madencilik şirketleri, lityum endüstrisi ve ham petrol fiyatlarının dinamiklerini kesirli eşbütünleşme vektör oto regresif modeli ve sürekli dalgacık dönüşümü ile analiz etmiştir. Çalışma sonuçları lityum madencilik şirketlerinin ve lityum endüstrisinin yüksek frekanslarda (kısa vadede) ham petrol fiyatları ile zayıf korelasyona sahip olduğunu göstermektedir. Gao vd. (2022) çalışmasında lityum fiyatının elektrikli araç tedarik zincirinde yer alan firmaların hisse senedi getirileri üzerindeki etkisini Fama-French beş faktör modelini kullanarak araştırmış ve lityum fiyatındaki değişikliklerin getiriler üzerinde olumsuz etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Beđowska-Sójka ve Górká (2020) ise ABD ve Çin'deki dünyanın en büyük lityum üreticilerinin Brent ham petrol fiyatlarındaki değişimlere karşı fiyat duyarlılığını araştırmıştır. Çalışmada dinamik koşullu korelasyon modelleri ile petrol ve lityum üreticilerinin getirileri arasında oynaklık yayımları analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda Amerikan lityum madenciliği hisse senetleri getirilerinin genel olarak petrol fiyatlarındaki değişimler ile zayıf bir korelasyona sahip olduğu, ancak Çin şirketleri getirilerinden daha güçlü bir korelasyona sahip oldukları tespit edilmiştir.

İncelenen çalışmalardan görülebileceği gibi otomotiv sektöründe getirileri elektrikli araçlar, enerji fiyatları ve batarya hammaddeleri kapsamında ele alan birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak batarya sektörü kapsamında gelişen teknolojilere bağlı olarak performansın otomotiv sektörü ile ilişkisini kapsamlı bir veri seti ile araştıran çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile farklı ülkelerin otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkilerin belirlenmesine yönelik yapılacak bu çalışma ile literatürdeki boşluğun giderilmesi planlanmaktadır.

### 3. Data ve Metodoloji

Çalışmanın temel amacı elektrikli araçlar açısından büyük önem arz eden batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda uygulanacak analizlerde batarya sektörü performansı kapsamında logaritmik INDXX Küresel Batarya Geri Dönüşüm ve Üretim endeksi (KBGDÜ) baz alınmıştır. Endeks temasında; batarya geri dönüşümü, halihazırda batarya geri dönüşümü işiyle uğraşan veya ikincil bataryaların geri dönüşümüyle ilgilenen iştirak(ler)i olan şirketleri, batarya hammaddeleri (üretim ve arıtma) ikincil batarya hammaddelerinin rafine edilmesi, üretimi ve geri dönüşümü ile ilgilenen şirketleri, batarya hücresi üretimi ise ikincil batarya üretiminde yer alan şirketleri ifade etmektedir. Endeks kapsamında nihai portföy toplamı gelişmiş veya gelişmekte olan piyasalarda listelenmiş 40 firmayı geçmemekte, ayrıca bu firmaların en az 1 milyar dolarlık toplam piyasa değeri ve 6 aylık

ortalama günlük cironun 1 milyon dolar veya üzerinde olması gerekliliğine ilişkin kriterler bulunmaktadır<sup>2</sup>.

Otomotiv sektör getirileri için ise 32 ülkenin (Arjantin - ARG, Avustralya - AUS, Avusturya - AUT, Belçika - BEL, Bulgaristan - BGR, Brezilya - BRA, Kanada - CAN, İsviçre - CHE, Çin - CHN, Almanya - DEU, İspanya - ESP, Finlandiya - FIN, Fransa - FRA, İngiltere - GBR, Hong Kong - HKG, Hırvatistan - HRV, Endonezya - IDN, Hindistan - IND, İtalya - ITA, Japonya - JAP, Güney Kore - KOR, Fas - MAR, Meksika - MEX, Malezya - MYS, Polonya - POL, Portekiz - PRT, Romanya - ROU, Singapur - SGP, İsveç - SWE, Tayvan - TWN, Türkiye - TUR, Amerika Birleşik Devletleri - USA) otomotiv ve otomotiv donanımları sektör endekslerinin getirileri kullanılmıştır. Çalışmada KBGDÜ endeksinin hesaplanmaya başlandığı 3/31/2020 tarihi baz alınarak 4/01/2020- 12/08/2023 tarihleri arasında söz konusu endeksler arasındaki ilişki sınımıştır. Belirtilen tüm endeks verileri, Thomson&Reuters Refinitiv veri tabanından temin edilmiştir.

Şekil 1'den de görülebileceği gibi tarihsel süreç içerisinde hem dünya genelinde hem de ülkeler bazında otomotiv sektöründe birçok farklı kriz ve buna bağlı olarak yapısal kırılmalar yaşanmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan dönem içinde ise başlı başına COVID-19 pandemisi otomotiv sektörünün hem arz hem de talep boyutunda önemli sorunlara yol açmıştır (Chen & Yeh, 2021). Bu nedenle, belirtilen dönemde çalışma amacı doğrultusunda söz konusu endeksler arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için yapısal kırılmaları dikkate alan Pata ve Yılancı (2020) Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testi uygulanmıştır. Pata ve Yılancı (2020), Nazlıoğlu vd. (2016) Fourier Toda ve Yamamoto nedensellik testini geliştirerek, kesirli sayılar ile birlikte frekansın belirlenmesinde olanak sağlamıştır. Christopoulos ve Leon-Ledesma (2011) çalışmalarında frekans değerinin tamsayı olması durumunda geçici kırılmaları, kesirli olması durumunda ise kalıcı kırılmaları ifade ettiğini belirtmiştir. İlişki yapısının geçici mi yoksa kalıcı mı olduğunun belirlenebilmesi için söz konusu nedensellik testinin kullanılması oldukça önemlidir. Pata ve Yılancı (2020) nedensellik testinde, Fourier fonksiyonları eklenerek genişletilmiş gecikmesi artırılmış VAR (LA-VAR) modeli;

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^{l+d \max} \theta_i Z_{t-i} + \sum_{i=1}^{l+d \max} \phi_i W_{t-i} + u_t \quad (1)$$

2 Detaylı bilgiye [https://indxx.com/indices/thematic-indices/indxx\\_global\\_battery\\_recycling\\_index](https://indxx.com/indices/thematic-indices/indxx_global_battery_recycling_index) adresi üzerinden ulaşılabilir.

$$W_t = \delta_0 + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^{l+dmax} \varphi_i W_{t-i} + \sum_{i=1}^{l+dmax} \phi_i Z_{t-i} + \vartheta_t \quad (2)$$

Burada  $l$  ve  $dmax$  sırasıyla VAR modelinin optimal gecikme uzunluğunu ve değişkenlerin bütünleşme seviyesinin maksimum derecesini göstermektedir. Ayrıca,  $k$  frekansı;  $t$  trendi ve  $T$  ise sırasıyla örneklemedeki gözlemi ifade etmektedir. Küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksinden otomotiv sektör endeks getirilerine olan nedensellik ilişkisinin varlığını belirleyebilmek için 1. ve 2. eşitlikte belirtilen gecikmesi artırılmış VAR (LA-VAR) modeli kullanılarak sıfır hipotezi test edilmektedir,  $\phi = 0$ ,  $\forall_i = 1, 2, \dots, l$ . Bununla birlikte söz konusu testte, kritik değerler bootstrap simülasyonu ile elde edilmektedir (Pata&Yılancı, 2020).

#### 4. Analiz Sonuçları

Küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi ile 32 ülkenin otomotiv sektör getirilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera	ADF	PP
LKBGDÜ	7.8338	0.2732	-1.732	5.001	641.86 *	-4.135 *	-4.468 *
ARG_AUTO	0.0035	0.0239	1.379	10.12	2338.9 *	-26.55 *	-26.39 *
AUS_AUTO	0.0004	0.0192	-0.326	6.694	564.69 *	-32.59 *	-32.61 *
AUT_AUTO	-0.0003	0.0193	0.411	6.517	523.37 *	-31.62 *	-31.67 *
BEL_AUTO	0.0014	0.0226	0.993	13.13	4277.0 *	-21.06 *	-32.24 *
BGR_AUTO	0.0000	0.0192	0.408	6.743	589.05 *	-25.73 *	-32.99 *
BRA_AUTO	0.0007	0.0275	-0.619	9.099	1553.8 *	-31.10 *	-31.11 *
CAN_AUTO	0.0005	0.0184	-0.120	8.460	1198.4 *	-30.82 *	-30.82 *
CHE_AUTO	0.0008	0.0242	-0.340	5.975	373.63 *	-27.90 *	-27.99 *
CHN_AUTO	0.0004	0.0193	0.178	3.950	41.330 *	-31.02 *	-31.07 *
DEU_AUTO	0.0006	0.0181	0.272	6.831	600.81 *	-29.96 *	-29.97 *
ESP_AUTO	0.0005	0.0199	0.157	5.417	238.26 *	-30.22 *	-30.22 *
FIN_AUTO	-0.0010	0.0289	-1.588	13.94	5206.4 *	-32.50 *	-32.46 *
FRA_AUTO	0.0004	0.0196	-0.032	5.970	354.14 *	-30.95 *	-30.95 *
GBR_AUTO	-0.0002	0.0331	0.570	9.488	1741.4 *	-31.15 *	-31.14 *
HKG_AUTO	-0.0003	0.0276	0.329	5.209	213.30 *	-29.69 *	-29.71 *
HRV_AUTO	-0.0001	0.0203	-0.993	24.24	1826.1 *	-19.38 *	-32.75 *
IDN_AUTO	0.0003	0.0187	0.277	4.794	141.45 *	-33.66 *	-33.72 *

IND_AUTO	0.0012	0.0139	0.270	10.37	2190.0 *	-29.59 *	-29.56 *
ITA_AUTO	0.0011	0.0181	-0.047	4.939	151.22 *	-30.63 *	-30.63 *
JAP_AUTO	0.0007	0.0150	-0.066	4.171	55.747 *	-29.98 *	-29.99 *
KOR_AUTO	0.0007	0.0177	0.855	10.05	2113.8 *	-31.29 *	-31.31 *
MAR_AUTO	0.0001	0.0192	-0.023	5.115	179.62 *	-34.48 *	-36.15 *
MEX_AUTO	-0.0001	0.0234	0.353	6.062	396.28 *	-27.71 *	-27.87 *
MYS_AUTO	0.0005	0.0143	0.929	9.182	1671.9 *	-35.36 *	-35.23 *
POL_AUTO	0.0016	0.0235	0.644	7.404	844.98 *	-34.87 *	-35.09 *
PRT_AUTO	0.0006	0.0428	-1.063	22.91	1608.8 *	-28.00 *	-54.11 *
ROU_AUTO	0.0009	0.0528	-0.810	27.78	2474.2 *	-29.67 *	-29.70 *
SGP_AUTO	0.0004	0.0153	0.465	7.117	714.84 *	-29.99 *	-30.04 *
SWE_AUTO	-0.0012	0.0331	0.255	4.643	67.820 *	-21.96 *	-21.96 *
TUR_AUTO	0.0028	0.0262	-0.011	5.012	162.52 *	-31.31 *	-31.54 *
TWN_AUTO	0.0004	0.0153	0.331	5.956	368.12 *	-30.71 *	-30.71 *
USA_AUTO	0.0014	0.0309	-0.182	4.477	92.851 *	-31.85 *	-31.84 *

\*%1 \*\*%5 \*\*\*%10 anlam düzeyini göstermektedir.

4/01/2020- 12/08/2023 tarihleri arasında sırasıyla Arjantin, Türkiye, Polonya, İtalya, Hindistan, Belçika ve ABD otomotiv sektörleri ortalama en yüksek getiriye sahiptir. Tablo 1'den görülebileceği gibi İsveç, Finlandiya, Avusturya, Hong Kong, İngiltere, Hırvatistan, Meksika ve Bulgaristan ülkelerinde otomotiv sektörleri negatif yüksek getiriye sahiptir. Bununla birlikte sırasıyla Romanya, Portekiz, İngiltere, İsveç, ABD, Finlandiya, Hong Kong ve Brezilya en yüksek; Hindistan, Malezya, Japonya, Singapur, Tayvan ve Güney Kore ülkelerinde otomotiv sektör getirileri en düşük riske sahiptir. Sonuçlar özellikle Asya-Pasifik bölgesinde bulunan ülkelerde otomotiv sektörlerine ilişkin getirilerdeki düşük risk profiline işaret etmektedir. Tanımlayıcı istatistiklere göre ele alınan tüm ülkelerin otomotiv sektör getirileri düşük çarpıklık değerlerine sahip olmakla birlikte küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi, Finlandiya, Portekiz, Hırvatistan, Romanya, Brezilya, İsviçre, Avustralya, ABD, Kanada, Japonya, İtalya, Fransa, Fas ve Türkiye otomotiv sektör getirilerinin çarpıklık değerleri negatiftir. Bununla birlikte küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi ile birlikte incelenen tüm ülkelerin otomotiv sektör getirileri yüksek basıklık değerlerine sahiptir. Jarque-Bera istatistikleri çalışma kapsamında ele alınan tüm serilerin normal dağılmadığını göstermektedir.

Çalışmada ele alınan endekslerin durağanlıkları ADF ve PP birim kök testleri sınamış ve sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir. Birim kök testi sonuçları, küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi ve ele alınan tüm ülkelerin otomotiv sektör getirilerinin birim kök içermediğini göstermektedir. Çalışmada ayrıca küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi ve ülke bazlı otomotiv sektör getirileri arasındaki korelasyonlar katsayıları hesaplanmış ve sonuçlar Ek 1’de gösterilmiştir. Korelasyon sonuçlarına göre küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi ile sadece Hindistan, Singapur ve Türkiye otomobil sektör getirileri arasında anlamlı düşük düzeyli ilişkiler bulunmaktadır.

İlerleyen aşamada çalışmanın temel amacına ulaşmak ve belirlenen diğer araştırma sorularını cevaplamak üzere; elektrikli araçlar açısından büyük önem arz eden batarya sektöründe yer alan firmaların performansı ile farklı ülkelerdeki otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkiler hem geleneksel nedensellik hem de Pata ve Yılcı (2020) tarafından geliştirilen Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testleri ile analiz edilmiştir.

*“Hangi ülkelerin otomotiv sektör getirileri ile batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ilişkilidir? Yapısal değişimlerin dikkate alınması durumunda batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile ülke bazlı otomotiv sektör getirileri arasında tespit edilen ilişkiler değişmekte midir?”*

Çalışmada, batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için öncelikle geleneksel nedensellik testleri uygulanmış ve sonuçlar Ek 2’de verilmiştir. Geleneksel nedensellik testleri sonuçlarına göre küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksinden Avustralya, Avusturya, İsviçre, Hong Kong, Endonezya, Hindistan, Japonya, Güney Kore, Singapur ve Tayvan otomotiv sektör getirilerine nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Ancak geleneksel nedensellik testleri yapısal kırılmaları dikkate almamakta, bu nedenle yapısal kırılmaların varlığı durumunda sınanan ilişkilerin varlığı belirlenemeyebilmektedir. Bu nedenle çalışmanın temel amacına ulaşmak ve diğer araştırma sorularını cevaplamak üzere söz konusu endeksler arasındaki ilişki Pata ve Yılcı (2020) tarafından geliştirilen Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testi ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

*Tablo 2. Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) Nedensellik Testi Sonuçları*

H <sub>0</sub> Hipotezi	Wald İstatistiği	Bootstrap Olasılık Değeri	Uygun Gecikme	Frekans
KBGDÜ ≠> ARG_AUTO	0.952	0.348	1	2.2
KBGDÜ ≠> AUS_AUTO	9.197	0.028*	3	0.1
KBGDÜ ≠> AUT_AUTO	4.627	0.040*	1	3.4
KBGDÜ ≠> BEL_AUTO	0.047	0.831	1	2.4
KBGDÜ ≠> BGR_AUTO	0.046	0.837	1	2.1
KBGDÜ ≠> BRA_AUTO	1.445	0.476	2	0.7
KBGDÜ ≠> CAN_AUTO	0.022	0.889	1	4.5
KBGDÜ ≠> CHE_AUTO	7.268	0.007*	1	2.2
KBGDÜ ≠> CHN_AUTO	2.764	0.098***	1	3.7
KBGDÜ ≠> DEU_AUTO	0.141	0.702	1	2.2
KBGDÜ ≠> ESP_AUTO	0.898	0.340	1	4.6
KBGDÜ ≠> FIN_AUTO	2.581	0.111	1	3.6
KBGDÜ ≠> FRA_AUTO	0.109	0.754	1	0.1
KBGDÜ ≠> GBR_AUTO	5.950	0.053***	2	0.1
KBGDÜ ≠> HKG_AUTO	16.87	<0.001*	1	4.9
KBGDÜ ≠> HRV_AUTO	1.902	0.770	4	1.9
KBGDÜ ≠> IDN_AUTO	7.452	0.022**	2	2.4
KBGDÜ ≠> IND_AUTO	15.03	0.001*	2	4.7
KBGDÜ ≠> ITA_AUTO	0.446	0.509	1	0.1
KBGDÜ ≠> JAP_AUTO	16.77	<0.001*	2	3.3
KBGDÜ ≠> KOR_AUTO	20.10	<0.001*	2	0.1
KBGDÜ ≠> MAR_AUTO	0.038	0.831	1	2.2
KBGDÜ ≠> MEX_AUTO	4.836	0.024**	1	4.7
KBGDÜ ≠> MYS_AUTO	3.110	0.077***	1	0.1
KBGDÜ ≠> POL_AUTO	3.174	0.056***	1	2.2
KBGDÜ ≠> PRT_AUTO	1.858	0.368	2	0.1
KBGDÜ ≠> ROU_AUTO	0.359	0.262	1	4.7
KBGDÜ ≠> SGP_AUTO	18.31	<0.001*	2	3.4
KBGDÜ ≠> SWE_AUTO	2.795	0.083***	1	4.0
KBGDÜ ≠> TUR_AUTO	2.793	0.086***	1	4.5
KBGDÜ ≠> TWN_AUTO	27.51	<0.001*	2	0.1
KBGDÜ ≠> USA_AUTO	0.083	0.793	1	4.6

\*%1 \*\*%5 \*\*\*%10 anlam düzeyini göstermektedir.

FFFF-TY nedensellik testi sonuçları, geleneksel nedensellik testi sonuçlarına göre küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksinden ayrıca Çin, İngiltere, Meksika, Malezya, Polonya, İsveç ve Türkiye otomotiv sektör getirilerine nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. FFFF-TY nedensellik testi sonuçları, geleneksel nedensellik testi sonuçlarına göre yapısal değişimlerin dikkate alınması durumunda batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile 17 ülkenin otomotiv sektör getirileri arasında nedensel ilişki bulunduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle FFFF-TY nedensellik testi ile ele alınan ülkelerin yarısından fazlasında küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksinden otomotiv sektör getirilerine nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

*“Batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansında yaşanan değişim ile otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişkiler kalıcı mı yoksa geçici bir yapıya sahiptir?”*

Tablo 2’den görülebileceği gibi FFFF-TY nedensellik testi sonuçları İsveç dışında batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansından Avustralya, Avusturya, İsviçre, Çin, İngiltere, Hong Kong, Endonezya, Hindistan, Japonya, Güney Kore, Meksika, Malezya, Polonya, Singapur, Tayvan ve Türkiye otomotiv sektör getirilerine kalıcı nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Bu sonuç, dünya geneli kapsamında tespit edilen ilişkilerde, otomotiv sektöründe batarya sektörü ile birlikte elektrikli araçlar ile yaşanan değişimin geçici bir yapıya sahip olmadığını ortaya koymaktadır.

*“Batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansı ile ülke bazlı otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişki bölgesel olarak farklılık göstermekte midir?”*

Uygulanan analizler sonucunda çalışmada dünya genelin temsil eden 32 ülkenin 17’sinde küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksi ile otomotiv sektör getirileri arasında nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Belirlenen ilişki yapısı, ekonomik gelişmişlik seviyesi fark etmeksizin batarya sektöründe faaliyet gösteren firmaların performansının otomotiv sektör getirileri ile ilişki olduğunu göstermektedir. Ancak sonuçlar coğrafi açıdan incelendiğinde, çalışma kapsamında ele alınan tüm Asya-Pasifik ülkelerinde (Çin, Hong Kong, Endonezya, Hindistan, Japonya, Güney Kore, Malezya ve Singapur) söz konusu ilişki yapısı tespit edilmiştir.

## 5. Sonuç

Çalışmada elektrikli araçlar açısından büyük önem arz eden batarya hammaddeleri, batarya üretimi ve batarya geri dönüşümü içinde yer alan firmaların performansı ile farklı ülkelerdeki otomotiv sektör getirileri

arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; 4/01/2020- 12/08/2023 tarihleri arasında, global bazda batarya sektöründe yer alan firmaların performansını ölçen INDXX Küresel Batarya Geri Dönüşüm ve Üretim Endeksi (KBGDÜ) ile 32 ülkenin otomotiv sektör endeks getirileri arasındaki ilişki hem geleneksel hem de Pata ve Yılançı (2020) tarafından geliştirilen Kesirli Frekanslı Esnek Fourier Formunda Toda ve Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testi ile analiz edilmiştir.

Uygulanan testler sonucunda, çalışma kapsamında ele alınan ülkelerin yarısından fazlasında küresel batarya geri dönüşüm ve üretim endeksinden otomotiv sektör getirilerine nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, elektrikli araçlar dolayısıyla otomotiv sektöründe yaşanan dönüşümün belirli ülkeler ile sınırlı kalmadığı ve dünya genelinde yaşandığını belirtmektedir. Çalışma ile ayrıca dünya geneli kapsamında tespit edilen ilişkilerde, otomotiv sektöründe batarya sektörü ile birlikte elektrikli araçlar ile yaşanan değişimin geçici bir yapıya sahip olmadığı ortaya konmuştur. Diğer bir ifadeyle batarya teknolojisinde yaşanan gelişim ve düşen maliyetlere bağlı olarak otomotiv sektöründe geri dönülmez bir dönüşüm yaşanmakta ve bu durum dünya genelinde etkisini göstermektedir. Çalışma sonucunda ayrıca belirlenen ilişki yapılarının ekonomik gelişmişlik seviyesi ile ilgili olmadığı, ancak coğrafi açıdan incelendiğinde çalışma kapsamında ele alınan tüm Asya-Pasifik ülkelerinde söz konusu ilişki yapısının var olduğu belirlenmiştir. Bu durum ise ekonomik gelişmişlikten farklı olarak, gelişmekte olan ülkelere dahi sektörel dönüşümlerde hızlı davranılması ve büyük yatırımların yapılması durumunda diğer ülkelere göre önemli avantajlar sağlanabileceğini göstermektedir.

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, özellikle uluslararası boyutta otomotiv sektörünü baz alan yatırımcıların batarya teknolojilerinde yaşanan gelişmeleri ve buna bağlı olarak değişen maliyetleri dikkate alarak, risk algılarına göre Asya-Pasifik ülkelerinde otomotiv sektörlerine yatırım yapmaları tavsiye edilebilir. Ayrıca politika yapıcı ve karar alıcıların otomotiv sektöründe yaşanan bu radikal dönüşümü göz önüne alarak sektördeki yapısal değişime rakiplerine göre önemli teşvikler sağlamaları önerilebilir. İlerleyen çalışmalarda ise batarya maliyetleri ve otomotiv sektör getirileri arasındaki ilişki daha geniş bir seti ve zamanla değişen formda analiz edilerek, geleneksel otomotiv sektörüne ilişkin bir risk haritası çıkarılabilir.



## Reference

- Asadi, M., Balcilar, M., Sheikh, U. A., Roubaud, D., & Ghasemi, H. R. (2023). Are there inextricable connections among automobile stocks, crude oil, steel, and the US dollar? *Energy Economics*, *128*, 107176. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107176>
- Baur, D. G., & Todorova, N. (2018). Automobile manufacturers, electric vehicles and the price of oil. *Energy Economics*, *74*, 252-262. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.034>
- Będowska-Sójka, B., & Górka, J. (2022). The lithium and oil markets – dependencies and volatility spillovers. *Resources Policy*, *78*, 102901. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102901>
- Chen, H., & Yeh, C. (2021). Global financial crisis and COVID-19: Industrial reactions. *Finance Research Letters*, *42*, 101940. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.101940>
- Chen, C., Huang, Y., Wu, J., & Lin, H. (2023). Assessing the cross-sectoral economic–energy–Environmental impacts of electric-vehicle promotion in Taiwan. *Sustainability*, *15*(19), 14135. <https://doi.org/10.3390/su151914135>
- 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>
- Chu, T. H., & Su, Y. (2010). Will the U.S. auto market come back?. *Business Economics*, *45*(4), 253-265. <https://doi.org/10.1057/be.2010.29>
- Edelenbosch, O., Hof, A., Nykvist, B., Girod, B., & Vuuren, D. (2018). Transport electrification: the effect of recent battery cost reduction on future emission scenarios. *Climatic Change*, *151*, 95-108. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2250-y>
- Fredriksson, G., Roth, A., Tagliapietra, S., & Veugelers, R. (2018). *Is the European automotive industry ready for the global electric vehicle revolution?*. (No. 2018/26). Bruegel Policy Contribution. [https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp\\_attachments/PC-26\\_2018\\_1.pdf](https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp_attachments/PC-26_2018_1.pdf)
- Frieske, B., & Stieler, S. (2022). The “Semiconductor crisis” as a result of the COVID-19 pandemic and impacts on the automotive industry and its supply chains. *World Electric Vehicle Journal*, *13*(10), 189. doi:10.3390/wevj13100189
- Gao, J., Jia, Q., & Yuan, Y. (2022). The impact of lithium price on electric vehicle supply chain based on multi-factors Fama-French models. *Atlantis Highlights in Intelligent Systems*, 813-826. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-030-5\\_80](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-030-5_80)

- Günther, H., Kannegiesser, M., & Autenrieb, N. (2015). The role of electric vehicles for supply chain sustainability in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 90, 220-233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.058>.
- Hannan, A., Haider, F., Ahmad, N., & Ishaq, T. (2015). Impact of economic, social and environmental variables on competitiveness of automotive industry: Evidence from panel data. *International Journal of Economic Behavior and Organization*, 3(1), 10-17. <https://doi.org/10.11648/j.ijebo.20150301.12>
- Hermuningsih, S., Rahmawati, A. D., & Mujino, M. (2018). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Return Saham. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 19(3), 78-89. <http://dx.doi.org/10.30659/ekobis.19.3.78-89>
- International Energy Agency. (2023, February 27). *Trends in batteries – Global EV outlook 2023 – Analysis*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-batteries>
- International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. (2023). *Production statistics*. [www.oica.net](http://www.oica.net). <https://www.oica.net/category/production-statistics/>
- Jain, P., Maitra, D., & Kang, S. H. (2023). Oil price and the automobile industry: Dynamic connectedness and portfolio implications with downside risk. *Energy Economics*, 119, 106537. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106537>
- Jiang, Z., & Gao, X. (2023). Will changes in charging and gasoline prices affect electric vehicle sales? Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31389-5>
- Khoury, R. M. (2015). Do macroeconomic factors matter for stock returns? Evidence from the European automotive industry. *International Journal of Monetary Economics and Finance*, 8(1), 71-84. <https://doi.org/10.1504/ijmef.2015.069170>
- Łojek, P. (2020). The relationship between profitability and financial liquidity among the importers of best-selling brands of new cars in Poland. *Central European Economic Journal*, 7(54), 127-142. <https://doi.org/10.2478/ceej-2020-0011>
- Meade, D. (1995). The Impact of the Electric Car on the US Economy: 1998–2005. *Economic Systems Research*, 7, 413-438. <https://doi.org/10.1080/09535319500000005>.
- Mo, J., & Jeon, W. (2018). The impact of electric vehicle demand and battery recycling on price dynamics of lithium-ion battery cathode materials: A vector error correction model (VECM) analysis. *Sustainability*, 10(8), 2870. <https://doi.org/10.3390/su10082870>

- Monge, M., & Gil-Alana, L. A. (2019). Automobile components: Lithium and Cobalt. Evidence of persistence. *Energy*, *169*, 489-495. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.068>
- Monge, M., & Gil-Alana, L. A. (2021). Lithium industry and the U.S. crude oil prices. A fractional cointegration VAR and a continuous wavelet transform analysis. *Resources Policy*, *72*, 102040. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102040>
- Nazlioglu, S., Gormus, N. A., & Soytaş, 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>
- Pandyaswargo, A. H., Wibowo, A. D., Maghfiroh, M. F., Rezqita, A., & Onoda, H. (2021). The emerging electric vehicle and battery industry in Indonesia: Actions around the nickel ore export ban and a SWOT analysis. *Batteries*, *7*(4), 80. doi:10.3390/batteries7040080
- Pata, U. K., & Yilanci, V. (2020). Financial development, globalization and ecological footprint in G7: Further evidence from threshold cointegration and fractional frequency causality tests. *Environmental and Ecological Statistics*, *27*(4), 803-825. <https://doi.org/10.1007/s10651-020-00467-z>
- Pavlínek, P. (2012). The impact of the 2008–2009 crisis on the automotive industry: Global trends and firm-level effects in Central Europe. *European Urban and Regional Studies*, *22*(1), 20-40. <https://doi.org/10.1177/0969776412460534>
- Poornima, S., & Swathiga, P. (2017). A study on relationship between risk and return analysis of selected stocks on NSE using capital asset pricing model. *International Journal of Applied Research*, *3*(17), 375-378. <https://www.allresearchjournal.com/archives/2017/vol3issue7/PartF/3-7-3-739.pdf>
- Rae, J. B., & Kinder, A. K. (2023, December 22). *automotive industry*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>
- Teece, D. (2018). Tesla and the Reshaping of the Auto Industry. *Management and Organization Review*, *14*, 501-512. <https://doi.org/10.1017/mor.2018.33>
- Vychytilová, J., Pavelková, D., Pham, H., & Urbánek, T. (2019). Macroeconomic factors explaining stock volatility: Multi-country empirical evidence from the auto industry. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, *32*(1), 3333-3347. <https://doi.org/10.1080/1331677x.2019.1661003>
- Wang, K., Su, C., Xiao, Y., & Liu, L. (2022). Is the oil price a barometer of China's automobile market? From a wavelet-based quantile-on-quantile

regression perspective. *Energy*, 240, 122501. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122501>

- Wesseling, J., Niesten, E., Faber, J., & Hekkert, M. (2015). Business strategies of incumbents in the market for electric vehicles: opportunities and incentives for sustainable innovation. *Business Strategy and The Environment*, 24, 518-531. <https://doi.org/10.1002/BSE.1834>.
- Zhang, Q., Ou, X., & Zhang, X. (2018). Future penetration and impacts of electric vehicles on transport energy consumption and CO2 emissions in different Chinese tiered cities. *Science China Technological Sciences*, 61, 1483-1491. <https://doi.org/10.1007/S11431-018-9278-8>.

*Ek 1- KBGDÜ ve Ülke Bazlı Otomotiv Sektör Getirileri Arasındaki Korelasyonlar*

	-0.011		0.081
KBGDÜ, ARG_AUTO	(-0.247)	KBGDÜ, IDN_AUTO	(1.898)
	0.805		0.058
	0.059		0.009
KBGDÜ, AUS_AUTO	(1.372)	KBGDÜ, IND_AUTO	(0.215)
	0.171		0.830
	0.009		-0.027
KBGDÜ, AUT_AUTO	(0.204)	KBGDÜ, ITA_AUTO	(-0.627)
	0.838		0.531
	0.018		0.057
KBGDÜ, BEL_AUTO	(0.428)	KBGDÜ, JAP_AUTO	(1.347)
	0.669		0.179
	0.015		0.010
KBGDÜ, BGR_AUTO	(0.341)	KBGDÜ, KOR_AUTO	(0.239)
	0.733		0.811
	-0.027		-0.027
KBGDÜ, BRA_AUTO	(-0.622)	KBGDÜ, MAR_AUTO	(-0.643)
	0.534		0.520
	-0.004		-0.024
KBGDÜ, CAN_AUTO	(-0.083)	KBGDÜ, MEX_AUTO	(-0.564)
	0.934		0.573
	0.010		-0.043
KBGDÜ, CHE_AUTO	(0.239)	KBGDÜ, MYS_AUTO	(-1.014)
	0.811		0.311
	0.054		0.013
KBGDÜ, CHN_AUTO	(1.274)	KBGDÜ, POL_AUTO	(0.309)
	0.203		0.757
	0.015		0.016
KBGDÜ, DEU_AUTO	(0.347)	KBGDÜ, PRT_AUTO	(0.380)
	0.729		0.704
	0.008		0.036
KBGDÜ, ESP_AUTO	(0.186)	KBGDÜ, ROU_AUTO	(0.845)
	0.852		0.399
	-0.074		0.119
KBGDÜ, FIN_AUTO	(-1.748)	KBGDÜ, SGP_AUTO	(2.806)
	0.081		0.005
	-0.022		0.038
KBGDÜ, FRA_AUTO	(-0.513)	KBGDÜ, SWE_AUTO	(0.900)
	0.608		0.369

	0.019		0.082
KBGDÜ, GBR_AUTO	(0.446)	KBGDÜ, TUR_AUTO	(1.929)
	0.656		0.054
	0.042		0.015
KBGDÜ, HKG_AUTO	(0.990)	KBGDÜ, TWN_AUTO	(0.357)
	0.323		0.721
	0.047		0.041
KBGDÜ, HRV_AUTO	(1.090)	KBGDÜ, USA_AUTO	(0.952)
	0.276		0.342

---

*Korelasyon sonuçlarını içeren hücrede ilk değer korelasyon katsayısını, parantez içi ikinci değer t-istatistiğini, üçüncü değer ise olasılık değerini ifade etmektedir.*

*Ek 2-Geleneksel Nedensellik Testi Sonuçları*

H <sub>0</sub> Hipotezi	Olasılık Değeri	H <sub>0</sub> Hipotezi	Olasılık Değeri
KBGDÜ ≠> ARG_AUTO	0.186	KBGDÜ ≠> IDN_AUTO	0.039
KBGDÜ ≠> AUS_AUTO	0.016**	KBGDÜ ≠> IND_AUTO	<0.001*
KBGDÜ ≠> AUT_AUTO	0.002*	KBGDÜ ≠> ITA_AUTO	0.239
KBGDÜ ≠> BEL_AUTO	0.594	KBGDÜ ≠> JAP_AUTO	0.002*
KBGDÜ ≠> BGR_AUTO	0.556	KBGDÜ ≠> KOR_AUTO	0.001*
KBGDÜ ≠> BRA_AUTO	0.118	KBGDÜ ≠> MAR_AUTO	0.912
KBGDÜ ≠> CAN_AUTO	0.153	KBGDÜ ≠> MEX_AUTO	0.156
KBGDÜ ≠> CHE_AUTO	0.003*	KBGDÜ ≠> MYS_AUTO	0.137
KBGDÜ ≠> CHN_AUTO	0.133	KBGDÜ ≠> POL_AUTO	0.179
KBGDÜ ≠> DEU_AUTO	0.188	KBGDÜ ≠> PRT_AUTO	0.699
KBGDÜ ≠> ESP_AUTO	0.169	KBGDÜ ≠> ROU_AUTO	0.424
KBGDÜ ≠> FIN_AUTO	0.135	KBGDÜ ≠> SGP_AUTO	0.004*
KBGDÜ ≠> FRA_AUTO	0.751	KBGDÜ ≠> SWE_AUTO	0.222
KBGDÜ ≠> GBR_AUTO	0.450	KBGDÜ ≠> TUR_AUTO	0.150
KBGDÜ ≠> HKG_AUTO	<0.001*	KBGDÜ ≠> TWN_AUTO	0.001*
KBGDÜ ≠> HRV_AUTO	0.855	KBGDÜ ≠> USA_AUTO	0.114

*\*\*%1 \*\*%5 \*\*\*%10 anlam düzeyini ifade etmektedir.*

