T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

Elektrikli Araçların Yaygınlaşmasının Türkiye'nin Enerji İthalatı Üzerinden Dış Ticaret Açığına Etkileri

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serhat Tamçakır
ORCID: 0009-0002-8704-3320

Enstitü Anabilim Dalı : Uluslararası Ticaret
Enstitü Bilim Dalı : Uluslararası Ticaret

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Halil Şimdi
ORCID: 0000-0002-9395-0667

Haziran 2026

ÖNSÖZ

"Öğrenmenin yaşı yoktur" düsturuyla, yuvam addettiğim Sakarya Üniversitesi çatısı altında, görece ileri bir yaşta adım atma fırsatı bulduğum bu serüvende ilk günden beri manevi desteklerini yanımda hissettiğim babam Adnan Tamçakır'a, annem Hüsniye Tamçakır'a, kardeşim Doç. Dr. Ayşe Selin Kocaman'a, değerli eşim Hajar Benfaida'ya ve kızlarım Berin ile Beliz Tamçakır'a sevgi ve sonsuz teşekkürlerimle...

Ayrıca başta danışman hocam Doç. Dr. Halil Şimdi olmak üzere, ana bilim dalı başkanlarımız Prof. Dr. Hakan Tunahan'a, Prof. Dr. Ahmet Yağmur Ersoy'a ve emeği geçen tüm değerli hocalarıma şükranlarımı sunmayı borç bilirim.

Serhat Tamçakır
02.06.2026

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ii
KISALTMALAR iv
ŞEKİLLER vi
ÖZET vi
ABSTRACT vii
GİRİŞ 1
BÖLÜM 1. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİ 7
1.1. Elektrikli Araçların Gelişimi 7
1.1.1. Elektrikli Araçlara Geçisin Temel Dinamikleri 11
1.1.2. Elektrikli Araçların Küresel Görünümü 15
1.2. TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİ VE PETROL BAĞIMLILIĞI 27
1.2.1. Türkiye'nin Dış Ticaret Açığı ve Petrol İthalatı 29
1.2.2. Türkiye'nin Enerji Kaleminden Arındırılmış Dış Ticareti 35
1.2.3. Türkiye'de Petrol Bağımlılığının Azaltılması İçin Yapılan Girişimler 39
BÖLÜM 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE YAZIN ARAŞTIRMASI 41
2.1. Faktör Donatımı Teorisi ve Doğal Kaynaklar 42
2.2. Bağımlılık Teorisi ve Enerji Güvenliği 44
2.3. Yazın Araştırması 46
BÖLÜM 3. EKONOMETRiK ANALİZ VE BULGULAR 50
3.1. Araştırmanın Yöntemi 51
3.2. Araştırmanın Analizi 54
3.2.1 Araştırmanın Veri Seti 54
3.2.2 Ampirik Bulgular 57
SONUÇ VE ÖNERİLER 70
KAYNAKÇA 79

KISALTMALAR

AA : Anadolu Ajansı
AB : Avrupa Birliği
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
ADF : Augmented Dickey-Fuller birim kök testi
AIC : Akaike bilgi kriteri
AR-GE : Araştırma ve geliştirme
BCG : Breitung-Candelon frekans alanı Granger nedensellik testi
BPM6 : Ödemeler Dengesi ve Uluslararası Yatırım Pozisyonu El Kitabı
CAAM : China Association of Automobile Manufacturers
CGE : Hesaplanabilir genel denge modeli
EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FPE : Nihai tahmin hatası
HMB : Hazine ve Maliye Bakanlığı
HQIC : Hannan-Quinn bilgi kriteri
ICCT : International Council on Clean Transportation
IEA : International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
IICEC : Sabancı Üniversitesi İstanbul Uluslararası Enerji ve İklim Merkezi
IMF : Uluslararası Para Fonu
IRENA : Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
OECD : Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PP : Phillips-Perron birim kök testi
SBIC : Schwarz Bayesyen bilgi kriteri
TCMB : Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
UNFCCC : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
U.S. DOE : United States Department of Energy (A.B.D. Enerji Bakanlığı)
VAR : Vektör otoregresif model
VECM : Vektör hata düzeltme modeli
WTO : Dünya Ticaret Örgütü
ÜR-GE : Ürün geliştirme

TABLOLAR

Tablo 1: Türkiye'de Toplam Motorlu Kara Taşıtı ve Otomobil Sayısının Gelişimi, 2015- 2025 23
Tablo 2: Türkiye'de Trafiğe Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Türüne Göre Dağılımı, 2024–2025 . 24
Tablo 3: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler 57
Tablo 4: ADF ve Phillips- Perron Birim Kök Test Sonuçları 59
Tablo 5: VAR Modeli için Gecikme Uzunluğu Seçimi 61
Tablo 6: Breitung–Candelon Frekans Alanı Granger Nedensellik Test Sonuçları 67
Tablo 7: Frekans Alanı Nedensellik Sonuçlarının Yorumu 68

ŞEKİLLER

Şekil 1: Türkiye'nin Dış Ticaret Karşılaştırması (2015-2025) 38
Şekil 2: Elektrikli Araç Sayısı - Ham Petrol İthalatı Koşulsuz Nedenselliği (lnEV- lnOil) 63
Şekil 3: Elektrikli Araç Sayısı - Ham Petrol İthalatı │ Dış Ticaret Açığı Koşullu Nedenselliği (lnEV - lnOil | lnDeficit) 64
Şekil 4: Elektrikli Araç Sayısı - Dış Ticaret Açığı Koşulsuz Nedenselliği (lnEV - lnDeficit).. 65
Şekil 5: Elektrikli Araç Sayısı → Dış Ticaret Açığı │ Ham Ham Petrol İthalatı Koşullu Nedenselliği (lnEV - lnDeficit | lnOil)..... 66

ÖZET

Bu tez çalışması, elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini enerji ithalatı kanalı üzerinden incelemektedir. Türkiye'de ve Dünya'da elektrikli araç dönüşüm süreci farklı boyutlarıyla incelendikten sonra Türkiye Cumhuriyeti'nin dış ticaret serüveni ve mevcut dış ticaret dengesi durumu irdelenmiştir. İkinci bölümde ise kavramsal çerçeve ve literatür nitel boyutta bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur. 1994–2024 dönemine ait yıllık veri seti üzerinden, dış ticaret açığı, ham petrol ithalatı ve Türkiye'de kayıtlı elektrikli araç sayısı değişkenleri doğal logaritma formunda ekonometrik analize dâhil edilmiştir. Serilerin durağanlık özellikleri ADF ve Phillips-Perron birim kök testleriyle incelenmiş, ardından VAR modeli ve Breitung- Candelon frekans alanı Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Bulgular, elektrikli araç sayısındaki artışın ham petrol ithalatı üzerinde özellikle uzun dönemde anlamlı ve azaltıcı bir etki yarattığını, ancak dış ticaret açığı üzerinde doğrudan ve bağımsız bir nedensellik ilişkisi oluşturmadığını göstermektedir. Bu sonuç elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'de petrol bağımlılığını azaltabilecek önemli bir unsur olduğunu ancak dış ticaret açığını tek başına ortadan kaldırmak için yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle elektrikli araç politikalarının, yerli ve yenilenebilir enerji üretimi, batarya ve araç üretiminde yerli kapasitenin geliştirilmesi ve sanayi politikalarıyla birlikte ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır**.**

Anahtar Kelimeler : Elektrikli Araç Dönüşümü, Ham Petrol İthalatı, Dış Ticaret Dengesi, Dış Ticaret Açığı, Enerji

ABSTRACT

This thesis studies the impact of the transition to electric vehicles on Türkiye's foreign trade balance through the channel of energy imports. After analysing the transition to electric vehicles in Turkey and globally from various perspectives, the study examines the history of the Republic of Turkey's foreign trade and the current state of its foreign trade balance. In the second chapter, the conceptual framework and literature are subjected to a qualitative evaluation. Using an annual dataset covering the 1994–2024 period, the variables of the trade deficit, crude oil imports, and the number of registered electric vehicles in Turkey were included in an econometric analysis in natural logarithmic form. The stationarity properties of the series were examined using ADF and Phillips-Perron unit root tests, followed by the application of a VAR model and the Breitung- Candelon frequency-domain Granger causality test. The findings indicate that the increase in the number of electric vehicles has a significant and reducing effect on crude oil imports, particularly in the long term, but does not establish a direct and independent causal relationship with the trade deficit. This result highlights that the transition to electric vehicles is an important factor that could reduce Turkey's oil dependency, but it is not sufficient on its own to eliminate the trade deficit. Therefore, electric vehicle policies must be addressed in conjunction with domestic and renewable energy production, the development of domestic capacity in battery and vehicle manufacturing, and industrial policies.

Keywords : Electric Vehicle Transition, Crude Oil Import, Foreign Trade Balance, Foreign Trade Deficit, Energy

GİRİŞ

Uluslararası üretim ağlarının derinleşmesi, üretim süreçlerinin ülkeler arasında farklı aşamalara bölünmesi ve ara malı ticaretinin genişlemesi dış ticareti çağdaş ekonomilerin temel unsurlarından biri hâline getirmiştir. Küresel değer zincirlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte ülkeler yalnızca nihai mal ve hizmetlerin değil aynı zamanda üretimin farklı aşamalarında kullanılan hammadde, ara malı, teknoloji ve sermaye mallarının ticaretine de giderek daha fazla katılmaktadır. Dünya Bankası (2020), küresel değer zincirlerinin 1990 sonrasında uluslararası ticaretteki büyümenin temel belirleyicilerinden biri olduğunu ve dünya ticaretinin önemli bir bölümünün bu ağlar üzerinden gerçekleştiğini belirtmektedir. Bu yapı içinde dış ticaret, ülkelerin üretim kapasitesi, teknolojik uzmanlaşması, kaynak donatımı ve küresel ekonomik sistemle bütünleşme düzeyiyle yakından ilişkili bir nitelik taşımaktadır.

Dış ticaretin yapısal önem kazanmasının başlıca nedenlerinden biri doğal kaynakların, enerji kaynaklarının ve üretim faktörlerinin ülkeler arasında eşit biçimde dağılmamış olmasıdır. Özellikle yerli enerji arzı ekonomik faaliyetlerin gerektirdiği talebi karşılamayan ülkeler petrol, doğal gaz ve kömür gibi enerji kaynaklarını ithalat yoluyla temin etmek durumunda kalmaktadır. Bunun yanında ülkeler sahip oldukları üretim faktörlerini görece daha verimli veya yüksek katma değer yaratabilecekleri sektörlerde kullanarak diğer mal ve hizmetleri de dış ticaret yoluyla karşılamaktadır. Dolayısıyla dış ticaret yalnızca tüketici tercihleri veya fiyat farklılıklarından kaynaklanan bir faaliyet değil aynı zamanda kaynak donatımı, uzmanlaşma ve üretim yapısıyla şekillenen ekonomik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır (Krugman vd., 2018).

Dış ticaret faaliyetlerinin makroekonomik düzeydeki temel göstergelerinden biri dış ticaret dengesidir. Dış ticaret dengesi, belirli bir dönemde gerçekleştirilen mal ihracatı ile mal ithalatı arasındaki farkı ifade etmektedir. İthalatın ihracatı aşması dış ticaret açığına, ihracatın ithalatı aşması ise dış ticaret fazlasına işaret etmektedir. Bununla birlikte dış ticaret açığının ekonomik sonuçları yalnızca ihracat ve ithalat arasındaki sayısal farkla sınırlı değildir. Açığın süreklilik göstermesi, ekonominin üretim yapısı, ithal ara malı ve enerji bağımlılığı, döviz ihtiyacı, dış finansman koşulları ve küresel fiyat hareketlerine karşı duyarlılığı hakkında da önemli bilgiler sunmaktadır. Özellikle gelişmekte olan

ekonomilerde dış ticaret açığı büyüme, döviz kuru, sermaye hareketleri ve makroekonomik istikrarla karşılıklı ilişki içinde şekillenmektedir (Bayar vd., 2014).

Türkiye ekonomisi Cumhuriyet dönemi boyunca farklı büyüklük ve niteliklerde dış ticaret açıklarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bununla birlikte 1980 sonrasında uygulanan dışa açılma politikaları, ticaret hacminin büyümesi ve sanayi üretiminin küresel değer zincirleriyle daha güçlü biçimde bütünleşmesi sonucunda hem ihracat hem de ithalat önemli ölçüde artmıştır. İhracat kapasitesindeki genişlemeye rağmen sanayi üretiminin ithal ara malı, yatırım malı ve enerji girdilerine duyduğu ihtiyaç dış ticaret açığının süreklilik gösteren bir yapıya dönüşmesinde etkili olmuştur. Bu nedenle Türkiye'nin dış ticaret açığı yalnızca dönemsel talep hareketleriyle değil; üretimin ithal girdi yoğunluğu, enerji bağımlılığı, döviz kuru gelişmeleri ve büyümenin ithalat yaratıcı etkisiyle birlikte değerlendirilmelidir (Boratav, 2013).

Türkiye'nin dış ticaret yapısında enerji ithalatı özel bir öneme sahiptir. Türkiye'nin petrol ve doğal gaz talebinin önemli bir bölümü ithalat yoluyla karşılanmakta olup bu durum ekonomiyi küresel enerji fiyatları, döviz kuru hareketleri ve enerji arzına ilişkin jeopolitik gelişmeler karşısında daha duyarlı hâle getirmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (2021), Türkiye'nin fosil yakıtlarda özelliklede petrol ve doğal gazda yüksek ithalat bağımlılığına sahip olduğunu ve bu yapının ekonominin uluslararası enerji fiyatlarındaki oynaklığa karşı maruziyetini artırdığını belirtmektedir. Enerji ithalatının miktarı ve maliyeti arttığında toplam ithalat faturası yükselmekte ve diğer koşullar sabitken dış ticaret dengesi üzerinde olumsuz bir baskı oluşmaktadır.

Dış ticaret dengesi ile cari işlemler dengesi bu bağlamda birbiriyle ilişkili ancak birbirinden farklı iki kavramdır. Dış ticaret dengesi esas olarak mal ihracatı ve ithalatı arasındaki farkı gösterirken cari işlemler hesabı mal ve hizmet ticaretinin yanında birincil ve ikincil gelir hareketlerini de kapsamaktadır. Bu nedenle dış ticaret açığı cari açığın önemli belirleyicilerinden biri olmakla birlikte iki kavramın birbirinin yerine kullanılması doğru değildir. Türkiye'de turizm ve taşımacılık gibi hizmet gelirleri mal ticaretinden kaynaklanan açığı belirli ölçüde telafi edebilmekte ancak enerji ithalatındaki yükseliş dış ticaret açığını ve dolayısıyla cari işlemler dengesi üzerindeki baskıyı artırabilmektedir (TCMB, 2025).

Türkiye'nin enerji ithalatına bağımlı yapısı dış ticaret performansının enerji fiyatlarındaki ve döviz kurundaki değişimlerden etkilenmesine neden olmaktadır. Enerji ve parasal

olmayan altın hariç dış ticaret göstergelerinin toplam dış ticaret dengesine kıyasla daha farklı bir görünüm sergilemesi enerji ithalatının dış açık üzerindeki ağırlığını göstermesi bakımından önemlidir. Bununla birlikte Türkiye'nin dış ticaret açığının yalnızca enerji ithalatından kaynaklandığını söylemek mümkün değildir. Ara malı ve yatırım malı ithalatı, üretimdeki teknoloji bağımlılığı, ihracatın ithal girdi içeriği ve iç talep koşulları da dış ticaret dengesini etkileyen temel yapısal unsurlar arasında yer almaktadır. Dolayısıyla enerji ithalatı dış ticaret açığının önemli bileşenlerinden biri olmakla birlikte dış ticaret açığını açıklayan tek unsur değildir.

Küresel enerji sisteminde son yıllarda hız kazanan düşük karbonlu dönüşüm Türkiye'nin enerji ithalatı ve dış ticaret dengesi arasındaki ilişkinin yeni bir perspektifle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması, enerji verimliliğinin artırılması ve ulaştırmanın elektrifikasyonu, fosil yakıtlara dayalı enerji tüketim yapısını dönüştürmeyi amaçlayan başlıca politika alanlarıdır. Ulaştırma sektörünün büyük ölçüde petrol türevi yakıtlara dayanması nedeniyle elektrikli araçlar bu dönüşümün en görünür bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Elektrikli araçların araç parkı içindeki payının yükselmesi benzin ve motorin talebinde ikame etkisi yaratarak ulaştırma kaynaklı petrol tüketimini azaltma potansiyeline sahiptir (IEA, 2025).

Bloomberg NEF(2022)'in paylaştığı sıfır emisyonlu araç istatistiklerine göre elektrikli araçlar petrol talebini başarıyla azaltmaktadır. Elektrikli araçların benimsenmesi 2021 yılında günde yaklaşık 1,5 milyon varil petrol talebini önlemiştir ve bu rakam dünya genelindeki toplam talebin yaklaşık %3,3'üne tekabül etmektedir. Aynı rapor bu miktarın 2035 yılında günde 16 milyon varile çıkmasının öngörüldüğünü ve bunun da ulaşımda petrole bağımlılığın kalıcı olarak ortadan kalkacağı anlamına geldiğini bildirmektedir.

Sabancı Üniversitesi İstanbul Uluslararası Enerji ve İklim Merkezi tarafından hazırlanan Türkiye Elektrikli Araçlar Görünümü çalışmasında, elektrikli araçların hızlı büyüme senaryosu kapsamında 2030 yılına kadar Türkiye'de yaklaşık 2 milyon araçlık bir filoya ulaşabileceği öngörülmektedir. Aynı senaryoda petrolün temiz elektrikle ikame edilmesi sonucunda 2030 yılına kadar kümülatif petrol harcamalarında yaklaşık 2,5 milyar ABD doları tutarında tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır (IICEC, 2021).

Elektrikli araç dönüşümünün enerji ithalatı üzerindeki olası etkisi özellikle petrol talebinin önemli bölümünü ithalat yoluyla karşılayan ekonomiler açısından önem taşımaktadır. İçten yanmalı motorlu araçların yerini elektrikli araçların alması ulaştırmada

doğrudan petrol tüketimini azaltırken elektrik talebini artırmaktadır. Bu nedenle dönüşümün dış ticaret dengesi üzerindeki net sonucu yalnızca elektrikli araç sayısındaki artışa bağlı değildir. Artan elektrik talebinin hangi kaynaklarla karşılandığı, elektrik üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynakların payı araç ve batarya üretiminin ne ölçüde ülke içinde gerçekleştirildiği ve ilgili teknoloji bileşenlerinin ithalat yoğunluğu net etkinin yönünü ve büyüklüğünü belirleme noktasında aynı derecede önemlidir (Pirmana vd., 2023).

Bu bağlamda elektrikli araç dönüşümü Türkiye özelinde de enerji ithalatına dayalı dış ticaret baskısını azaltabilecek potansiyel bir araç olmakla birlikte kronik dış ticaret açığına tek başına yapısal bir çözüm olarak değerlendirilmemelidir. Ulaştırmada petrol tüketiminin azalması ham petrol ve petrol ürünü ithalatı üzerinde aşağı yönlü bir etki yaratabilir. Ancak bu etkinin dış ticaret dengesine kalıcı biçimde yansıyabilmesi için elektrik üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynakların payının artırılması, elektrikli araç ve batarya teknolojilerinde yerli üretim kapasitesinin geliştirilmesi ve otomotiv tedarik zincirinin yeni teknolojik yapıya uyum sağlaması gerekmektedir.Yerli üretim kapasitesinin sınırlı olduğu ilk aşamalarda elektrikli araç ve batarya ithalatı dış ticaret dengesi üzerinde artırıcı bir baskı oluşturabilir. Petrol ikamesinden doğacak kazanımlar ise araç parkındaki dönüşümün belirli bir ölçeğe ulaşmasıyla orta ve uzun dönemde belirginleşebilir. Literatürde de elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret üzerindeki net etkisinin, enerji üretim yapısı ve otomotiv değer zincirindeki yerli üretim kapasitesine göre ülkeler arasında farklılaşabileceği belirtilmektedir (Sigurdsson, 2010)

Bu çerçevede elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerindeki olası etkisinin iki karşıt kanal üzerinden değerlendirilmesi daha sağlıklı olacaktır. Birinci kanal, ulaştırma kaynaklı petrol talebinin azalması yoluyla enerji ithalatı faturasının gerilemesidir. İkinci kanal ise elektrikli araçlar, bataryalar ve ileri teknoloji bileşenlerindeki ithalat bağımlılığının dış ticaret dengesi üzerinde oluşturabileceği ek baskıdır. Bu iki kanalın net sonucu dönüşümün yayılma hızı, araç parkındaki elektrikli araç payı, elektrik üretim karması, petrol fiyatları ve yerli sanayi kapasitesi gibi değişkenlere bağlı olarak zaman içinde farklılaşabilir. Dolayısıyla elektrikli araç dönüşümü ile dış ticaret dengesi arasındaki ilişkinin karşılıklı etkileşimleri ve gecikmeli etkileri içeren dinamik bir çerçevede incelenmesi gerekmektedir.

Çalışmanın Amacı

Tez çalışmasında amaçlanan Türkiye'de elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki olası etkilerini enerji ithalatı kanalı üzerinden ortaya koymaktır. Türkiye'de dış ticaret dengesinin seyri ve enerji bağımlılığı olgusu öncelikli analiz konusu olup gözlemlenen enerjide dışa bağımlılık karakteristik ve kronolojik olarak değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığın özellikle ham petrol ve fosil bazlı yakıtlar kaynaklı olduğu gözlenmektedir. Bu referansla yola çıkarak küresel ölçekte yükselen bir trend olan elektrikli araçların Türkiye pazarındaki performansı, bu yayılımın fosil yakıt tüketimi üzerindeki olası azaltıcı etkisi ve bu etkinin Türkiye'nin dış ticaret dengesi açısından doğurabileceği sonuçlar incelenmektedir.

Bu kapsamda tez çalışması öncelikle global trendleri incelemeyi hedeflemektedir. Çevre bilinci ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında kavramlaştırılan enerjide yeşil dönüşüm, farklı boyutlardaki birçok farklı hassasiyetle birlikte ulaşımda kullanılan içten yanmalı motor teknolojisinde sıfır karbon emisyonu hedefi çerçevesinde bir takım değişim ve dönüşümü kapsayan ilkesel kararı içerir. Bu bağlamda biyoyakıt kullanımı, toplu ulaşımın elektrifikasyonu ve elektrikli araç dönüşümüne yönelik destekler ülkesel ve bölgesel politika haline gelmektedir. Ancak otomotiv sektörünün dünya ekonomisi içerisindeki hacimsel büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda bu politikaların endüstri savaşlarından bağımsız naif bir yaklaşımla uygulandığı düşünülmemelidir. Özellikle batarya üretiminde kullanılan kıymetli elementlerin Çin'de çokça bulunması ve yine Çin'in elektrikli araç teknolojisine uzun zamandır üretim altyapısı ve teknoloji yatırımı yapıyor olması bugün itibariyle otomotiv endüstrinin dengelerini değiştirme potansiyeli içermekte olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda son yüz yılda otomotiv sektörünün seyrine yön veren üretici ülkeler kendi endüstrilerini koruyucu politikalar geliştirmek zorunda kalmaktadır.

Çalışmanın Yöntemi

Elektrikli araç dönüşümünün dünyadaki seyri ile Türkiye'nin mevcut dış ticaret ve enerji yapısını birlikte ele alarak elektrikli araçların dış ticaret dengesi üzerindeki kısa ve uzun dönemli etkilerini ekonometrik yöntemler aracılığıyla ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu sayede enerji bağımlılığı yüksek ülkeler için elektrikli araç dönüşümünün yalnızca çevresel değil aynı zamanda dış ticaret ve makroekonomik istikrar açısından da stratejik bir politika aracı olup olmadığı Türkiye örneği üzerinden

değerlendirilebilecektir. Küresel eğilimlere paralel olarak elektrikli araçların yaygınlaşmasının ve bunun sonucunda fosil yakıt tüketiminin azalmasının Türkiye'nin ticaret açığı üzerindeki potansiyel etkileri ekonometrik analiz yöntemleri kullanılarak incelenecek ve bunun dış ticaret dengesi üzerindeki etkisi araştırılacaktır. Bu amaçla 1994-2024 yıl aralığını kapsayan 30 yıllık bir veri seti üzerinden ilgili bağımlı ve bağımsız değişkenler eklenerek aralarındaki nedensellik ilişkileri test edilecektir. Mevcut ticaret verileri, sektör eğilimleri ve ekonomik tahminler gözden geçirilerek ham petrole büyük ölçüde bağımlı bir ülkede elektrikli araçların etkisine odaklanarak Türkiye'nin enerji kaynaklı kronik dış ticaret açığının akıbeti incelenecektir. Analiz modeli mevcut ekonomik eğilimleri, stratejik ulusal planları ve elektrikli araç kullanımından kaynaklanan artışın elektrik talebi üzerindeki etkilerine ve buna bağlı olarak Türkiye'nin dış ticaret verilerine olan etkilerine odaklanmaktadır.

Tez çalışması Türkiye'nin dış ticaret açığının elektrikli araçların artmasıyla azalacağı hipotezini test etmek üzere elektrikli araçların benimsenmesinin dış ticaret dengesi üzerindeki daha geniş etkilerine ilişkin somut bilimsel veriler sunmayı amaçlamaktadır. Aynı şekilde Türkiye'de dış ticaret açığının yapısal bileşenlerinden biri olan enerji ithalatı ile elektrikli araç dönüşümü arasındaki ilişki küresel elektrikli araç dönüşüm dinamikleri ve ulusal dış ticaret dengesi gerçekliği içinde değerlendirilmektedir. Yapılacak ampirik nedensellik analizinin ortaya koyacağı sonuçlar çerçevesinde elektrikli araç dönüşüm sürecinin Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerinde kayda değer bir etki yaratma potansiyelinin olup olmadığı incelenecek ve raporlanacak sonuçlar üzerinden kısa, orta ve uzun vadeli politika önerileri türetilmeye çalışılacaktır.

Çalışmanın Önemi

Literatürde dünya genelinde ve Türkiye özelinde elektrikli araç dönüşüm sürecini ekonomik, teknik, çevresel hatta sosyal yönleriyle ele alan birçok akademik çalışma bulunmasına rağmen ülkelerin dış ticaret dengeleri üzerindeki olası etkilerine yönelik ekonometrik bir analize rastlanmamış olması tez çalışmamızı özgün kılmaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasının Türkiye'nin petrol bağımlılığı ve dış ticaret dengesi üzerindeki olası etkilerini ortaya koymaya yönelik bu yaklaşımın akademik literatür yanında enerji, ulaştırma ve dış ticaret politikalarının tasarımına katkı sunması, aynı şekilde gelecek dönem çalışmaları için yol gösterici nitelikte olması beklenmektedir. Bu bağlamda tez çalışmasının akademik yazın açısından ilgili konuda ampirik bulgu kaynağı sağlaması beklenebilir.

BÖLÜM 1. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİ

1.1. Elektrikli Araçların Gelişimi

Elektrikli araçların yaygınlaşması son on yılda küresel otomotiv endüstrisinin en belirgin yapısal dönüşümlerinden biri hâline gelmişse de elektrikli araçların gelişimi otomotiv tarihinin yalnızca son yıllarına özgü bir olgu değildir. Elektrik motoruyla çalışan ilk araç örnekleri 19. yüzyılın ilk yarısında ortaya çıkmış, 19. yüzyılın sonu ile 20. yüzyılın başında elektrikli araçlar sessiz çalışmaları, kullanım kolaylıkları ve doğrudan egzoz emisyonu üretmemeleri nedeniyle özellikle şehir içi ulaşımda belirli bir yaygınlığa ulaşmıştır. Ancak içten yanmalı motor teknolojisinin gelişmesi, seri üretimin başlaması, petrol ürünlerinin görece düşük maliyetle temin edilebilmesi ve akaryakıt altyapısının hızla yaygınlaşması, 20. yüzyılın ilk dönemlerinden itibaren otomotiv sektörünün benzinli ve dizel araçlar etrafında şekillenmesine neden olmuştur. Elektrikli araçların sınırlı menzil, yüksek batarya maliyeti ve uzun şarj süresi gibi teknik dezavantajları da bu süreçte pazar paylarının gerilemesinde etkili olmuştur.

Elektrikli araçlara yönelik ilginin yeniden güçlenmesi özellikle 1970'li yıllarda yaşanan global petrol krizlerine dayandırılabilir. Petrol fiyatlarındaki hızlı artış ve enerji arz güvenliğine ilişkin kaygılar petrol ithalatına bağımlı ülkelerde alternatif ulaşım teknolojilerinin yeniden gündeme gelmesine yol açmıştır. Bununla birlikte dönemin batarya teknolojileri, elektrikli araçların kitlesel kullanımını destekleyecek enerji yoğunluğu ve maliyet düzeyine henüz ulaşamadığından 1970'li ve 1980'li yıllardaki elektrikli araç çalışmaları çoğunlukla deneysel projelerle sınırlı kalmıştır.

1990'lı yıllardan itibaren hava kirliliği, iklim değişikliği ve enerji güvenliği konularının daha belirgin biçimde politika gündemine girmesi elektrikli araç teknolojisinin yeniden değerlendirilmesini sağlamıştır. Aynı dönemde emisyon düzenlemelerinin sıkılaşması, otomotiv üreticilerini daha verimli içten yanmalı motorlar, hibrit sistemler ve alternatif güç aktarma teknolojileri geliştirmeye yöneltmiştir. Özellikle hibrit elektrikli araçların ticari olarak yaygınlaşması elektrik motoru ile batarya sistemlerinin günlük kullanım koşullarında uygulanabilir olduğunu göstermiş ve daha sonraki tam elektrikli araç dönüşümünün teknik ve toplumsal altyapısı üzerine yoğunlaşılmıştır.

Başlangıcı itibariyle daha çok çevresel kaygılar ve sınırlı niş pazar uygulamalarıyla ilişkilendirilen elektrikli mobilite, günümüzde artık enerji güvenliği, sanayi politikası, teknoloji rekabeti ve dış ticaret dengesi gibi çok boyutlu alanlarla bağlantılı daha genel ölçekli bir dönüşüm süreci olarak değerlendirilmektedir (OECD, 2023). 2010'lu yılların başından itibaren Lityum-iyon bataryalarda enerji yoğunluğunun artması, batarya maliyetlerinin düşmesi, dijital kontrol sistemlerinin gelişmesi ve otomotiv üreticilerinin seri üretime uygun elektrikli modeller piyasaya sunması, elektrikli araçları sınırlı bir teknoloji uygulamasından kitlesel pazara yönelen bir ürün grubuna dönüştürmüştür. Bu gelişmeler, elektrikli araçların çevresel yararlarıyla birlikte kullanım maliyeti, enerji verimliliği, yazılım entegrasyonu ve sürüş performansı gibi özellikleri üzerinden de içten yanmalı motorlu araçlarla rekabet edebilmesini sağlamıştır.

Bu dönüşüm, yalnızca içten yanmalı motor teknolojisinin yerini alan yeni bir araç teknolojisinin yaygınlaşması olarak algılanmamalıdır. Aynı zamanda ulaştırma sektörünün enerji tüketim yapısının değişmesini, otomotiv değer zincirinin yeniden yapılanmasını ve ülkelerin enerji ithalatı bağımlılıklarının yeniden tanımlanmasını içeren daha kapsamlı bir değerlendirme gerektirebilecektir. Nitekim Geels'in (2002) sosyo-teknik dönüşüm yaklaşımı, yeni teknolojilerin yalnızca teknik üstünlüğe bağlı olmadığını kurumlar, tüketici davranışları, altyapı, kamu politikaları ve üretici stratejilerinin karşılıklı etkileşimi sonucunda yaygınlaştığını göstermektedir. Elektrikli araç dönüşümü ulaştırma sektörünün enerjide fosil yakıt temelli araç altyapısından uzaklaşarak düşük emisyonlu, daha yüksek enerji verimliliğine sahip ve elektrik sistemleriyle bütünleşik bir mobilite rejimine geçişini ifade eden çok boyutlu bir yapısal dönüşümü olarak algılanabilir. Bu çerçevede elektrikli araçlar nihai tüketim malı olmanın ötesinde elektrik talebinin sektörel bileşimini ve enerji ithalatına duyarlılığı etkileyebilen aynı zamanda batarya, güç elektroniği ve yazılım gibi stratejik bileşenler üzerinden sanayi değer zincirini yeniden şekillendiren teknoloji temelli bir kavramsal değişimi temsil eder. Bu yeni anlamıyla elektrikli araçlar yalnızca bir ulaşım teknolojisi değil aynı zamanda enerji, sanayi ve çevre politikalarının kesişiminde konumlanan stratejik bir dönüşüm alanı hüviyetindedir.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2025 tarihli raporu elektrikli araçların artık birinci ve ikinci dünya ülkelerinde kayda değer bir ölçeğe ulaştığını satış verileriyle ortaya koymaktadır. Raporda 2024'te küresel elektrikli otomobil satışlarının 17 milyonu aştığı ve güncel satış payının otomotiv piyasası içerisinde %20'nin üzerine çıktığı

belirtilmektedir. Bu ölçek elektrikli araçların küresel otomotiv talebinde marjinal bir kategori olmaktan çıktığını fiyat, ürün çeşitliliği ve politika desteği bileşimiyle dünya otomotiv pazarı içerisinde kalıcı bir yer edindiğini göstermektedir.

Elektrikli araç dönüşümünü arz ve talep yönlü değerlendirmek gerekirse elektrikli araç dönüşümünün hızını belirleyen temel unsur teknoloji maliyetleri kadar bu maliyetlerin tüketici ve üretici davranışlarına nasıl yansıyacağını belirleyen teşvik politikalardır. Bu politikalar ve etkileri aynı şekilde talep tarafında toplam sahip olma maliyetini elektrik araç lehine çevirebilmektedir. Satın alma teşvikleri, vergi indirim ve istisnaları, kullanım maliyetini etkileyen düzenlemeler ve hatta gündelik hayat içerisinde elektrikli araçlara yönelik destekleyici politikalar olarak adlandırılabilecek uygulamalar tüketici kararını hızlandırır.

Düzenleyici politik çerçeve tarafında ise genel olarak önleyici değil yönlendirici politikaların ağırlığı önem arz eder. Sıfır emisyon hedefleri, üretici filo ortalaması emisyon standartları ve toplu taşımanın elektrifikasyonu gibi belirli segmentlerde dönüşümü hızlandıran yükümlülükler arz tarafını yatırımlara zorlayan bir işlev üstlenmektedir. Bu düzenlemelerin sonuçları özellikle üreticilerin ürün portföyünü elektrik araç yönlü yeniden yapılandırmasıyla ortaya çıkar. Bu da temel iktisadi prensipler çerçevesinde fiyat rekabetini artırarak talep tarafındaki ivmeyi destekleyecektir.

Kurulu altyapı boyutu elektrikli araç dönüşümü için kritik bir etki alanıdır. Şarj ağlarının yaygınlaşması tüketicinin menzil kaygısını azaltırken, aynı zamanda elektrik şebekesi planlamasını ve yatırım ihtiyacını gündeme getirir. 2025 tarihli IEA raporunda 2024 yılında küresel şarj altyapısına eklenen kamuya açık şarj noktası sayısının 1,3 milyonun üzerine çıktığı ve bunun bir önceki yıla göre %30'dan fazla artış anlamına geldiği belirtilmektedir. Ayrıca 2020 sonrası kamuya açık şarj büyümesinin yaklaşık üçte ikisinin Çin'de gerçekleştiği ve Çin'in küresel şarj stokunun yaklaşık %65'ini barındırdığı raporlanmıştır. Bu rapor sonuçları itibariyle altyapı kurgusunun yalnız teknik değil aynı zamanda görülür şekilde ülkesel politikalarının da sonucu olduğunu göstermektedir.

Politika kurgusunun bir diğer kritik boyutu da elektrik araç dönüşümünün uluslararası ticaret ve rekabet düzeniyle giderek daha fazla iç içe geçmesidir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın adı geçen raporunda vurgulanan eğilimlerden biri elektrikli araçların küresel pazarlarda ölçek kazanmasıyla ticaret akımlarının da hızla büyümesi ve buna karşılık tarife benzeri korumacı araçların daha görünür hale gelmesidir. Bu anlamda ticaret politikaları ve tarifelerdeki son artışın önümüzdeki yıllarda elektrik araç fiyatlarını ve

satışlarını etkilemesi beklenebilir. Özellikle son yüz yılda otomotiv sektörüne yön vermiş endüstriyel pazarlarda rekabet kaynaklı endişelerle elektrikli araç ve yedek parçalarına yönelik ek tarifeler gündeme gelebilecektir.

Elektrikli araç dönüşümü Türkiye gibi enerji ithalatçısı ülkelerde yalnız iklim ya da teknoloji değil aynı zamanda dış ticaret dengesi ve sanayileşme meselesidir. Bu nedenle Türkiye'de elektrikli araç politikalarının analizi ve kurgusu yalnızca teşvik tedbirleri açısından değil aynı zamanda ithalat kompozisyonu, yerli üretim kapasitesi, enerji üretimi ve vergi politikası ekseninde daha geniş perspektifte ele alınmalıdır. Nitekim elektrikli araç pazarlarında gözlenen ülkeler bazında yayılım trendleri, fiyat düzenlemeleri, altyapı yatırımları ve sanayi politikası bileşenlerinin birlikte çalıştığı kapsamlı bir politika üzerinden değerlendirilmesi gerektiği düşünülebilir.

Akademik yazında da gözlemlendiği üzere elektrikli araç dönüşümünü hızlandıran itici güçler öncelikle iklim politikalarının sıkılaşması ve emisyon standartları, sıfır emisyon hedefleri ve filo yükümlülükleri gibi regülasyonların dönüşmesi üreticileri ve tüketicileri elektrikli araç dönüşümüne yönlendirmektedir (Ökde, 2022). Ayrıca batarya teknolojilerindeki maliyet düşüşleri ve menzil artışı elektrikli araçların toplam sahip olma maliyetini düşürerek yaygınlaşmayı hızlandıran iktisadi unsur hâline gelmektedir. Bir diğer husus kamusal hızlı şarj ağları, elektrikli araç ve işyeri şarj imkanları, şebeke entegrasyonu sayesinde şarj altyapısının ölçeklenmesi elektrikli araçlardaki menzil kaygısını azaltarak talep tarafındaki yayılımı kolaylaştırmaktadır (Çoban vd, 2022). Ayrıca otomotiv endüstrisinde değer zincirinin yeniden yapılanması, üretim coğrafyasını ve dış ticaret akımlarını etkileyen yeni bir rekabet düzeni yaratmakta, batarya üretimi ve kritik mineraller gibi ara aşamalar stratejik önem kazanmaktadır (Pirmana vd., 2023). Son olarak ülkelerin enerji ithalatı ve dış ticaret açıklarını azaltma arayışı elektrikli dönüşümünü destekleyen bir ivme yaratmaktadır (Bayar vd, 2024).

Araştırma konumuzun ana argümanı açısından belirleyici olan elektrikli araç dönüşümünün özellikle petrol ürünleri talebini azaltma kanalıyla enerji ithalatçısı ekonomilerde dış ticaret dengesi üzerinde iyileştirici bir potansiyel taşımasıdır. Bu bağlamda Sigurdsson'un 2010 tarihli çalışmasında elektrikli araç üretiminin yerli sanayi tarafından desteklenmemesi ve araç, batarya ve benzeri diğer yedek parçalarda da dışa bağımlılık oluşması durumunda dış ticaret dengesinin dönüşüm sürecinden özellikle kısa vadede negatif yönlü etkileneceği ortaya konmuştur. Konu özelinde bir diğer yazındaki bir diğer kaynak Zábojník, Steinhauser ve Kráľın 2022 tarihli makalesi olup Slovakya

örneğinde ulaşımdaki elektrifikasyonun petrol bağımlılığını azaltma potansiyelini incelenmiş ve otomobil parkının elektrifikasyonunun petrol tüketimini düşürebileceği ancak 2030'a kadar petrol bağımlılığını bütünüyle ortadan kaldırmasının gerçekçi olmadığı ortaya koymuştur. Buna rağmen ulaştırma sektörünün petrol türevi yakıtlara bağımlı yapısı dikkate alındığında araç parkında elektrifikasyon arttıkça petrol talebinde ikame etkisi oluşması bunun da orta ve uzun vadede ithalat faturasını aşağı çekerek dış ticaret dengesine pozitif yönlü destek yaratması beklenebilir. IICEC tarafından yapılan senaryo analizlerinde de Türkiye özelinde bu mekanizmaya vurgu yapılmakta, elektrikli araç yayılımının belirli bir ölçeğe ulaşması durumunda petrol ikamesi üzerinden ithalat baskısının azalabileceği değerlendirilmektedir (IICEC, 2021).

1.1.1. Elektrikli Araçlara Geçisin Temel Dinamikleri

Elektrikli araçların yaygınlaşması süreci tek bir teknolojik gelişmenin sonucu olmaktan ziyade dönüşüm hızı iklim politikaları, emisyon düzenlemeleri, batarya teknolojilerindeki ilerlemeler, kamu teşvikleri, şarj altyapısı, üretici stratejileri, tüketici tercihleri ve enerji güvenliği kaygılarının karşılıklı etkileşimiyle belirlenen dinamik bir süreçtir. Bu nedenle elektrikli araçlara geçişin temel dinamikleri hem arz hem de talep yönlü unsurları içeren bütüncül bir çerçevede değerlendirilmelidir.

Elektrikli araç dönüşümünün başlıca itici güçlerinden biri, iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ulaştırma sektörüne yönelik emisyon azaltım politikalarının güçlenmesidir. Paris Anlaşması ile küresel sıcaklık artışının sınırlandırılmasına yönelik hedefler, taraf ülkelerin enerji ve ulaştırma politikalarını düşük karbonlu teknolojiler lehine yeniden düzenlemelerini teşvik etmiştir (UNFCCC, 2015). Ulaştırma sektörünün küresel petrol tüketimi ve enerji kaynaklı karbon emisyonları içindeki önemli payı, elektrikli araçları emisyon azaltım politikalarının temel araçlarından biri hâline getirmiştir.

Enerjide yeşil dönüşüm, fosil yakıt ağırlıklı enerji sistemlerinden daha düşük karbon yoğunluklu, yenilenebilir kaynakların ağırlığının arttığı ve enerji verimliliğinin yükseldiği bir yapıya geçiş sürecini ifade etmektedir. Bu dönüşümün ivmelenmesinde iklim değişikliğiyle mücadele hedefleri, enerji arz güvenliği kaygıları ve teknoloji maliyetlerindeki değişimler belirleyici olmuştur (IRENA, 2023). Paris Anlaşması'nın temel hedefi küresel ortalama sıcaklık artışını sanayileşme öncesi seviye olan 2°C'nin oldukça altında tutmak şeklinde ifade edilmiştir (UNFCCC, 2015).

Ulaştırma sektörü enerji dönüşümü tartışmasının merkezinde yer almaktadır. Bunun temel nedeni, ulaştırmanın enerji tüketiminde ve emisyonlarda önemli bir paya sahip olması ve büyük ölçüde petrol türevlerine dayalı bir yapıyla çalışmasıdır. Bu yapı, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların ve arz risklerinin ekonomik maliyetlerini artırmakta, özellikle enerji ithalatçısı ülkelerde dış denge kırılganlığını güçlendirmektedir (Yergin, 2006). Bu nedenle ulaştırmada elektrifikasyon egzoz emisyon gazı açısından yaratacağı pozitif katlı yanında enerji güvenliği ve ithal enerji bağımlılığının azaltılması bakımından da stratejik bir politika alanı olarak öne çıkmaktadır (Cherp ve Jewell, 2014).

Elektrikli araçlar, yeşil dönüşümün ulaştırma sektöründeki en görünür araçlarından biridir. Ancak elektrikli araçların çevresel ve ekonomik net etkisi artan elektrik talebinin hangi kaynaklarla karşılandığına bağlıdır. Elektrik üretim karmasında yenilenebilir kaynakların payının artması, elektrifikasyonun dış denge ve emisyon azaltım katkısını güçlendirirken ithal fosil yakıtların elektrik üretiminde yüksek paya sahip olduğu ülkelerde net etkinin daha karmaşık bir görünüm sergileyebileceği kabul edilmelidir (Coban vd., 2022). Bu nedenle yeşil dönüşüm ve elektrikli araç yayılımı enerji sistemi bütünlüğü içinde değerlendirilmelidir. Bir ülkenin elektrik üretiminde kullandığı yöntem ve teknolojiler başlı başına bir fosil yakıt tüketim kaynağı olabilir. Doğal gaz çevrim santralleri buna güçlü bir örnektir.

Elektrikli araç dönüşümünün bir diğer temel dinamiği batarya teknolojileri ve bu alanda aralıksız süren AR-GE ve ÜR-GE çalışmalarıdır. Maliyet ve performans yönlü bu geliştirme çalışmaları elektrikli araçların her geçen gün daha da uzun menzillere erişirken fiyat yönünden ise rekabet gücünü giderek arttırması anlamı taşımaktadır. Bunun yanında enerji yoğunluğunun artması aynı batarya kapasiteleriyle daha uzun menzil elde edilmesine olanak sağlamakta ve batarya ömrü, güvenlik ve hızlı şarj performansındaki gelişmeler ise tüketici kullanım deneyimini iyileştirmektedir. Bir diğer olumlu yansıma olmak üzere giderek yaygınlaşan batarya üretimi endüstride ölçek ekonomisi yaratmakta olup yaratılan maaliyet ve rekabet avantajı elektrikli araç dönüşüm sürecinde tüketici tercihlerini elektrikli araçtan yana şekillendirmektedir.

Bir diğer temel dinamik kurulu şarj altyapıları olarak göze çarpmaktadır. Elektrikli araçların kullanılabilirliği yalnızca aracın teknik menziline değil sürücünün ihtiyaç duyduğu yerde ve zamanda şarj hizmetine ulaşabilmesine bağlıdır. Evde ve iş yerinde şarj imkânlarının yanı sıra şehirler arası ulaşımı destekleyen hızlı şarj ağlarının kurulması, menzil kaygısının azaltılması ve elektrikli araç kullanımının kolaylaşması açısından

önem taşımaktadır. Şarj altyapısının coğrafi olarak dengesiz dağılması veya şarj noktalarının yoğun dönemlerde yetersiz kalması ise benimsemeyi yavaşlatabilecek unsurlar arasındadır. Uluslararası Enerji Ajansına göre 2024 yılında dünya genelinde kamuya açık şarj altyapısına 1,3 milyondan fazla yeni şarj noktası eklenmiş ve küresel kamuya açık şarj stoku bir önceki yıla göre yüzde 30'un üzerinde büyümüştür. Şarj altyapısındaki büyümenin önemli bölümünün Çin'de yoğunlaşması, elektrikli araç dönüşümünde altyapı yatırımları ile pazar büyümesi arasındaki güçlü ilişkiyi göstermektedir (IEA, 2025).

Elektrikli araçların başlangıç satın alma fiyatının geleneksel araçlardan yüksek olabildiği pazarlarda satın alma destekleri, vergi indirimleri, düşük faizli finansman olanakları, ücretsiz veya indirimli otopark ve düşük emisyon bölgelerine erişim gibi uygulamalar tüketici kararlarını etkileyebilmektedir. Bununla birlikte teşviklerin ani biçimde kaldırılması veya vergi sisteminin sık sık değiştirilmesi, tüketici talebinde dalgalanma ve yatırım kararlarında belirsizlik yaratabilmektedir. Genel anlamıyla devlet teşvikleri olarak adlandırılan bu pozitif yönlü düzenlemeler elektrikli araç dönüşüm sürecinin hızıyla yakından ilişkilidir.

Otomotiv üreticilerinin stratejileri ve sektördeki rekabet yapısı da önemli bir dönüşüm dinamiği olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel üreticiler, emisyon yükümlülükleri ve değişen tüketici talebi karşısında ürün portföylerini elektrikli araçlar lehine yeniden yapılandırmaktadır. Aynı zamanda elektrikli araç dönüşümü, geleneksel otomotiv üreticilerinin yanında yazılım, batarya ve elektronik alanlarında uzmanlaşan yeni firmaların pazara girmesine olanak sağlamıştır. Bu durum otomotiv sektöründeki rekabeti mekanik mühendislik yetkinlikleriyle birlikte yazılım, veri, batarya yönetimi ve dijital hizmetler üzerinden de şekillenmesine yol açmaktadır. Elektrikli araçların daha az hareketli parçaya sahip olması, geleneksel motor, şanzıman, egzoz ve yakıt sistemleri üreten yan sanayi kuruluşları için dönüşüm baskısı yaratmaktadır. Buna karşılık batarya modülleri, güç elektroniği, elektrik motorları, ısı yönetim sistemleri, sensörler ve yazılım çözümleri yeni yatırım alanları oluşturmaktadır. Dolayısıyla elektrikli araçlara geçiş, otomotiv sektöründe üretim ve istihdam yapısının yeniden şekillenmesini beraberinde getirmektedir. Rajagopal (2023), dönüşümün istihdam üzerindeki net etkisinin yalnızca geleneksel sektörlerdeki kayıplarla değil aynı zamanda elektrikli araç ve enerji altyapısında oluşacak yeni iş alanlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Bu tez çalışmasında da konu olacak şekilde bir diğer dönüşüm dinamiği enerji arz güvenliği ve petrol ithalatını azaltma arayışıdır. Özellikle petrol talebinin büyük kısmını ithalatla karşılayan ülkelerde ulaştırmanın elektrifikasyonu, dış enerji bağımlılığını azaltabilecek bir politika aracı olarak değerlendirilmektedir. Elektrikli araçlar, doğrudan benzin ve motorin tüketimini elektrik tüketimiyle ikame etmektedir. Elektrik üretiminin yerli ve yenilenebilir kaynaklara dayanması durumunda bu ikame, enerji ithalatı ve dış ticaret dengesi açısından daha güçlü bir olumlu etki yaratabilir. Bununla birlikte elektrik üretiminin ithal doğal gaz veya kömür gibi kaynaklara dayanması, ulaştırmada azalan petrol talebinin bir bölümünün elektrik üretiminde kullanılan ithal yakıtlara kaymasına neden olabilir. Benzer biçimde araç ve batarya üretimindeki yüksek ithalat bağımlılığı, petrol ithalatında sağlanan tasarrufun dış ticaret dengesine tam olarak yansımasını sınırlayabilir. Jose, Finold ve Mehra'nın (2022) Hindistan üzerine gerçekleştirdiği analiz, elektrikli araç dönüşümünün enerji ithalatı ve dış ticaret dengesi üzerindeki etkisinin ülkenin elektrik üretim karması, petrol ithalat bağımlılığı ve yerli üretim kapasitesiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Elektrikli araçlara geçişi yavaşlatabilecek unsurlar arasında ise yüksek satın alma maliyetleri, yetersiz şarj altyapısı, şebeke yatırımı ihtiyacı, kritik mineral bağımlılığı, ikinci el piyasanın yeterince gelişmemesi, batarya ömrü konusundaki belirsizlikler ve politika değişkenliği bulunmaktadır. Lopez vd. (2021) elektrikli araçların toplumsal faydalarına rağmen ilk dönemde kamu teşvikleri ve altyapı yatırımları gerektirdiğini dolayısıyla dönüşümün maliyetlerinin ve faydalarının farklı zamanlarda ve farklı kesimler üzerinde ortaya çıkabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak elektrikli araçlara geçiş, teknoloji maliyetlerinin düşmesiyle kendiliğinden gerçekleşen doğrusal bir piyasa süreci olarak algılanmaması gereği gözlemlenmektedir. Dönüşümün hızı ve niteliği düzenleyici politikaların öngörülebilirliği, şarj altyapısının yeterliliği, elektrik üretim yapısı, tüketici finansmanı ve yerli üretim kapasitesi tarafından belirlenmektedir. Bu unsurlar arasında uyum sağlanamadığında elektrikli araç pazarı büyüse bile enerji güvenliği, sanayi politikası ve dış ticaret dengesi bakımından beklenen kazanımlar sınırlı kalabilir.

1.1.2. Elektrikli Araçların Küresel Görünümü

Elektrikli araç pazarı son yıllarda küresel otomotiv sektörünün en hızlı büyüyen alanlarından biri hâline gelmiştir. Uluslararası Enerji Ajansının verilerine göre 2024 yılında dünya genelinde elektrikli otomobil satışları on yedi milyonu aşmış ve elektrikli otomobillerin toplam yeni otomobil satışları içindeki payı yüzde 20'nin üzerine çıkmıştır. Küresel elektrikli otomobil satışları bir önceki yıla göre yüzde 25'in üzerinde artmış ve yalnızca 2024 yılında gerçekleşen yaklaşık 3,5 milyon adetlik ek satış, 2020 yılındaki toplam küresel elektrikli otomobil satışından daha yüksek olmuştur (IEA, 2025). Bu gelişme, elektrikli araçların sınırlı bir tüketici grubuna hitap eden niş bir ürün olmaktan çıkarak ana otomotiv pazarının kalıcı bir bileşeni hâline geldiğini göstermektedir.

Elektrikli araç pazarındaki büyümenin bölgesel dağılımı homojen değildir. Çin, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri küresel elektrikli araç satışlarının büyük bölümünü oluştururken, gelişmekte olan ülkelerin önemli bir kısmında pazar henüz erken gelişim aşamasındadır. Bu farklılaşmanın temelinde gelir düzeyi, araç fiyatları, kamu teşvikleri, yerli üretim kapasitesi, şarj altyapısı, elektrik fiyatları ve tüketici tercihleri bulunmaktadır. Dolayısıyla ülkelerin elektrikli araç pazarındaki konumları yalnız toplam satış miktarıyla değil, araç parkı içindeki pay, yerli üretim kapasitesi ve dönüşümü destekleyen politika bileşimi üzerinden değerlendirilmelidir.

Çin, geniş iç pazarının yanı sıra batarya ve elektrikli araç üretimindeki ölçek avantajıyla küresel dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Uluslararası Enerji Ajansına göre 2024 yılında Çin'de 11 milyondan fazla elektrikli otomobil satılmış ve elektrikli otomobillerin yeni otomobil satışları içindeki payı yaklaşık yüzde 50'ye ulaşmıştır. Çin'in konumu yalnızca araç satışlarından kaynaklanmamakta; batarya hücresi, kritik mineral işleme, elektrik motoru, güç elektroniği ve şarj altyapısındaki güçlü üretim kapasitesine dayanmaktadır. Bu bütünleşik yapı, Çinli üreticilerin maliyetleri düşürmesine ve farklı fiyat segmentlerine yönelik geniş bir model çeşitliliği sunmasına imkân sağlamaktadır.

Avrupa Birliği'nde elektrikli araç dönüşümü büyük ölçüde iklim politikaları, araç emisyon standartları ve üreticilere getirilen yükümlülükler tarafından desteklenmektedir. Ancak üye ülkeler arasında teşviklerin kapsamı, gelir düzeyi, şarj altyapısı ve tüketici tercihleri bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bazı Kuzey ve Batı Avrupa ülkelerinde elektrikli araçların yeni satışlardaki payı yüksek düzeylere ulaşırken, diğer üye ülkelerde dönüşüm daha yavaş ilerlemektedir. Bu durum, ortak düzenleyici çerçeveye

rağmen ekonomik ve altyapısal koşulların pazar gelişimi üzerindeki belirleyici rolünü göstermektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde elektrikli araç pazarı ise federal politikalar, eyalet düzenlemeleri ve tüketici tercihlerindeki farklılıklar nedeniyle daha heterojen bir yapı sergilemektedir. Kaliforniya gibi eyaletlerde elektrikli araçların pazar payı yüksekken, şarj altyapısının sınırlı olduğu veya büyük araç kullanımının yaygın olduğu bölgelerde dönüşüm daha yavaş ilerlemektedir. Ayrıca SUV ve pick-up gibi büyük motor hacimli araçların pazardaki ağırlığı, elektrikli araçların batarya kapasitesi, fiyatı ve enerji tüketimi bakımından Avrupa ve Çin pazarlarından farklılaşmasına neden olmaktadır.

Türkiye'nin elektrikli araç pazarı, Çin, Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri ile karşılaştırıldığında daha sınırlı bir toplam araç stokuna sahip olmakla birlikte son yıllarda hızlı bir büyüme göstermektedir. Yerli elektrikli otomobil üretiminin başlaması, ithal model çeşitliliğinin artması, şarj altyapısındaki genişleme ve tüketicilerin kullanım maliyetlerine yönelik beklentileri pazarın gelişimini destekleyen unsurlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte elektrikli otomobillerin toplam araç parkı içindeki payı, yeni satışlar içindeki payına göre daha düşük düzeydedir. Bunun temel nedeni, mevcut araç parkının uzun yıllar içinde oluşması ve yeni satılan elektrikli araçların toplam stok içindeki payı dönüştürmesinin zaman almasıdır.

Küresel görünüm değerlendirilirken yıllık satışlar ile toplam araç parkı birbirinden ayrılmalıdır. Elektrikli otomobillerin yeni satışlar içindeki payı dönüşümün mevcut hızını gösterirken, toplam otomobil parkı içindeki payı petrol tüketimi ve enerji ithalatı üzerindeki fiilî etkinin ölçeği açısından daha açıklayıcıdır. Yeni satışlarda yüksek oranlara ulaşılsa bile mevcut fosil yakıtlı araçların kullanımda kalmaya devam etmesi, ulaşım kaynaklı petrol talebindeki azalmanın gecikmeli biçimde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kaya vd. (2025) tarafından Türkiye için oluşturulan senaryolar ile Zábojník vd. (2022) tarafından Slovakya için gerçekleştirilen analizler, petrol talebindeki anlamlı azalmanın araç satışlarındaki kısa dönemli değişimden çok toplam araç stokunun zaman içinde elektrikli araçlar lehine dönüşmesine bağlı olduğunu göstermektedir.

Bu çerçevede Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin karşılaştırılması, elektrikli araç dönüşümünün farklı politika ve sanayi modelleri altında nasıl geliştiğini incelemeye olanak sağlamaktadır. Çin örneği üretim kapasitesi ve tedarik zinciri bütünleşmesini, Avrupa Birliği düzenleyici politikaların etkisini, Amerika Birleşik Devletleri federal ve bölgesel farklılaşmayı, Türkiye ise gelişmekte olan ve enerji

ithalatına bağımlı bir ekonomide yerli üretim ile pazar dönüşümünün birlikte ilerlemesini temsil etmektedir.

Bu bölümün devamında dört ülke ve bölge özelinde elektrikli araç dönüşüm sürecinin dinamikleri incelenecektir. Ülke değerlendirmelerinde yalnızca yıllık elektrikli araç satışlarına değil toplam otomobil parkı, elektrikli ve fosil yakıtlı otomobillerin adet ve oranları, üretim kapasitesi, şarj altyapısı, teşvik politikaları ve dış ticaret bağlantıları birlikte ele alınacaktır. Böylece elektrikli araç dönüşümünün ülkeler arasındaki farklılaşan yapısı ve Türkiye açısından çıkarılabilecek politika sonuçları daha somut biçimde ortaya konulacaktır.

Çin, elektrikli araçların üretimi, satışı, batarya tedarik zinciri ve şarj altyapısı bakımından küresel ölçekte en ileri pazar konumundadır. Çin'in bu alandaki üstünlüğü yalnızca geniş iç pazar talebinden kaynaklanmamaktadır. Uzun dönemli sanayi politikaları, üretim teşvikleri, araştırma ve geliştirme yatırımları, batarya hammaddelerinin işlenmesine yönelik kapasite ve şarj altyapısının hızla yaygınlaştırılması gibi birbirini tamamlayan unsurlara dayanmaktadır. Elektrikli araçlar, Çin'de yalnızca çevresel hedeflere ulaşmayı sağlayan bir ulaşım teknolojisi olarak değil, otomotiv sanayisinde küresel rekabet üstünlüğü yaratabilecek stratejik bir üretim alanı olarak değerlendirilmiştir (OECD, 2023).

Çin Otomobil Üreticileri Birliği'nin verilerine göre 2025 yılında ülkede elektrikli araç üretimi yıllık bazda 16.63 milyon adet, satışı ise bir önceki yıla göre % 28.2 artışla 16.5 milyon adet olarak gerçekleşmiştir (CAAM, 2026).

Çin'in elektrikli araç politikalarının gelişiminde merkezi yönetimin yönlendirici rolü belirgindir. Elektrikli araç üreticilerine ve tüketicilere sağlanan teşvikler, yerel yönetimlerin plaka ve kullanım kolaylıkları, kamu filolarının elektrifikasyonu ve şarj altyapısı yatırımları pazarın ilk gelişim döneminde talebi desteklemiştir. Bununla birlikte Çin'in başarısı yalnızca tüketici teşviklerine dayanmamaktadır. Ülke, elektrikli araçları ve bataryaları sanayi politikalarının bir parçası olarak ele almış; hücre üretimi, batarya paketleme, elektrik motorları, güç elektroniği ve araç yazılımları gibi değer zincirinin farklı aşamalarında üretim kapasitesi geliştirmiştir (Guo vd, 2023).

Çin'de üretim ölçeğinin büyümesi, elektrikli araç maliyetlerinin düşmesine ve farklı gelir gruplarına hitap eden geniş bir model çeşitliliğinin oluşmasına katkı sağladığı düşünülebir. Yerli üreticiler yalnız üst fiyat segmentinde değil daha düşük fiyatlı şehir otomobilleri ve orta sınıf araçlarda da ürün sunabilmiştir. Böylece elektrikli araçlar sınırlı

bir tüketici grubuna hitap eden teknolojik ürünler olmaktan çıkarak kitlesel pazara yayılmıştır. Ürün çeşitliliği ve üretim ölçeği, Çinli üreticilerin iç pazardaki paylarını artırmalarının yanında ihracat pazarlarında da güçlenmelerini sağlamıştır.

Uluslararası Enerji Ajansının verilerine göre Çin'de 2024 yılında 11 milyondan fazla elektrikli otomobil satılmış ve elektrikli otomobillerin yeni otomobil satışları içindeki payı yüzde 50'ye yaklaşmıştır. Çin'in küresel elektrikli otomobil satışlarındaki payı ise yaklaşık üçte ikiye ulaşmıştır. Ayrıca elektrikli araç satışları 2024'ün ikinci yarısında aylık bazda geleneksel araç satışlarını aşmaya başlamıştır. Bu sonuçlar, Çin'de elektrikli araç dönüşümünün niş pazardan ana akım otomobil pazarına geçtiğini göstermektedir (IEA, 2025).

Çin'in küresel üstünlüğünün önemli unsurlarından biri batarya üretimidir. Lityum-iyon batarya hücresi ve batarya bileşenleri üretiminde ulaşılan ölçek, elektrikli araçların en yüksek maliyet kalemlerinden biri olan bataryaların daha düşük maliyetlerle üretilebilmesini sağlamaktadır. Bunun yanında lityum, grafit, kobalt ve nikel gibi kritik minerallerin işlenmesine yönelik kapasitenin önemli bir bölümünün Çin'de yoğunlaşması, ülkeye tedarik zinciri açısından stratejik bir avantaj sağlamaktadır. Ancak bu yoğunlaşma, diğer ülkeler açısından yeni bir dışa bağımlılık ve tedarik güvenliği tartışması da yaratmaktadır.

Şarj altyapısı da Çin'de elektrikli araç pazarının genişlemesini destekleyen temel unsurlardan biridir. Dünya genelinde kamuya açık şarj noktalarının önemli bir bölümü Çin'de bulunmaktadır. Şarj ağlarının konut alanları, kent merkezleri ve şehirler arası ulaşım koridorlarında hızla yayılması, kullanıcıların menzil ve şarj erişimi konusundaki kaygılarını azaltmıştır. Böylece araç üretimi, tüketici talebi ve altyapı yatırımları birbirini destekleyen bütünleşik bir ekosistem oluşturmuştur.

Çin'in elektrikli araç ihracatındaki büyümesi dönüşümün uluslararası ticaret boyutunu daha görünür hâle getirmiştir. Çin'de üretilen elektrikli araçların maliyet ve fiyat avantajı, Avrupa başta olmak üzere birçok pazarda rekabet baskısı yaratmıştır. Buna karşılık bazı ülkeler ve ekonomik bloklar, Çin menşeli araçlara yönelik ek gümrük vergileri ve ticaret savunma önlemleri uygulamaya başlamıştır. Bu gelişmeler, elektrikli araç dönüşümünün yalnızca iklim ve enerji politikası değil, aynı zamanda küresel sanayi rekabeti ve ticaret politikası konusu hâline geldiğini göstermektedir.

Çin örneği elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki etkisinin yalnızca petrol talebinin azalması üzerinden değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Çin,

yerli üretim kapasitesini geliştirdiği ve elektrikli araç değer zincirinin büyük bölümünü ülke içinde oluşturduğu için dönüşümü ithalatı ikame eden ve ihracat kapasitesi yaratan bir sanayi politikasına dönüştürebilmiştir. Bu nedenle Çin'de elektrikli araç dönüşümü, enerji ithalatını azaltma potansiyelinin yanında otomotiv ve batarya ihracatını artıran bir dış ticaret avantajı da yaratmaktadır.

Türkiye açısından Çin deneyiminden çıkarılabilecek temel sonuç elektrikli araç pazarının yalnızca tüketici teşvikleriyle büyütülmesinin yeterli olmadığıdır. Petrol ithalatının azaltılmasından doğabilecek dış ticaret kazanımlarının güçlendirilebilmesi için araç, batarya, güç elektroniği ve yazılım gibi stratejik alanlarda yerli üretim kapasitesinin geliştirilmesi gerekmektedir. Aksi hâlde elektrikli araç talebindeki artış petrol ithalatını azaltırken araç ve teknoloji ithalatını yükselterek dış ticaret dengesi üzerindeki net kazanımı sınırlandırabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde elektrikli araç pazarı, Çin ve Avrupa'ya kıyasla daha parçalı ve heterojen bir yapı sergilemektedir. Elektrikli araç dönüşümü ülke genelinde artış eğilimi gösterse de pazar gelişimi eyalet bazında düzenlemeler, gelir düzeyi, altyapı erişimi ve tüketici tercihleri gibi unsurlara bağlı olarak farklılaşmaktadır. Buna rağmen ABD pazarı hem küresel otomotiv üreticileri hem de teknoloji şirketleri için önemli bir inovasyon alanı olmaya devam etmektedir.

ABD'de elektrikli araç dönüşümünü destekleyen unsurlar arasında federal teşvikler belirli eyaletlerdeki emisyon standartları, özel sektör yatırımları ve şarj altyapısındaki genişleme öne çıkmaktadır. Bununla birlikte ABD pazarı SUV, van ve pick up ve benzeri büyük motor hacimli araç segmentlerinin yaygınlığı ve tüketici davranışlarının çeşitliliği nedeniyle Avrupa'ya kıyasla farklı bir dönüşüm yolu izlemektedir. Bu durum elektrikli araç yaygınlaşmasının politika karması ve altyapı yeterlilikleri yanında tüketim alışkanlıkları ve pazar yapısı ile de ilişkili sosyolojik bir boyutunun daha olduğunu göstermektedir. ABD'de elektrikli araç pazarının gelişimi, eyalet bazlı düzenlemeler, altyapı yaygınlığı ve tüketici tercihlerindeki heterojenlik nedeniyle daha parçalı bir yapı sergilemektedir. Federal ve eyalet düzeyinde teşvik mekanizmaları, emisyon standartları ve özel sektör yatırımları pazarın büyümesine katkı sağlarken, pazarın büyük araç segmentlerine eğilimli olması dönüşüm patikasının Avrupa'dan ayrışmasına neden olabilmektedir (U.S. DOE, 2024).

ABD pazarında elektrikli araçların 2025 yılı performansı incelendiğinde üçüncü çeyrekteki rekor artışın ardından ekim ayı başında hükümet destekli satış teşviklerinin

iptal edilmesiyle son çeyrekte bir önceki çeyreğe göre %46, bir önceki yılın aynı dönemine göre ise %36 azalmıştır. 2025 yılı toplam 1.27 Milyon adet olarak gerçekleşirken bu rakam toplam araç satışlarının %7,8'ine tekabül etmektedir (Cox Automotive, 2026).

ABD örneği Türkiye açısından iki açıdan önemlidir. Öncelikle büyük ve çeşitlenmiş bir pazarda elektrikli araç dönüşümünün hızının düzenleyici çerçeve ile özel sektör yatırımlarının uyumuna bağlı olmasıdır. Ayrıca elektrikli araç dönüşümünün başarılı olabilmesi için altyapı yatırımları, tüketici teşvikleri ve sanayi stratejilerinin birlikte ilerlemesi gerektiğini göstermesidir. Bu bağlamda ABD deneyimi Türkiye'nin elektrikli araç ekosistemini büyütürken yalnız araç satışları, şarj altyapısı, yan sanayi ve teknoloji uyumunu ve tüketici alışkanlıklarını birlikte ele almasının önemine işaret etmektedir.

ABD'de elektrikli araç pazarının gelişimi, eyalet bazlı düzenlemeler, altyapı yaygınlığı ve tüketici tercihlerindeki heterojenlik nedeniyle daha parçalı bir yapı sergilemektedir (IEA, 2025). Federal ve eyalet düzeyinde teşvik mekanizmaları, emisyon standartları ve özel sektör yatırımları pazarın büyümesine katkı sağlarken, pazarın büyük araç segmentlerine eğilimli olması dönüşüm patikasının Avrupa'dan ayrışmasına neden olabilmektedir (U.S. DOE, 2024).

Avrupa Birliği elektrikli araç dönüşümünün güçlü çevre politikaları ve bağlayıcı emisyon standartları aracılığıyla yönlendirildiği başlıca pazarlardan biridir. Birlik düzeyinde belirlenen iklim hedefleri, otomotiv üreticilerine yönelik karbondioksit emisyon standartları, üye ülkelerin araç vergilendirme sistemleri ve şarj altyapısı yatırımları elektrikli araçların yaygınlaşmasını desteklemektedir. Bununla birlikte üye ülkeler arasında gelir düzeyi, otomobil sahipliği, elektrik fiyatları, teşvik politikaları ve altyapı bakımından önemli farklılıklar bulunduğundan dönüşüm bütün ülkelerde aynı hızda ilerlememektedir. Avrupa Birliği'nin elektrikli araç politikasının temelinde ulaştırma kaynaklı emisyonların azaltılması bulunmaktadır. Birlik tarafından kabul edilen düzenleyici çerçeve kapsamında yeni binek otomobiller ve hafif ticari araçlar için üretici filo ortalaması emisyon hedefleri aşamalı biçimde sıkılaştırılmıştır. 2023 yılında kabul edilen düzenleme, 2030–2034 döneminde yeni otomobiller için 2021 seviyesine kıyasla yüzde 55 emisyon azaltımı ve 2035 sonrasında yüzde 100 azaltım hedefi getirmiştir. Bu düzenleme, otomotiv üreticilerini sıfır emisyonlu araçlara yönelik yatırımlarını hızlandırmaya yönelten temel politika araçlarından biri olmuştur (Avrupa Komisyonu, 2023).

Avrupa elektrikli araç pazarının gelişiminde tüketici teşvikleri ve vergi politikaları da önemli rol oynamıştır. Birçok üye ülkede elektrikli araçlar için satın alma destekleri, tescil veya mülkiyet vergisi indirimleri ve şirket araçlarına yönelik mali avantajlar uygulanmıştır. Bununla birlikte teşviklerin kapsamı ve sürekliliği ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Bazı ülkelerde desteklerin azaltılması veya ani biçimde sonlandırılması elektrikli araç satışlarında geçici düşüşlere yol açmış, bu durum tüketici talebinin politika öngörülebilirliğine duyarlı olduğunu göstermiştir.

Avrupa Birliği'nde elektrikli araç satışları son yıllarda önemli ölçüde artmasına rağmen, yeni satışlar içindeki pay ile toplam otomobil parkı içindeki pay arasında belirgin bir fark bulunmaktadır. Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği verilerine göre 2024 yılı sonunda Avrupa Birliği'nde yaklaşık 256 milyon otomobil bulunmaktadır. Bataryalı elektrikli otomobiller toplam otomobil parkının yüzde 2,3'ünü, plug-in hibritler ise yüzde 1,4'ünü oluşturmuştur. Böylece elektrikle şarj edilebilen otomobillerin toplam payı yüzde 3,7 düzeyinde kalmıştır (ACEA, 2026).

Bu veriler, elektrikli araçların yeni satışlardaki büyümesine rağmen Avrupa'daki otomobil parkının büyük ölçüde benzinli ve dizel araçlardan oluşmaya devam ettiğini göstermektedir. Araç parkının ortalama yaşı ve otomobillerin kullanım süresi dikkate alındığında, yeni satışlarda gerçekleşen dönüşümün toplam stok ve petrol tüketimi üzerindeki etkisi gecikmeli biçimde ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla Avrupa'da emisyon ve petrol tüketimi hedeflerine ulaşılması yalnız yeni elektrikli araç satışlarının artırılmasına değil, eski ve yüksek emisyonlu araçların kullanım dışına çıkma hızına da bağlıdır.

Avrupa Birliği içinde ülke bazında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Kuzey ve Batı Avrupa'daki bazı ülkelerde elektrikli araçların yeni satışlar ve toplam araç parkı içindeki payları oldukça yüksek seviyelere ulaşmıştır. Buna karşılık Güney ve Doğu Avrupa ülkelerinde gelir düzeyi, ikinci el araç ithalatı, şarj altyapısının sınırlılığı ve yüksek araç fiyatları nedeniyle dönüşüm daha yavaş ilerlemektedir. Bu durum ortak bir düzenleyici çerçevenin tek başına yeterli olmadığını; ekonomik ve altyapısal koşulların dönüşüm hızını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Avrupa elektrikli araç sanayisi, güçlü geleneksel otomotiv üretim kapasitesine sahip olmakla birlikte batarya hücresi ve bazı kritik bileşenlerde Asya merkezli üreticilere bağımlıdır. Bu nedenle Avrupa Birliği, elektrikli araç dönüşümünü yalnızca iklim politikası olarak değil, sanayi rekabetçiliği ve ekonomik güvenlik meselesi olarak

değerlendirmektedir. Batarya üretim tesislerinin desteklenmesi, kritik hammadde tedarikinin çeşitlendirilmesi ve yerli teknoloji kapasitesinin geliştirilmesi, Avrupa'nın elektrikli araç stratejisinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

Çin'de üretilen düşük maliyetli elektrikli araçların Avrupa pazarındaki payının artması, Birlik içinde rekabet ve sanayi politikası tartışmalarını güçlendirmiştir. Avrupa Birliği, Çin'de üretilen elektrikli araçlara sağlanan kamu desteklerinin Avrupa üreticileri açısından haksız rekabet oluşturup oluşturmadığını incelemiş ve bu araçlara yönelik ilave gümrük vergileri uygulamaya başlamıştır. Bu gelişme elektrikli araç dönüşümünün serbest ticaret, sanayi desteği ve iklim hedefleri arasında yeni bir politika gerilimi oluşturduğunu göstermektedir.

Avrupa Birliği'nin elektrikli araç dönüşümü, petrol ithalatı ve enerji güvenliği açısından da önem taşımaktadır. Ulaştırma sektöründeki petrol talebinin azalması, fosil yakıt ithalatına bağımlı üye ülkelerin dış enerji faturasını düşürebilir. Ancak bu etkinin büyüklüğü, elektrik üretiminin hangi kaynaklardan sağlandığına ve elektrikli araç ile batarya üretimindeki ithalat bağımlılığına bağlıdır. Yenilenebilir enerji payının yüksek olduğu ülkelerde elektrifikasyon hem emisyon hem de enerji ithalatı bakımından daha güçlü kazanımlar yaratırken, fosil kaynaklara dayalı elektrik üretimi net faydayı sınırlandırabilmektedir.

Türkiye açısından Avrupa Birliği'ndeki dönüşüm özel önem taşımaktadır. Türkiye otomotiv sanayisi üretim, ihracat ve tedarik zinciri bakımından Avrupa pazarıyla yüksek ölçüde bütünleşmiştir. Avrupa'daki emisyon düzenlemeleri, elektrikli araç talebi ve üretici stratejileri, Türkiye'de faaliyet gösteren ana sanayi ve yan sanayi firmalarının ürün ve yatırım kararlarını doğrudan etkilemektedir. Geleneksel motor, egzoz ve yakıt sistemi bileşenlerine yönelik talebin azalması, Türkiye'deki otomotiv yan sanayisi açısından dönüşüm baskısı yaratırken elektrik motoru, batarya, güç elektroniği, şarj ekipmanı ve yazılım alanlarında yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle Avrupa Birliği deneyimi, Türkiye için yalnızca elektrikli araçların nasıl teşvik edileceğine ilişkin bir pazar örneği değildir. Aynı zamanda Türkiye'nin en büyük otomotiv ihracat pazarındaki teknolojik ve düzenleyici değişime uyum sağlama zorunluluğunu göstermektedir. Türkiye'nin ihracat rekabetçiliğini koruyabilmesi için otomotiv üretim altyapısını Avrupa'daki elektrifikasyon ve düşük karbon hedefleriyle uyumlu biçimde dönüştürmesi gerekmektedir.

Türkiye'de elektrikli araç pazarı uzun süre sınırlı sayıda model ve düşük satış hacmiyle gelişmiş ancak son yıllarda belirgin bir büyüme sürecine girmiştir. Model çeşitliliğinin artması, yerli elektrikli otomobil üretiminin başlaması, şarj altyapısının genişlemesi, tüketicilerin enerji ve kullanım maliyetlerine yönelik değerlendirmeleri ve elektrikli araçlara ilişkin toplumsal farkındalığın yükselmesi bu gelişimi destekleyen başlıca unsurlar olmuştur.

Türkiye'nin elektrikli araç dönüşümü, küresel büyük pazarlarla karşılaştırıldığında daha geç başlamış olmakla birlikte kısa sürede güçlü bir satış ivmesi yakalamıştır. Özellikle yerli otomobil üretiminin başlaması, elektrikli araçların tüketiciler tarafından daha görünür hâle gelmesini sağlamış ve pazardaki diğer üreticilerin model çeşitliliğini artırmıştır. Buna paralel olarak farklı fiyat ve araç segmentlerinde yeni elektrikli modellerin pazara sunulması, elektrikli araçların sınırlı bir tüketici grubunun tercihi olmaktan çıkarak daha geniş bir pazara yönelmesine katkı sağlamıştır.

Türkiye'de elektrikli araç dönüşümünün sanayi politikası boyutu da önemlidir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan strateji belgelerinde elektrikli ve bağlantılı araçlar, batarya teknolojileri, yazılım ve şarj altyapısı geleceğin temel sanayi alanları arasında değerlendirilmiştir. Yerli üretim girişimi elektrikli araç dönüşümünün üretim, teknoloji geliştirme ve ihracat kapasitesi oluşturma fırsatı olarak da ele alındığını göstermektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023).

Tablo 1: *Türkiye'de Toplam Motorlu Kara Taşıtı ve Otomobil Sayısının Gelişimi, 2015-2025*

Yıl	Toplam Motorlu Kara Taşıtı (Adet)	Trafiğe Kayıtlı Otomobil (Adet)	Otomobillerin Toplam Taşıt Parkındaki Payı (%)
2015	19.994.472	10.589.337	53,0
2016	21.090.424	11.317.998	53,7
2017	22.218.945	12.035.978	54,2
2018	22.865.921	12.398.190	54,2
2019	23.156.975	12.503.049	54,0
2020	24.144.857	13.099.041	54,3
2021	25.249.119	13.706.065	54,3
2022	26.482.847	14.269.352	53,9
2023	28.740.492	15.221.134	53,0
2024	31.301.389	16.232.458	51,9
2025	33.612.650	17.373.581	51,7

Kaynak : *TÜİK,2026*

Tüik tarafından açıklanan motorlu kara taşıtları istatistiklerine göre son yılda Türkiye'de trafiğe kayıtlı kara taşıtı sayısı 19,99 milyon adetten yüzde altmış sekizlik bir artışla 33,6 milyon adete yükselmiştir. Yine aynı dönemde otomobil sayısı benzer bir artış seyri izleyerek 10,5 milyon adetten 17,3 milyon adete yükselmiştir. Otomobillerin toplam taşıt parkı içerisindeki yüzdesel dağılımı ise yüzde 51 ila yüzde 53 seviyelerinde dengeli bir seyir göstermektedir.

Tablo 2: *Türkiye'de Trafiğe Kayıtlı Otomobillerin Yakıt Türüne Göre Dağılımı, 2024–2025*

Yıl	Toplam (Adet)	%	Benzin (Adet)	%	Dizel (Adet)	%	LPG (Adet)	%	Hibrit (Adet)	%	Elektrik (Adet)	%	Bilinmeyen (Adet)	%
2014	9857915	100	2855078	28.96	2882885	29.24	4076730	41.35	113	0.001	412	0.004	42697	0.43
2015	10589337	100	2927720	27.65	3345951	31.60	4272044	40.34	324	0.003	565	0.01	42733	0.40
2016	11317998	100	3031744	26.79	3803772	33.61	4439631	39.23	517	0.005	643	0.01	41691	0.37
2017	12035978	100	3120407	25.93	4256305	35.36	4616842	38.36	925	0.01	760	0.01	40739	0.34
2018	12398190	100	3089626	24.92	4568665	36.85	4695717	37.87	4415	0.04	952	0.01	38815	0.31
2019	12503049	100	3020017	24.15	4769714	38.15	4661707	37.28	13877	0.11	1176	0.01	36558	0.29
2020	13099041	100	3201894	24.44	5014356	38.28	4810018	36.72	33690	0.26	2797	0.02	36286	0.28
2021	13706065	100	3495172	25.50	5158803	37.64	4923275	35.92	86682	0.63	6267	0.05	35866	0.26
2022	14269352	100	3817104	26.75	5261876	36.88	5005563	35.08	134662	0.94	14552	0.10	35595	0.25
2023	15221134	100	4362975	28.66	5425652	35.65	5094751	33.47	222328	1.46	80043	0.53	35385	0.23
2024	16232458	100	4908203	30.24	5541441	34.14	5172471	31.86	391296	2.41	183776	1.13	35271	0.22
2025	17373581	100	5375752	30.94	5662760	32.59	5232352	30.12	697027	4.01	370591	2.13	35099	0.20

Kaynak : *TÜİK,2026*

Türkiye'de 2025 yılında trafiğe ilk kez kaydedilen yaklaşık 1 milyon 120 bin otomobilin yüzde 16,7'si elektrikli, yüzde 27,3'ü hibrit, yüzde 46,4'ü benzinli ve yüzde 8,5'i dizel olmuştur. Bu dağılım elektrikli ve hibrit araçların yeni tesciller içindeki payının hızla arttığını göstermektedir (TÜİK, 2026).

Bununla birlikte yeni kayıtlar içindeki yüksek pay toplam otomobil parkının aynı ölçüde etkilendiği anlamına gelmemektedir. Türkiye'de otomobillerin uzun süre kullanımda kalması ve mevcut parkın büyük bölümünün benzinli, dizel ve LPG'li araçlardan oluşması nedeniyle elektrikli otomobillerin toplam stok içindeki payı yeni satışlardaki payın belirgin biçimde altındadır. Kasım 2025 itibarıyla trafiğe kayıtlı otomobillerin % 2'si elektrikli, % 3,8'i hibrit araçlardan oluşurken; dizel, benzinli ve LPG'li otomobiller toplam parkın büyük bölümünü oluşturmaya devam etmiştir (TÜİK, 2025).

Bu ayrım, elektrikli araçların petrol tüketimi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Yeni satışlar dönüşümün hızını, toplam araç parkı ise dönüşümün mevcut enerji tüketimi üzerindeki gerçek etkisini göstermektedir. Elektrikli araçların yeni satışlardaki payı hızla artsa da mevcut fosil yakıtlı araçların uzun yıllar kullanımda

kalması nedeniyle petrol talebindeki anlamlı azalmanın orta ve uzun dönemde ortaya çıkması beklenmektedir.

Türkiye'de elektrikli araç pazarının sürdürülebilir büyümesi açısından şarj altyapısı temel unsurlardan biridir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından oluşturulan lisans ve düzenleme yapısı sonucunda şarj ağı işletmecilerinin ve şarj noktalarının sayısı hızla artmıştır. Bununla birlikte altyapının yalnız toplam sayısı değil, coğrafi dağılımı, hızlı şarj kapasitesi, yoğun dönemlerdeki kullanılabilirliği ve elektrik dağıtım şebekesiyle uyumu önem taşımaktadır. Büyükşehirlerde ve ana ulaşım koridorlarında yoğunlaşan altyapının daha dengeli biçimde ülke geneline yayılması, elektrikli araçların daha geniş kullanıcı grupları tarafından benimsenmesine katkı sağlayacaktır.

Türkiye'de elektrikli araçlara uygulanan vergi sistemi de pazarın gelişimini doğrudan etkilemektedir. Elektrikli araçlar için motor gücü ve araç değeri üzerinden farklılaştırılan özel tüketim vergisi oranları bazı modellerde içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla fiyat avantajı yaratabilmektedir. Ancak matrah ve vergi oranlarında yapılan değişiklikler araç fiyatlarını ve tüketici talebini kısa sürede etkileyebilmektedir. Bu nedenle vergi ve teşvik politikalarının öngörülebilirliği hem tüketicilerin satın alma kararları hem de üreticilerin yatırım planları açısından önem taşımaktadır.

Türkiye'nin yüksek enerji ithalatı ve özellikle petrolde dışa bağımlılığı elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi açısından değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Ulaştırma sektöründe kullanılan benzin ve motorinin önemli bir bölümü ithal ham petrol ve petrol ürünlerine dayanmaktadır. Elektrikli araç sayısının artması, ulaştırma kaynaklı petrol talebini azaltarak enerji ithalatı faturası üzerinde aşağı yönlü bir etki yaratabilir. IICEC (2021) tarafından hazırlanan senaryolar elektrikli araçların yaygınlaşmasının yerli ve yenilenebilir elektrik üretimiyle birlikte ilerlemesi hâlinde petrol ithalatında belirgin tasarruf sağlayabileceğini göstermektedir

Türkiye için gerçekleştirilen senaryo analizleri de elektrikli araçların toplam araç parkı içindeki payı arttıkça petrol tüketimi ve ithalatının azalabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte etkinin büyüklüğü araçların yıllık kullanım mesafesi, geleneksel araçlarla elektrikli araçların enerji verimliliği, toplam araç parkının büyümesi ve elektrikli araçların benimsenme hızına bağlıdır. Çalışma, petrol ithalatındaki kayda değer azalmanın yeni satışlardaki kısa süreli yükselişten çok, toplam araç stokunun zaman içinde dönüşmesiyle ortaya çıkacağına işaret etmektedir (Kaya vd., 2025).

Elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki etkisi yalnızca petrol ithalatının azalmasıyla sınırlı değildir. Elektrikli araçların ve bataryaların ithal edilmesi, özellikle dönüşümün ilk aşamalarında dış ticaret dengesi üzerinde artırıcı bir baskı oluşturabilir. Araç üretiminin Türkiye'de yapılması hâlinde dahi batarya hücresi, yarı iletken, güç elektroniği ve kritik hammaddelerde dışa bağımlılık devam edebilir. Bu nedenle elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret üzerindeki net etkisi, petrol ithalatında sağlanan tasarruf ile araç ve teknoloji ithalatından kaynaklanan maliyet arasındaki dengeye bağlıdır.

Elektrik üretim karması da dönüşümün net ekonomik ve çevresel etkisini belirlemektedir. Elektrikli araçların kullandığı elektriğin yerli ve yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi, petrol ikamesinin enerji ithalatı ve emisyonlar üzerindeki katkısını güçlendirmektedir. Buna karşılık artan elektrik talebinin ithal doğal gaz veya kömürle karşılanması durumunda ulaştırmada azalan petrol bağımlılığının bir bölümü elektrik üretiminde kullanılan ithal yakıtlara kayabilir. Bu nedenle elektrikli araç politikaları ile yenilenebilir enerji ve şebeke yatırımları eşgüdüm içinde yürütülmelidir.

Türkiye açısından elektrikli araç dönüşümünün bir diğer önemli boyutu otomotiv ihracatıdır. Türkiye'nin otomotiv sanayisi büyük ölçüde Avrupa Birliği pazarına yönelik üretim yapmaktadır. Avrupa'daki elektrikli araç satışlarının artması ve emisyon standartlarının sıkılaşması, Türkiye'deki üreticilerin ve yan sanayi kuruluşlarının ürün portföylerini dönüştürmelerini zorunlu hâle getirmektedir. Geleneksel motor ve yakıt sistemlerine yönelik talebin azalması bazı üretim alanları için risk yaratırken; elektrik motorları, batarya sistemleri, güç elektroniği, yazılım ve şarj ekipmanları yeni üretim ve ihracat fırsatları oluşturmaktadır.

Sonuç olarak Türkiye'de elektrikli araç dönüşümü yalnızca otomobil pazarında yaşanan bir teknoloji değişimi değildir. Süreç enerji ithalatı, dış ticaret dengesi, elektrik üretim yapısı, otomotiv sanayisi, vergi gelirleri ve altyapı yatırımlarıyla doğrudan bağlantılıdır. Elektrikli araçların yaygınlaşması petrol ithalatını azaltma potansiyeline sahip olmakla birlikte, dış ticaret dengesi üzerinde kalıcı bir katkı sağlanması yerli araç ve batarya üretim kapasitesinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji payının artırılmasına ve otomotiv tedarik zincirinin teknolojik dönüşüme uyum sağlamasına bağlıdır.

1.2. TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİ VE PETROL BAĞIMLILIĞI

Dış ticaret dengesinin makroekonomik önemini açıklamak için uluslararası iktisat literatüründe farklı kuramsal yaklaşımlar geliştirilmiştir. Klasik dış ticaret teorileri ülkeler arası ticaretin temel itici gücünü maliyet farklılıkları ve uzmanlaşma üzerinden ele alırken, daha güncel yaklaşımlar, ticaret kalıplarının aynı zamanda üretim yapısı, teknoloji ve dışa bağımlılık gibi yapısal unsurlarla belirlendiğini vurgulamaktadır.

Dış ticaret dengesi kavramı ihracat veya ithalatın mutlak büyüklüğünün yanında ekonominin üretim- tüketim yapısı, tasarruf – yatırım dengesi, döviz kuruna duyarlılığı ve dış finansman gereksinimi gibi bir dizi makro mekanizmayı birlikte okumayı gerektirir. Dış ticaret açığı çoğu zaman yalnız ticaret akımlarının farkını değil; üretim yapısının niteliğini, ithalat bağımlılığını ve dış finansman gereksinimini yansıtan yapısal bir gösterge niteliği taşımaktadır (Krugman vd., 2018). Bu nedenle dış ticaret açığı, bir ekonominin rekabet gücü veya verimliliği hakkında tek başına hüküm vermeye elverişli olmasa da açığın sürekliliği, karakteri ve finansman kalitesi üzerinden değerlendirildiğinde, makroekonomik kırılganlıkların ve politika ihtiyaçlarının önemli bir göstergesi hâline gelir.

Ölçüm boyutunda da bir ayrım önem arz eder. Dış ticaret dengesi, çoğu zaman gümrük kayıtlarına dayalı mal ticareti üzerinden hesaplanır ancak uluslararası karşılaştırmalarda ve makro çerçevede, dış ticaret dengesi ödemeler dengesi istatistikleri içinde mal ve hizmetler dengesinin bir bileşeni olarak yer alır. Uluslararası Para Fonu (IMF)'nin yayınladığı ülkelerin ödemeler dengesi ve uluslararası yatırım pozisyonu istatistiklerinin derlenmesi için kullanılan güncel küresel standartlar el kitabı BPM6 kapsamında ödemeler dengesi cari işlemler hesabının mal kalemi yerleşikler ile yerleşik olmayanlar arasında mülkiyet değişimi gerçekleşen malları kapsar (IMF, 2009). Benzer şekilde Eurostat, ödemeler dengesi verilerinin cari hesapta mal, hizmet, birincil gelir ve ikincil gelir bileşenlerinden oluştuğunu vurgular. Bu ayrım, özellikle ampirik çalışmalarda dış ticaret açığı değişkeninin hangi tanıma dayandığının açık biçimde belirtilmesini gerektirir.

Dış ticaret dengesi, ödemeler dengesi mantığında cari işlemler hesabının temel bileşenlerinden biridir. Cari işlemler hesabı mal ve hizmetler dengesi, birincil gelir dengesi ve ikincil gelir dengesi alt kalemlerinden oluşur. Bu nedenle dış ticaret dengesi cari dengenin yönünü belirleyen ana kanallardan biri olmakla birlikte, tek başına cari dengeyle bire bir aynı kavram değildir. IMF BPM6 çerçevesinde cari hesap bileşenlerinin

tanımlanmasına ilişkin bölümler, mal kaleminin yanı sıra birincil gelir ve ikincil gelir ayrımını açık biçimde ortaya koyar. Avrupa İstatistik Kurumu da benzer biçimde ödemeler dengesinin cari hesap bileşenlerini mal, hizmet, birincil gelir, ikincil gelir olarak vurgular (Eurostat, 2008).

Bu ayrım, özellikle Türkiye gibi turizm gelirleri yüksek ekonomilerde önem taşır. Sınai mal, yarı mal ya da hammadde mal ticaretinde açık verilse dahi turizm ve lojistik benzeri hizmet gelirleri cari açığı kısmen telafi edebilir. Ancak enerji ithalatı gibi mal kalemlerinde yapısal açıkların büyümesi, hizmet gelirleriyle telafi kapasitesini aşabilir ve cari açık dinamiklerini güçlendirebilir.

Türkiye ekonomisinde dış ticaret dengesi tartışması, sanayi üretim altyapısının ithal girdi bağımlılığı ve enerji arzındaki dışa bağımlılık nedeniyle özel bir önem taşımaktadır. Dış ticaret açığı Türkiye açısından yalnızca ihracat ile ithalat arasındaki matematiksel farkı değil; aynı zamanda üretim yapısını, enerji tüketim modelini, büyümenin kompozisyonunu ve dış finansman ihtiyacını yansıtan yapısal bir makroekonomik gösterge niteliğindedir (Koç vd., 2016). Bu nedenle Türkiye'nin dış ticareti ile petrol bağımlılığı arasındaki ilişki, elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesinde temel bir başlangıç noktası oluşturmaktadır.

Türkiye'de özellikle ekonomik büyümenin ve sanayi üretiminin hızlandığı dönemlerde ithalatın ihracattan daha hızlı artabilmesi, dış ticaret açığının genişleme eğilimine girmesine neden olabilmektedir. Bu süreçte ara malı ve yatırım malı ithalatının yanında enerji ithalatı da belirleyici bir rol üstlenmektedir. Ham petrol ve doğal gaz başta olmak üzere enerji ithalatı kalemleri, küresel enerji fiyatlarındaki değişimler ve döviz kuru hareketleri yoluyla dış ticaret dengesi üzerinde doğrudan baskı oluşturabilmektedir (Ediger ve Berk, 2011). Türkiye'nin petrol ve doğal gaz talebinin önemli bir bölümünü ithalat yoluyla karşılaması, ekonominin küresel enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı duyarlılığını artırmaktadır (IEA, 2021).

Ulaştırma sektörünün petrol türevi yakıtlara yüksek düzeyde bağımlı olması, enerji ithalatı ile dış ticaret açığı arasındaki ilişkiyi daha görünür hâle getirmektedir. Tez çalışmasının temel varsayımı açısından bu ilişki kritik önemdedir. Elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki potansiyel etkisi, öncelikle ulaştırma kaynaklı petrol tüketimini azaltma kapasitesi üzerinden anlam kazanmaktadır. Daha önce de değinildiği üzere ulaştırmada petrol tüketiminin orta ve uzun vadede azaltılması hâlinde enerji ithalatı faturasında meydana gelebilecek gerilemenin dış ticaret dengesi

üzerinde iyileştirici bir etki yaratması beklenebilir. Bununla birlikte söz konusu etkinin büyüklüğü ve yönü elektrik üretim karması, elektrikli araç ve batarya teknolojilerindeki ithalat bağımlılığı, yerli üretim kapasitesi ve araç parkının dönüşüm hızı gibi tamamlayıcı unsurlara bağlı olarak farklılaşabilecektir (Rajagopal, 2023).

Bu çerçevede elektrikli araç dönüşümünün tez bağlamındaki önemi ulaştırma kaynaklı petrol talebini azaltma potansiyeli üzerinden Türkiye'nin enerji ithalat faturasını düşürme ve dış ticaret açığı üzerinde iyileştirici bir etki üretme olasılığıdır. Tez çalışmasının temel varsayımı açısından bu başlık kritik önemdedir. Zira elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki potansiyel etkisi doğrudan Türkiye'nin mevcut petrol bağımlılığı yapısı üzerinden anlam kazanmaktadır. Eğer ulaştırma kaynaklı petrol tüketimi orta ve uzun vadede azaltılabilirse enerji ithalat faturasında oluşabilecek gerilemenin dış ticaret açığı üzerinde iyileştirici bir etki yaratması beklenebilir. Ancak bu etkinin düzeyi ve yönü, enerji üretim karması, teknoloji ithalatı ve yerli üretim kapasitesi gibi ilave faktörler tarafından koşullandırılmaktadır. Ancak bu etkinin büyüklüğü ve zamanlaması, elektrik üretim karması, yerli üretim kapasitesi ve teknoloji ithalatı gibi koşullayıcı değişkenlere bağlıdır (IEA, 2021). Bu nedenle Türkiye'nin dış ticareti ve petrol bağımlılığı birlikte ele alınmadan elektrikli araç dönüşümünün dış denge etkisini tartışmak eksik kalacaktır.

1.2.1. Türkiye'nin Dış Ticaret Açığı ve Petrol İthalatı

Türkiye ekonomisi tarihsel süreç boyunca dönemsel farklılıklar göstermekle birlikte dış ticaret açığı sorunuyla karşı karşıya kalmıştır. Cumhuriyet'in ilk yıllarında daha sınırlı olan dış ticaret hacmi 1980 sonrası uygulanan dışa açılma politikalarıyla birlikte hızla artmış; ithalatın özellikle büyüme dönemlerinde ihracattan daha hızlı yükselmesi dış ticaret açığının süreklilik gösteren bir nitelik kazanmasında etkili olmuştur (Boratav, 2013).

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ara ve yatırım malları sanayilerinin yeterince gelişmemiş olması ya da enerji gibi ara mallar göz önünde bulundurulduğunda doğal kaynakların yetersizliği gibi kısıtlar, sınai malların üretimi için ihtiyaç duyulan hammadde ve ara malların ithalat yoluyla temin edilmesini zorunlu kılmaktadır (Koç vd, 2016). Türkiye'de dış ticaret açığının temel nedenleri incelendiğinde ara malı ve yatırım malı ithalatına olan bağımlılık, düşük katma değerli ihracat yapısı ve özellikle enerji

ithalatı öne çıkmaktadır. Bu unsurlar dış ticaret dengesinin yalnızca konjonktürel değil aynı zamanda yapısal bir sorun olduğunu göstermektedir.

Bu genel çerçeve de Cumhuriyet dönemi boyunca dış ticaret dengesinin seyrinin yalnızca ihracat performansına indirgenemeyeceğini, dönemsel olarak değişen kalkınma stratejileri, dış finansman koşulları, döviz kuru rejimleri, emtia fiyat şokları ve jeopolitik gelişmelerin dış ticaret açığını birlikte belirlediğini ortaya koyar (Boratav, 2013). Bu nedenle Türkiye'de dış ticaret açığının tarihsel seyrini analiz, bir yandan iktisat politikalarının dönüşümünü, diğer yandan kriz, ambargo ve borçlanma gibi dışsal şokları bütüncül biçimde ele almayı gerektirir.

Cumhuriyetin ilk yıllarında Türkiye'nin dış ticaret hacmi, ekonomik ölçeğin görece sınırlılığı ve üretim yapısının tarım ağırlıklı karakteri nedeniyle düşük düzeylerde seyretmiştir.1930'lu yıllarda Büyük Buhranın etkisiyle dünya genelinde korumacılığın güçlenmesi, Türkiye'de de devlet kontrolünde kalkınmacı sanayileşme yaklaşımının ağırlık kazanmasına zemin hazırlamıştır. Bu dönemde dış ticaret, hem sanayileşmeyi hızlandıracak sermaye mallarına erişim kanalı olarak görülmüş hem de döviz kıtlığı koşullarında yönetilmesi gereken bir denge alanı hâline gelmiştir. Yine 1930'lu yıllarda dış ticaret dengesinde fazla eğilimi ortaya çıkmıştır. Bunda korumacı ve devletçi politikaların etkisi büyüktür (Özkardeş, 2015). İthal ikameci yönelimin güçlenmesi, kısa vadede ithalatı ikame etmeyi hedeflese de sanayileşme hamlelerinin gerektirdiği makine, teçhizat ve ara girdi ihtiyacı dış ticaret dengesinin dönemsel baskılarla karşılaşmasına neden olabilmiştir.

İkinci Dünya Savaşı yılları ve sonrasındaki yeniden yapılanma döneminde dış kaynak ve döviz kısıtları, dış ticaret dengesi üzerindeki belirleyici unsurlar arasında yer almıştır. 1950'li yıllarda büyüme ve iç talep genişlemesi ile ithalat ihtiyacı artarken, döviz kazandırıcı kapasitenin sınırlı kalması dış ödeme dengesinde belirgin bir sıkışma yaratmıştır. Bu sürecin 1958'de daha görünür hâle geldiği; dış borçlanma dinamikleri, ithalat rejimi ve döviz darboğazı etrafında şekillenen bir dış ticaret dengesi krizi bağlamında tartışıldığı görülmektedir (Ceyhun, 1992). Dolayısıyla 1950'ler, Türkiye'de dış ticaret açığının yalnızca ticaret akımlarından değil, aynı zamanda döviz kıtlığı ve dış finansman kısıtından beslendiği bir dönem olarak değerlendirilebilir.

1960'lı yıllar, planlı kalkınma anlayışının güçlendiği ve ithal ikameci sanayileşme stratejisinin belirginleştiği bir dönemdir. İthal ikamesi, nihai tüketim mallarında yerli üretim kapasitesini artırmayı amaçlarken sanayileşmenin derinleşmesiyle birlikte ara

malları ve yatırım mallarında dışa bağımlılığı tamamen ortadan kaldırmakta zorlanmıştır. Bu nedenle ithal ikameci dönemde dış ticaret açığı, bir yönüyle sanayi üretiminin ithal girdi ihtiyacının yansıması olarak da değerlendirilebilir. Dönemsel döviz darboğazları ve kur ayarlamaları, ithalatın finansmanı ve dış ticaret dengesinin sürdürülebilirliği tartışmalarını canlı tutmuştur (Ceyhun, 1992).

Türkiye'de dış ticaret açığının tarihsel seyri açısından 1970'ler ise kritik bir kırılma noktasıdır. 1973–1974 petrol krizi, petrol ithalatçısı ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de enerji ithalat faturasını artırarak ödemeler dengesi üzerinde güçlü bir baskı oluşturmuştur. Nitekim Türkiye'nin 1970'lerin ortasındaki performansını değerlendiren analizler, 1973–1974 petrol şokunun Türkiye'nin ödemeler dengesi üzerinde benzer ülkelere kıyasla daha ağır sonuçlar doğurmuş olabileceğine işaret etmektedir (Celasun ve Rodrik, 1989). Petrol fiyatlarındaki sıçramaların 1973–1974 ve 1978–1979 dönemlerinde tekrarlandığı ve bu artışların özellikle petrol ithalatçısı ekonomilerde ithalat faturasını belirgin biçimde büyüttüğü de tarihsel enerji politikası literatüründe vurgulanmaktadır (Ediger ve Berk, 2011).

Bu dönemde dış ticaret dengesi açısından önem taşıyan bir diğer unsur 1974 Kıbrıs Barış Harekâtı sonrasında Türkiye'ye yönelik uygulanan ABD kaynaklı silah ambargosudur. Ambargo sürecine ilişkin çalışmalar 1975–1978 döneminde uygulanan silah ambargosunun geniş anlamda ekonomik ve stratejik bağımlılık tartışmalarında da etkili bir kırılma yarattığını belirtmektedir (Dolanbay, 2019). Bu tür yaptırımların ülke risk algısı ve dış finansman koşulları üzerinde dolaylı etkiler üreterek dış ticaret dengesini zorlayabildiği ayrıca stratejik sektörlerde yerlileşme eğilimlerini hızlandırabildiği ifade edilmektedir (Şen, 2024).

1970'lerin ikinci yarısında enerji maliyetlerinin yükselmesinin ithalat faturasını arttırdığı gözlemlenmektedir. Buna eşlik eden dış finansmana erişim zorlukları ve artan borçlanma dış borç çevrimi ve yeniden yapılandırma tartışmalarını öne çıkarmıştır. Türkiye'nin 1970'lerin sonlarında içine girdiği döviz krizi ve borç dinamikleri, 1980'e gelindiğinde kapsamlı bir istikrar ve yapısal dönüşüm programının gündeme gelmesinde belirleyici olmuştur (Rodrik, 1990).

1970'lerin sonunda derinleşen döviz darboğazı ve dış borç baskısı 24 Ocak 1980 kararlarıyla somutlaşan bir dönüşüm sürecini tetiklemiştir. 24 Ocak programı ve izleyen yıllar Türkiye ekonomisinde dışa açıklığın arttığı, ihracata dayalı büyüme stratejisinin kurumsallaşmaya başladığı bir dönemi ifade eder. Bu dönüşümün, 1980'lerde dış denge

açısından ihracat artışı, dış kaynak girişleri gibi dış kaynaklı gerekçeler ile enflasyon ve bütçe baskısı içsel gerekçeler arasındaki gerilimi aynı anda barındırdığı, dış uyumun görece başarılı görünmesine karşın iç istikrar sorunlarının sürdüğü değerlendirmeleri gözlenmektedir. Benzer şekilde, 1970'lerin sonundaki borç krizi birikiminin ve ayarlama deseninin makroekonomik performans üzerindeki etkileri, dış ticaret açığı ve dış borç ilişkisinin önemini ortaya koymaktadır (Celâsun ve Rodrik, 1989).

Bu dönemde dış ticaret hacmi hızla büyürken ithalatın kompozisyonu da üretim yapısının gerektirdiği ara malları ve yatırım malları lehine genişlemiştir. Dolayısıyla serbestleşme ve dışa açılma ihracatı artırmakla birlikte ithal girdi bağımlılığı ve enerji ithalatı gibi yapısal faktörler nedeniyle dış ticaret açığının kalıcı biçimde ortadan kalkmasını sağlamaktan uzaktır. Dış ticaret dengesinin belirleyicileri içinde enerji ithalatı kalemi, dönemsel dalgalanmaların ötesinde yapısal bir ağırlığa sahiptir (Koç vd, 2016).

1974 sonrasında Kıbrıs Barış Harekatı'nı izleyen uluslararası siyasi ve ekonomik gelişmeler de Türkiye'nin dış finansman ve dış ticaret koşullarını ağırlaştırmıştır. Petrol ithalatı maliyetlerindeki artış, dış kredi olanaklarının daralması ve döviz gelirlerinin sınırlı kalması sonucunda ithalatın finansmanı giderek güçleşmiştir. 1977 sonrasında belirginleşen dış ödeme krizi, üretimde kullanılan ithal ara mallarının teminini de zorlaştırmış ve sanayi üretiminde kapasite kullanımının düşmesine yol açmıştır. Bu dönem, enerji ithalatının yalnızca dış ticaret açığını artıran bir harcama kalemi olmadığını; aynı zamanda üretimin devamlılığı ve makroekonomik istikrar bakımından stratejik bir girdi olduğunu göstermiştir (Kazgan, 2009).

24 Ocak 1980 kararlarıyla birlikte Türkiye, ithal ikameci sanayileşme modelinden dışa açık ve ihracata dayalı bir büyüme stratejisine yönelmiştir. İhracat teşvikleri, döviz kuru düzenlemeleri ve ithalat rejiminin aşamalı biçimde serbestleştirilmesi, dış ticaret hacminin genişlemesini sağlamıştır. Ancak üretimin ithal hammadde, ara malı, yatırım malı ve enerji girdilerine bağımlı yapısında aynı ölçüde bir dönüşüm gerçekleşmemiştir. Bu nedenle ihracattaki artış çoğu dönemde ithalat artışıyla birlikte ilerlemiş; dış ticaret açığı dışa açılma sürecinde ortadan kalkmak yerine farklı bir yapısal biçim kazanmıştır. Türkiye'nin ihracat kapasitesi gelişirken ihracata yönelik üretimin ithal girdi içeriğinin yüksek kalması, ekonomik büyüme ile ithalat talebi arasındaki ilişkinin güçlenmesine neden olmuştur (Pamuk, 2014).

1989 yılında sermaye hareketlerinin serbestleştirilmesi, Türkiye ekonomisinin uluslararası finans piyasalarıyla bütünleşmesini hızlandırmıştır. Sermaye girişlerinin

arttığı dönemlerde Türk lirasının reel olarak değerlenmesi ve iç talebin genişlemesi, ithalatın daha hızlı artmasına ve dış ticaret açığının büyümesine katkıda bulunmuştur. Buna karşılık sermaye hareketlerinin tersine döndüğü dönemlerde döviz kuru artışları, ithalat maliyetlerini yükselterek ekonomik daralmayı ve dış finansman sorunlarını derinleştirmiştir. Bu yapı, dış ticaret açığının yalnızca ihracat ve ithalat performansıyla değil, döviz kuru, dış finansman koşulları ve sermaye hareketleriyle birlikte şekillendiğini göstermektedir (Boratav, 2013)

1990'lı yıllarda yaşanan yüksek enflasyon, kamu finansmanındaki bozulma, döviz kuru dalgalanmaları ve 1994 krizi dış ticaret dengesinin istikrarsız bir görünüm sergilemesine neden olmuştur. Ekonomik genişleme dönemlerinde ithalat hızla artarken kriz ve daralma dönemlerinde iç talep ve üretimin gerilemesine bağlı olarak ithalat azalmış, dış ticaret açığı geçici olarak daralmıştır. Bu nedenle söz konusu dönemde dış ticaret dengesindeki iyileşmeler çoğu zaman üretim yapısındaki kalıcı bir dönüşümden değil, ekonomik faaliyet hacmindeki daralmadan kaynaklanmıştır. Petrol ve diğer enerji girdilerinin zorunlu ithalat niteliği taşıması ise ekonomik daralma dönemlerinde dahi enerji ithalatının dış denge üzerindeki önemini korumasına yol açmıştır (Kazgan, 2009).

2001 krizi sonrasında uygulanan yapısal düzenlemeler, mali disiplin ve bankacılık sektöründeki yeniden yapılanma ekonomide daha istikrarlı bir büyüme döneminin başlamasına katkı sağlamıştır. Ancak 2002 sonrasında hızlanan ekonomik büyüme; sanayi üretimi, ulaştırma faaliyetleri ve enerji talebindeki artışla birlikte ithalatı da yükseltmiştir. Bu dönemde ihracat önemli ölçüde artmasına rağmen üretimin ithal ara mallarına ve enerji girdilerine yüksek bağımlılığı dış ticaret açığının genişlemesinde etkili olmuştur. Küresel petrol fiyatlarının 2000'li yıllarda yükselmesi de Türkiye'nin enerji ithalat faturasını artırmış ve dış ticaret dengesi üzerinde ilave baskı oluşturmuştur (Ediger ve Berk, 2011).

2008 küresel finans krizi sırasında dış talebin ve yurtiçi ekonomik faaliyetin zayıflaması, Türkiye'nin ihracatı yanında ithalatını da azaltmıştır. İthalattaki gerilemenin daha güçlü olması nedeniyle dış ticaret açığında dönemsel bir daralma meydana gelmiştir. Bununla birlikte kriz sonrasında ekonomik faaliyetin yeniden hızlanmasıyla ara malı, yatırım malı ve enerji ithalatı tekrar yükselmiş; dış ticaret açığı yeniden genişleme eğilimine girmiştir. Bu gelişme, Türkiye'de dış ticaret açığındaki dönemsel daralmaların her zaman üretim yapısındaki kalıcı bir iyileşmeye işaret etmediğini, bazı dönemlerde ekonomik yavaşlama ve ithalat talebindeki düşüşten kaynaklandığını göstermektedir (TCMB, 2010).

2010'lu yıllarda Türkiye'nin dış ticaret dengesi; ekonomik büyüme, döviz kuru hareketleri, küresel enerji fiyatları ve iç talep koşullarının ortak etkisi altında şekillenmiştir. Petrol fiyatlarının yüksek seyrettiği dönemlerde enerji ithalat faturası artarken, 2014 sonrasında küresel petrol fiyatlarında yaşanan gerileme enerji kaynaklı dış ticaret baskısını kısmen hafifletmiştir. Buna karşılık 2018 yılında yaşanan kur şoku ithal enerji ve ara mallarının Türk lirası cinsinden maliyetini artırmış; ekonomik yavaşlamanın ithalatı azaltması sonucunda dış ticaret açığı daralmıştır. Dolayısıyla bu dönemde dış ticaret dengesindeki değişim, enerji fiyatları ile ekonomik faaliyet hacminin karşıt yönlü etkileri üzerinden şekillenmiştir (TCMB, 2019).

2020 yılında COVID-19 salgınının üretim, ulaştırma ve uluslararası ticaret üzerindeki etkileri enerji talebini ve dış ticaret akımlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. Salgının ilk döneminde küresel petrol talebi ve petrol fiyatları gerilerken, ekonomik faaliyetlerin yeniden başlamasıyla birlikte enerji talebi hızla toparlanmıştır. 2021 yılının ikinci yarısından itibaren küresel enerji fiyatlarında görülen yükseliş ve 2022 yılında Rusya–Ukrayna Savaşı sonrasında enerji piyasalarında yaşanan dalgalanmalar, Türkiye'nin enerji ithalat maliyetini belirgin biçimde artırmıştır. Enerji ithalat faturasındaki yükseliş, 2022 yılında dış ticaret açığının genişlemesinde temel unsurlardan biri olmuştur. Bu dönem, Türkiye'nin dış ticaret dengesinin küresel enerji fiyatlarına karşı yüksek duyarlılığını yeniden ortaya koymuştur (TÜİK, 2023).

2023 ve 2024 yıllarında küresel enerji fiyatlarının önceki dönemin olağanüstü düzeylerinden gerilemesi, enerji ithalat faturasının azalmasına ve dış ticaret açığı üzerindeki enerji kaynaklı baskının kısmen hafiflemesine katkı sağlamıştır. Bununla birlikte enerji fiyatlarındaki gerilemenin dış ticaret açığını tamamen ortadan kaldırmaması, Türkiye'nin dış açığının enerji ithalatı dışında ara malı, yatırım malı, teknoloji ve altın ithalatı gibi başka yapısal bileşenlere de sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla petrol ve enerji ithalatı Türkiye'nin dış ticaret açığının önemli belirleyicilerinden biri olmakla birlikte, dış açığın tamamını açıklayan tek unsur değildir (HMB, 2025).

Cumhuriyet dönemi boyunca Türkiye'de dış ticaret açığının tarihsel seyrine bütüncül bakıldığında, dış denge sorununun tek bir döneme ya da tek bir politika tercihine indirgenemeyecek ölçüde süreklilik taşıdığı görülmektedir. Aynı şekilde Cumhuriyet dönemi boyunca dış ticaret dengesinin seyri yalnızca ihracat performansına indirgenemez. Kalkınma stratejileri, dış finansman koşulları, döviz kuru rejimleri, emtia

fiyat şokları ve jeopolitik gelişmeler dış ticaret açığını birlikte şekillendirmiştir (Kazgan, 2009). Dış ticaret açığı bazı yıllarda daralsa veya geçici olarak azalsa da uzun dönemli eğilim, ekonominin büyüme dönemlerinde yeniden genişleyen ve dış şoklara duyarlılığı yüksek bir denge yapısını işaret etmektedir. Bu süreklilik Türkiye'nin üretim ve tüketim yapısının dış girdi gereksinimiyle ve döviz kazandırıcı kapasitenin bu gereksinimi her zaman aynı hızda karşılayamamasıyla yakından ilişkilidir. Başka bir ifadeyle cumhuriyet dönemi tecrübesi dış ticaret açığının yalnızca yetersiz ihracat sorunu olmadığının, daha derinde üretim yapısının ithal girdiye ve enerjide dışa bağımlılığa dayalı karakterinin dış ticaret açığını yeniden üreten bir mekanizma oluşturduğunu göstermektedir.

Eğer dış ticaret açığının sürekliliğini besleyen temel kanallardan biri enerji ithalatı ise ulaştırma sektöründeki dönüşümler bu kanal üzerinde doğrudan etkili olabilecek stratejik bir faktör olarak değerlendirilmelidir. Ulaştırma petrol ürünleri talebinin yoğunlaştığı bir alan olduğundan elektrifikasyon ve elektrikli araçların yaygınlaşması petrol talebini ve dolayısıyla enerji ithalat faturasını zaman içinde azaltma potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel, dış ticaret açığının tarihsel olarak yeniden üretilen niteliğini değiştirebilecek yapısal bir müdahale alanına işaret eder. Elbette burada net etkinin büyüklüğü elektrik üretim yapısı, teknoloji tedarik zinciri, yerli üretim kapasitesi ve dönüşümün zamanlaması gibi unsurlara bağlıdır. Ancak tarihsel süreklilik perspektifinden bakıldığında, enerji ithalatı kaynaklı dış denge kırılganlığını azaltan her politika bileşeni dış ticaret açığının kronik karakterini zayıflatma potansiyeli taşır.

Sonuç olarak bu bölümde ele alınan tarihsel seyir Türkiye'de dış ticaret açığının büyüme ile genişleme eğilimi gösteren, enerji ve ithal girdi bağımlılığı tarafından beslenen ve dış şoklara duyarlılığı yüksek bir yapısal olgu olduğunu ortaya koymaktadır.

1.2.2. Türkiye'nin Enerji Kaleminden Arındırılmış Dış Ticareti

Çalışmada şu ana kadar ortaya konduğu üzere cari işlemler dengesi, bir ekonominin dış dünya ile olan mal ve hizmet ticareti ile gelir ve transfer akımlarının net sonucunu yansıtan temel makro göstergelerden biridir. Hammadde, ara mal ve sınai mal ticareti üzerinden şekillenen dış ticaret dengesi cari dengenin en büyük bileşeni olduğundan ithalatın düzeyi ve kompozisyonu cari açık dinamiklerini belirleyen ana kanallardan biri hâline gelmektedir. Türkiye örneğinde cari açık tartışmasının süreklilik kazanmasının önemli nedenlerinden biri de üretim yapısının ara malı ve enerji girdilerine bağımlılığı nedeniyle ithalatın büyüme dönemlerinde hızlanarak dış ticaret açığını genişletme

eğilimidir (TCMB, 2025). Bu kapsamda ithalat yalnızca tüketim talebinin değil aynı zamanda üretim ve yatırım süreçlerinin de belirleyeni olduğundan dış ticaret dengesi üzerindeki etkisi kur, emtia fiyatları yönünden konjonktürel ve teknoloji yoğunluğu, yerli ara malı üretimi, enerji bağımlılığı gibi yapısal unsurların bileşkesi olarak değerlendirilmelidir.

İthalatın dış ticaret dengesi üzerindeki etkisi ithal edilen malların niteliğine göre farklılaşır. Yatırım malları ithalatı, üretim kapasitesini artırarak uzun vadede ihracat potansiyelini güçlendirebilirken ara malı ithalatı, kısa ve orta vadede üretimin sürdürülebilirliği için kritik olmakla birlikte dış ticaret açığının kronikleşmesine zemin hazırlayabilmektedir.

Türkiye'nin sanayileşme kompozisyonunda ara malı ithalatının yüksek payı büyüme dönemlerinde ithalatın ihracattan daha hızlı artmasına ve dış ticaret açığının genişlemesine yol açabilmektedir. Dolayısıyla ithalat bir yandan üretim çarkının dönmesi için zorunlu girdileri sağlarken diğer yandan dış dengeyi kur şoklarına ve küresel fiyat dalgalanmalarına daha duyarlı hâle getirebilmektedir. Bu hassasiyetin en belirgin olduğu kalem enerji ithalatıdır. Enerji ürünleri, ikame esnekliği görece düşük ve fiyatı uluslararası piyasada belirlenen stratejik girdiler olduğundan enerji ithalat faturasındaki artışlar doğrudan dış ticaret açığını ve dolayısıyla cari işlemler dengesini olumsuz yönde etkiler. Nitekim Türkiye'de cari açıkların önemli bir kısmı, dönemsel olarak enerji fiyatlarındaki yükselişlerle birlikte derinleşen enerji ithalatından kaynaklanmıştır (TCMB, 2025).

Toplam dış ticaret dengesinin değerlendirilmesinde enerji kaleminin ayrıştırılması, enerji fiyat şoklarının yarattığı dışsal etkilerin temel ticaret performansından ayrıştırılabilmesi açısından önemlidir. Enerji ve parasal olmayan altın hariç dış ticaret göstergeleri, enerji ithalatının dış ticaret açığı üzerindeki baskısını görünür kılarken, enerji dışı ticaret dengesine ilişkin daha analitik bir resim sunmaktadır (HMB, 2024). Bu tezde söz konusu ayrıştırma, elektrikli araç dönüşümünün dış dengeye etkisini özellikle enerji ithalatı kanalı üzerinden tartışabilmek için kritik bir araçtır.

Türkiye'nin dış ticaret kapasitesi 2000'lerin ikinci yarısından itibaren artan dışa açıklıkla birlikte daha yüksek hacimli bir yapıya kavuşmuştur. Türkiye'nin toplam mal ihracatı son 10 yıllık dönemde 150 milyar ABD dolar seviyesinden 2025 yılı itibariyle 273 milyar ABD dolarına yükselmiş, 2025'te ise 365 milyar ABD doları ile tarihi bir zirveye ulaşmıştır. Aynı dönemde toplam mal ihracatı 2015 yılında 93.778 milyon ABD

dolarından 2022'de 253.352 milyon ABD dolarına yükselmekle birlikte ithalatın özellikle emtia fiyat şokları ve iç talep genişlemesi dönemlerinde daha hızlı artması, dış ticaret dengesinde kalıcı açık baskısını güçlendirmiştir. Bu eğilimi dış ticaret dengesi kaleminde net biçimde görmek mümkündür. Dış ticaret dengesi 2015'te -62 milyar ABD doları, 2022'de ise Cumhuriyet tarihinin en yüksek rakamı olmak üzere -109 milyar ABD doları seviyesine ulaşmıştır. Bu büyüklükler, dış ticaret açığının yalnızca dönemsel dalgalanmalara değil, aynı zamanda enerji ve ara malı bağımlılığı nezdinde ithalatın yapısal bileşenlerine bağlı olarak tutarlı, istikrarlı ve kalıcı olarak şekillendiğini göstermektedir. (T.C Ticaret Bakanlığı, 2026)

Bu noktada enerjiden arındırılmış cari işlemler dengesi verileri yorumsal açıdan kritik bir katkı sunmaktadır. Enerji kalemi dışarıda bırakıldığında cari işlemler dengesi verilerinin temel eğilimin denge yönlü ve hatta dönemsel olarak fazla veren bir yapıya işaret ettiği görülebilir. Enerji ithalatı kanalının cari denge üzerindeki etkisi miktar etkisinin yanında özellikle uluslararası fiyat dalgalanmalarıyla da ilişkilidir. Petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki artışlar kısa sürede ithalat faturasını yükselterek dış ticaret açığını derinleştirebilmekte ve döviz kuru geçişkenliği üzerinden de maliyet enflasyonunu ve makro ekonomik hassasiyetleri artırabilmektedir. Bu nedenle enerji bağımlılığı yüksek ülkelerde cari işlemler denge analizi yapılırken enerji hariç göstergeler çekirdek eğilim okumaları açısından yaygın biçimde kullanılmaktadır Aşağıdaki tabloda Türkiye'nin son 10 yıllık periyotta yıllık bazda ihracat, ithalat, ithalat dengesi, ihracatın ithalatı karşılama oranı ile birlikte enerji ve parasal olmayan altın verilerinden arındırılmış dış ticaret performansları birlikte paylaşılmıştır;

Tablo 3: *Türkiye Yıllık Dış Ticaret Karşılaştırma Tablosu (2015-2025)*

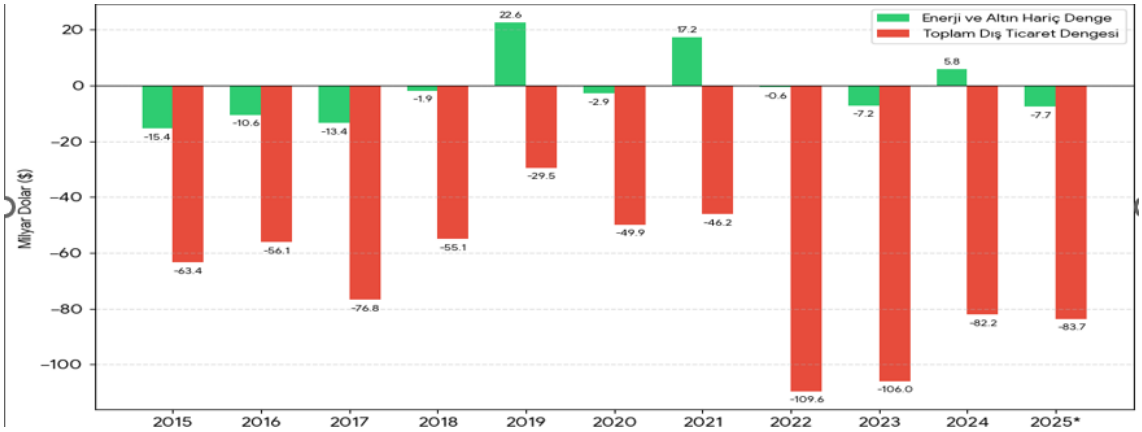
Yıl	Toplam İhracat (Milyar $)	Toplam İthalat (Milyar $)	Dış Ticaret Dengesi (Milyar $)	İhracatın İthalatı Karşılama Oranı %	Enerji ve Altın Hariç İhracat (Milyar $)	Enerji ve Altın Hariç (Milyar $)	Enerji ve Altın Hariç Dış Ticaret Dengesi (Milyar $)	Enerji ve Altın Hariç İhracatın İthalatı Karşılama Oranı (Milyar $)	Enerjinin İthalattaki Payı %
2015	150.98	213.62	-62.64	70.7	134.82	150.21	-15.39	89.70	18,3
2016	149.25	202.19	-52.94	73.8	134.50	145.11	-10.61	93.00	13,7
2017	164.49	238.72	-74.22	68.9	146.12	159.54	-13.42	92.00	%15,9
2018	177.16	231.15	-53.98	76.6	158.22	160.11	-1.89	99.00	%19,3

2019	180.83	210.35	-29.51	86.0	171.73	148.82	**22.91**	**115.39**	%19,8
2020	169.63	219.52	-49.88	77.3	161.21	164.12	-2.91	98.20	%13,2
2021	225.21	271.43	-46.21	83.0	213.71	196.51	**17.20**	**108.75**	%18,7
2022	254.17	363.71	-109.54	69.9	239.81	240.42	-0.61	99.75	%26,5
2023	255.63	361.97	-106.33	70.6	244.11	251.32	-7.21	97.13	%19,1
2024	261.78	344.01	-82.23	76.1	250.52	244.71	**5.81**	**102.37**	%18,4
2025	273.30	365.43	-92.13	74.8	260.82	268.51	-7.69	97.14	%17,8

Kaynak : TÜİK, 2026

Tablo incelendiğinde enerji kalemi dışarıda bırakıldığında dış ticaret dengesi verilerinin temel eğilimin denge yönlü ve hatta dönemsel olarak fazla veren bir yapıya işaret ettiği görülebilir. Nitekim 2017–2024 döneminde enerji hariç dış ticaret dengesi 2019'da 22.91 Milyar ABD doları, 2021'de 17.21 Milyar ABD doları ve 2024'te ise 5.81 Milyar ABD doları fazla vermiştir. Bu ayrışma, enerji ithalatının dış ticaret dengesi üzerindeki sürükleyici etkisini somutlaştırmakta, enerji fiyat şokları ve enerji talebindeki artışın dış ticaret dengesini açık yönlü şekillendiren en önemli parametre olduğunu düşündürmektedir.

Şekil 1: *Türkiye'nin Dış Ticaret Karşılaştırması (2015-2025)*



Kaynak *:* TÜİK, 2026

Enerji ithalatı kanalının gücü, yalnızca miktar etkisiyle değil, özellikle uluslararası fiyat dalgalanmalarıyla da ilişkilidir. Petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artışlar, kısa sürede ithalat faturasını yükselterek dış ticaret açığını derinleştirebilmekte ve döviz kuru geçişkenliği üzerinden de maliyet enflasyonunu ve makro ekonomik hassasiyetleri artırabilmektedir. Bu nedenle enerji bağımlılığı yüksek ülkelerde dış denge analizi yapılırken, enerji hariç göstergeler de çekirdek eğilim okumaları açısından yaygın biçimde kullanılmaktadır (TCMB, 2025).

1.2.3. Türkiye'de Petrol Bağımlılığının Azaltılması İçin Yapılan Girişimler

Dış ticaretin güncel ekonomik öneminin bir diğer boyutu yeşil dönüşüm ve enerji dönüşümü ile bağlantılıdır. Küresel ticaretin yapısı, karbon düzenlemeleri, enerji fiyat dalgalanmaları ve elektrikli araçlar benzeri teknolojik dönüşümler üzerinden yeniden şekillenmektedir. Bu bağlamda dış ticaretin yalnızca mal hareketleri değil; aynı zamanda enerji bağımlılığı, teknoloji ve dönüşüm yatırımları ile de ilişkilendirildiği daha geniş bir çerçeveye ihtiyaç vardır. Dünya Ticaret Örgütü'nün kalkınma ve kapsayıcı ticaret tartışmalarında, ticaretin ülkelerin kalkınma hedeflerine katkısının kurumsal kapasite ve yapısal koşullara bağlı olarak farklılaşabildiği, bu nedenle ticaretin faydalarının otomatik ve her ülke için eşit şekilde ortaya çıkmadığı vurgulanmaktadır (WTO, 2022). Bu vurgu Türkiye gibi enerji ithalatına bağımlı ülkelerde dış ticaret açığı dinamiklerinin enerji dönüşümü üzerinden yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Türkiye'de petrol bağımlılığını azaltmaya yönelik girişimler enerji arzının çeşitlendirilmesi, yenilenebilir enerji yatırımlarının hızlandırılması, enerji verimliliği politikaları ve ulaştırmada elektrifikasyon gibi birbirini tamamlayan stratejik planlar altında toplanmaktadır. Bu yaklaşım, petrol ve doğalgaz gibi ithal fosil yakıtların hem üretim maliyetleri hem de dış ticaret dengesi üzerindeki belirleyici rolü dikkate alındığında, yalnız çevresel bir tercih değil aynı zamanda makroekonomik kırılganlıkları azaltmaya dönük yapısal bir politika yönelimi olarak değerlendirilmelidir (IEA, 2021). Bu çerçevede Türkiye'nin enerji dönüşümü stratejisi, bir yandan elektrik üretim portföyünde yerli ve yenilenebilir kaynakların payını artırmaya, diğer yandan enerji yoğunluğunu düşürerek toplam enerji talebini daha yönetilebilir bir patikaya oturtmaya odaklanmaktadır.

Arz tarafında petrol bağımlılığının azaltılması, doğrudan petrolün ikamesi kadar, başta ulaştırma olmak üzere petrol talebini belirleyen sektörlerin elektrifikasyonunu mümkün kılacak elektrik üretim kapasitesi ve kaynak karmasının dönüştürülmesiyle ilişkilidir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın kamuya açık duyurularında, 2035 perspektifinde rüzgâr ve güneş kurulu gücünün 120 GW seviyesine çıkarılması hedefi ve her yıl düzenli kapasite tahsisi yaklaşımı, yenilenebilir üretimin ölçeklenmesi açısından önemli bir stratejik çerçeve sunmaktadır (ETKB, 2024). Bu hedefler, artan elektrik talebinin ithal fosil yakıtlarla değil, daha fazla yerli ve yenilenebilir üretimle karşılanması durumunda dış dengeye katkının güçlenebileceği varsayımıyla da tutarlıdır. Benzer biçimde Türkiye Ulusal Enerji Planı, şebeke esnekliği, depolama ve talep tarafı katılımı gibi unsurların

önemine dikkat çekerek elektrifikasyonun sistem entegrasyonu boyutunu vurgulamaktadır.

Talep tarafında ise petrol bağımlılığını azaltmanın rasyonel tedbirlerinden biri toplam enerji tüketimini ve özellikle petrol tüketimini düşürecek enerji verimliliği politikaları geliştirmektir. Türkiye'nin Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017–2023) kapsamında hedeflenen tasarruf büyüklüğü ve bu çerçevede hayata geçirilen yatırımlar, enerji yoğunluğunun düşürülmesinin politika gündeminde merkezi bir yer tuttuğunu göstermektedir. Bu yaklaşımın devamı niteliğinde yayımlanan Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ise 2024–2030 dönemi için enerji yoğunluğunu azaltma hedeflerini ve sanayi, ulaştırma, bina-hizmetler ve benzeri sektörel eylem alanlarını daha ileri bir çerçevede yeniden tanımlamaktadır (ETKB, 2024). Enerji verimliliği perspektifinden bakıldığında, petrol bağımlılığının azaltılması yalnız yakıt değiştirme stratejisi değil aynı zamanda daha az enerji ile aynı ekonomik çıktıyı üretmeyi hedefleyen yapısal bir dönüşüm olarak görülmelidir.

Ulaştırma sektöründe petrol bağımlılığını azaltmaya dönük girişimlerin en görünür bileşeni ise elektrifikasyondur. Şarj altyapısı, teşvik mekanizmaları, düzenleyici çerçeve ve yerli üretim tesisleri olarak detaylandırılabilecek elektrikli araç ekosisteminin geliştirilmesi hem ulaştırma kaynaklı petrol talebinin azaltılması hem de sanayi dönüşümünün hızlandırılması potansiyeli nedeniyle stratejik bir politika alanı hâline gelmiştir. Türkiye'de şarj altyapısının büyümesi, EPDK'nın Şarj Hizmeti Piyasası Aylık İstatistikleri gibi düzenli yayınlarla izlenebilir hâle gelmiş, elektrikli araç kullanımının artışı ile şarj noktası sayılarındaki genişleme birlikte raporlanmaya başlanmıştır (EPDK, 2025). Bu çerçeve, elektrifikasyonun teknolojiye erişim kadar altyapı yaygınlığı ve kullanım kolaylığı üzerinden de şekillendiğini göstermektedir.

Elektrifikasyonun dış ticaret dengesiyle bağlantısı ise iki yönlü bir etki alanı olarak değerlendirilmelidir. Bir yandan elektrikli araçların yaygınlaşması, ulaştırma kaynaklı akaryakıt talebini azaltarak petrol ithalat faturasını düşürme potansiyeli taşır. Bu da dış ticaret açığı üzerinde orta ve uzun vadede iyileştirici bir mekanizma yaratabilir. Diğer yandan dönüşümün erken evrelerinde elektrikli araç ve batarya gibi ileri teknoloji bileşenlerinin ithalatı, dış ticaret dengesini kısa vadede baskılayabilecek bir ithalat etkisi üretebilir. Bu nedenle Türkiye'de petrol bağımlılığını azaltma stratejisinin, yalnız tüketim tarafındaki ikameyi değil, aynı zamanda yerli üretim kapasitesinin derinleştirilmesini ve tedarik zincirinde daha fazla yerelleşmeyi hedefleyen sanayi politikası unsurlarıyla

birlikte ele alınması gerekir. Nitekim yerli üretim hedefleri açısından TOGG'un 2030'a kadar beş modelde toplam bir milyon araç üretme hedefini kamuoyuyla paylaşması elektrifikasyonun sanayi dönüşümü boyutuna işaret eden önemli bir gösterge olarak değerlendirilmelidir (AA, 2024).

Sonuç olarak Türkiye'de petrol bağımlılığını azaltmaya yönelik girişimler, birbirini tamamlayan bu dört ana eksen üzerinden ilerlemektedir. Bu bütüncül yaklaşım elektrikli araç dönüşümünün, petrol ithalatı kanalından dış ticaret dengesini etkileyebilecek bir yapı taşını temsil eder ancak net etkinin teyidi ve somutlaştırılması ilerleyen bölümlerde yapılacak ekonometrik analizin konusudur.

BÖLÜM 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE YAZIN ARAŞTIRMASI

Bu bölümde çalışmanın kuramsal temelleri ile yazın araştırması birlikte ele alınmaktadır.

Uluslararası ticaret teorileri, ülkeler arasındaki ticaret akımlarının neden ortaya çıktığını ve hangi ürünlerde uzmanlaşmanın geliştiğini açıklamaya yönelik farklı yaklaşımlar geliştirmiştir. Uluslararası ticaret teorilerinden geleneksel yaklaşıma sahip Mutlak Üstünlükler Teorisi, Klasik iktisat okulunun kurucusu olarak kabul edilen Adam Smith tarafından 1776 yılında yayınlanan Ulusların Zenginliği kitabıyla başlamıştır. Adam Smith'in teorisindeki eksiklikleri gidermek için Klasik iktisat okulundan David Ricardo Karşılaştırmalı Üstünlükler Teorisi'ni geliştirmiştir. Michael Porter ise teknolojiye dayalı yeni dış ticaret teorilerinden Rekabetçi Üstünlükler Teorisi'ni geliştirmiş, ticaret literatüründe rekabet kavramını ön plana çıkarmıştır (Yazıcıoğlu,2023).

Tezin temel araştırma sorusu elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerindeki etkilerini enerji ithalatı kanalı üzerinden incelemektir. Bu nedenle kuramsal çerçevenin yalnızca klasik dış ticaret teorileriyle sınırlandırılması yeterli değildir. Çalışmanın kapsamı gereği dış ticaret kalıplarını açıklayan faktör donatımı yaklaşımı, doğal kaynakların ekonomik performans üzerindeki etkilerine ilişkin tartışmalar, bağımlılık teorisi ve enerji güvenliği kavramı birlikte değerlendirilmektedir. Bu kuramsal zeminin elektrikli araç dönüşümünün enerji ithalatına bağımlı ekonomilerde dış dengeyi nasıl etkileyebileceğini açıklamak bakımından gerekli analitik çerçeveyi sunması beklenmektedir.

2.1. Faktör Donatımı Teorisi ve Doğal Kaynaklar

Faktör Donanımı Teorisi olarak adlandırılan Heckscher–Ohlin modeli ticaret kalıplarını ülkelerin kısaca faktör donanımı olarak adlandırılan emek, sermaye, doğal kaynaklar gibi üretim faktörlerinin görece bolluğu ile ilişkilendirir. Heckscher–Ohlin modeli her ülkedeki emek, sermaye ve teknoloji faktörlerinin homojen ve sabit kabul eder ve buna göre ülkeler, bol ve nispeten ucuz olan üretim faktörünü yoğun kullanan malları ihraç ederken kıt olan faktöre dayalı malları ithal etme eğilimindedir. Bu yaklaşım, dış ticaret dinamiklerinin hangi mal üretiminde uzmanlaşıldığı üzerinden değil aynı zamanda hangi girdilerin ithal edilmek zorunda kalındığı üzerinden anlaşılmasını sağlar.

Heckscher–Ohlin modeli perspektifinden dış ticaret tercihleri her ülke ülkede nispeten bol nispeten ucuz olan üretim faktörünü yoğun olarak kullanan malı ihraç, nispeten kıt, nispeten pahalı olan üretim faktörünü kullanan malı ise ithal eder yönünde şekillenir (Ünsal, 2005). Bu bağlamda, eğer bir ülke doğal kaynak örneğin ham petrol bakımından görece olarak kısıtlıysa enerji gibi girdileri ithal etmek zorunda kalacaktır. Büyüme hızlandıkça enerji talebi arttığı için ithalat artar ve dış ticaret açığı genişleme eğilimine girer. Dolayısıyla enerji ithalatına bağımlı ekonomilerde dış ticaret açığının tamamen politika hatası veya rekabet gücü eksikliği olarak görülmesi analitik olarak eksik bir yorumdur zira belirli bir ölçüde dış açık, ülkenin faktör donanımı ve üretim teknolojisi bileşiminden doğan yapısal bir sonuç olabilir.

Bu noktada faktör donanımı teorisinin bir diğer katkısı da dış ticaret açığının azaltılmasının sadece ihracatın artırılmasıyla değil ithalat bağımlılığının kaynağı olan enerji arzı, teknoloji kapasitesi, yerli ara malı üretim yeteneği gibi faktör kıtlıklarının hafifletilmesiyle mümkün olacağı yönündeki öngörüsüdür. Enerji dönüşümü ve teknoloji yerlileştirme politikaları, dış ticaret dengesinin yapısal belirleyicilerini dönüştürmeyi hedeflediğinde, Heckscher–Ohlin modeli ile uyumlu bir politika çerçevesi ortaya çıkacaktır.

Doğal kaynaklar, faktör donatımı teorisi açısından özel bir öneme sahiptir. Çünkü enerji kaynakları, madenler ve tarımsal üretim potansiyeli gibi unsurlar, ülkelerin üretim maliyetlerini, sanayileşme stratejilerini ve ticaret kalıplarını doğrudan etkileyebilmektedir. Doğal kaynak bakımından zengin ülkelerin enerji ve hammadde yoğun ürünlerde karşılaştırmalı üstünlük geliştirmesi beklenirken; doğal kaynak açısından yetersiz ülkelerin bu alanlarda ithalata yönelmesi teorik olarak tutarlı bir sonuçtur (Krugman vd, 2018). Bu durum, enerji ithalatçısı ülkelerde dış ticaret dengesi

tartışmasının doğal kaynakların mevcudiyetiyle ilişkili yapısal bir sorun olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Türkiye açısından bu yaklaşımın önemi enerji kaynakları bakımından sınırlı bir faktör donanımına sahip olmanın dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini açıklamaya yardımcı olmasıdır. Türkiye'nin sanayi üretimi ve ulaştırma sistemi enerji talebini artırırken, petrol ve doğal gaz gibi stratejik girdilerde dışa bağımlı olması dış ticaret açığı üzerinde yapısal bir baskı yaratmaktadır (Bayar vd, 2014). Türkiye'ye ilişkin enerji politika değerlendirmelerinde hızlı talep artışının ithalat bağımlılığıyla birlikte seyrettiği özellikle vurgulanmaktadır (IEA, 2021).

Faktör donanımı teorisinin tez çalışmamız açısından kritik katkısı, elektrikli araç dönüşümünün neden dış ticaret dengesiyle ilişkilendirilebileceğini teorik olarak temellendirmesidir. Eğer bir ekonomi ulaştırma sektöründe yoğun biçimde petrol tüketiyor ve petrol üretiminde karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip değilse, ulaştırmanın elektrifikasyonu ithal enerjiye olan bağımlılığın azaltılması yoluyla dış ticaret dengesini etkileyebilecek bir dönüşüm mekanizması yaratabilir. Dolayısıyla elektrikli araç dönüşümünün dış denge üzerindeki etkisi aynı zamanda faktör donatımı ve doğal kaynak kısıtları bağlamında anlaşılmalıdır (Coban vd, 2022).

Öte yandan dış ticaret dengesi dinamikleri yalnızca karşılaştırmalı üstünlük veya faktör donanımıyla açıklanamayacak ölçüde bağımlılık ilişkileri de içermektedir. Kaynak Bağımlılığı Teorisi Pfeffer ve Salancik (2003) tarafından organizasyonlar düzeyinde geliştirilmiş olmakla birlikte temel yaklaşımı itibarıyla ekonomilerin stratejik girdilerde dışa bağımlılığının yaratabileceği kırılganlıkları tartışmak için de elverişlidir. Hiçbir aktör tamamen kendi kendine yeterli değildir. Dışarıdan sağlanan kaynaklar aktörün davranışını ve stratejisini belirler. Bu yaklaşımı zaman içinde geniş uygulama alanı bulmuş ve dışsal bağımlılığı azaltma stratejilerinin önemini vurgulayan bir literatüre kaynak teşkil etmiştir.

Bu yaklaşımı dış ticaret dengesi bağlamında yorumladığımızda, özellikle enerji gibi kritik girdilerde yüksek ithalat bağımlılığı bulunan ülkelerde küresel fiyat şokları ve döviz kuru hareketlerinin dış ticaret dengesini doğrudan etkileyerek ekonomik performansı dış koşullara daha duyarlı hale getirdiği görülmektedir. Enerji ithalatı faturasının büyük ölçüde uluslararası fiyatlara ve kur seviyesine bağlı olması, dış ticaret dengesinin volatilitesini artırır. Bu nedenle dış ticaret açığının analizi, yalnızca açık var ve açık yok perspektifinin ötesinde, açığın hangi kalemlerden kaynaklandığını ve hangi kalemlerin ekonomiyi dışsal şoklara bağımlı kıldığını ayrıştırmalıdır.

Enerji kaynakları bağlamında klasik ve neoklasik ticaret teorileri ile ilgili bir tartışma konusu, dış ticaretin makroekonomik ve finansal sonuçlarını ikinci planda bırakmalarıdır. Oysa enerji ithalatçısı ülkelerde petrol fiyatlarının artması yalnız ticaret kalıplarını değil döviz kuru, enflasyon, üretim maliyetleri ve cari işlemler dengesi gibi göstergeleri de etkilemektedir (Özlale & Pekkurnaz, 2010). Bu nedenle enerji ithalatına bağımlı ekonomilerde ticaret teorilerinin, dış denge ve makroekonomik kırılganlıklarla birlikte yorumlanması gerekir. Aynı şekilde Klasik ve neoklasik dış ticaret teorileri çoğu zaman üretim faktörlerinin belirli bir dönem içinde verili olduğu ve piyasaların dengeye yöneldiği varsayımlarıyla çalışmaktadır. Ancak enerji kaynakları gibi tükenebilen doğal kaynaklar söz konusu olduğunda, ticaret ilişkileri yalnız mevcut faktör donanımına göre değil aynı zamanda kaynakların zaman içindeki azalışı, fiyat değişimleri ve jeopolitik riskler gibi dinamik unsurlara göre de şekillenmektedir. Bu nedenle tükenebilen kaynaklar, dış ticaret teorilerinin statik çerçevesini aşan bir analiz ihtiyacı doğurmaktadır (Van Der Ploeg, 2011).

2.2. Bağımlılık Teorisi ve Enerji Güvenliği

Bağımlılık teorisi, uluslararası ekonomik ilişkileri merkez–çevre ekseninde açıklayan ve özellikle gelişmekte olan ülkelerin küresel sistem içindeki konumunun dışa bağımlılık ilişkileri tarafından şekillendiğini savunan yaklaşımları ifade etmektedir (Cardoso ve Faletto, 1979). Bu teoriye göre çevre ekonomiler, üretim yapıları, teknolojiye erişimleri ve dış ticaret ilişkileri bakımından merkez ülkelerle asimetrik bir ilişki içindedir. Bu asimetri kalkınma süreçlerini ve dış denge dinamiklerini belirgin biçimde etkileyebilmektedir. Bağımlılık yaklaşımı, klasik ticaret teorilerinin karşılıklı fayda ve denge varsayımlarına karşı, uluslararası ekonomik ilişkilerde güç, tarihsel birikim ve yapısal eşitsizlik unsurlarını öne çıkarır.

Enerji güvenliği tartışması, bağımlılık teorisi ile önemli bir kesişim alanı oluşturmaktadır. Enerji kaynaklarına erişim, tedarik sürekliliği, fiyat istikrarı ve kaynak çeşitliliği modern ekonomiler için stratejik öneme sahiptir (Cherp ve Jewell, 2014). Enerji ithalatçısı ülkelerde enerji güvenliği yalnızca teknik bir arz meselesi değil aynı zamanda dış politika, jeopolitik risk, döviz ihtiyacı ve dış ticaret dengesiyle doğrudan bağlantılı bir ekonomik güvenlik meselesidir. Bu nedenle enerji alanında dışa bağımlılık, bağımlılık teorisinin işaret ettiği yapısal kırılganlıkları somutlaştıran bir örnek olarak değerlendirilebilir.

Türkiye gibi enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı ekonomilerde enerji güvenliği, büyüme, sanayileşme ve dış denge arasında çok yönlü bir ilişki üretmektedir. Petrol ve doğal gaz ithalatına duyulan ihtiyaç, bir yandan üretim sürekliliği ve ulaştırma sistemi açısından vazgeçilmez görünürken; diğer yandan küresel fiyat şokları ve kur oynaklığı yoluyla dış ticaret açığını ve cari işlemler dengesini hassaslaştırmaktadır (Bayar ve ark., 2014). Bu değerlendirme, enerji ithalatının salt bir ticari işlem değil, ekonominin dış şoklara açıklığını artıran yapısal bir bağımlılık ilişkisi olarak okunmasına imkân verir.

Bu noktada bağımlılık kavramını yalnız klasik merkez–çevre çerçevesiyle değil, stratejik girdilere erişim ve tedarik riskleri bağlamında da düşünmek gerekir. Enerji ithalatına bağımlılık, ekonominin üretim ve ulaşım sistemini dış kaynaklara bağlamakta; bu da dış fiyat hareketleri ve jeopolitik gelişmelerin iç ekonomik istikrar üzerinde güçlü etkiler üretmesine yol açmaktadır (Winzer, 2012). Dolayısıyla enerji güvenliği politikaları yalnız enerji arzını çeşitlendirmeyi değil, aynı zamanda talep yapısını dönüştürmeyi de içermelidir. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji yatırımları ve ulaştırmanın elektrifikasyonu bu bağlamda dışa bağımlılığı azaltıcı stratejik araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Elektrikli araç dönüşümü, bağımlılık teorisi ve enerji güvenliği arasındaki kesişimin güncel bir örneğini sunmaktadır. Ulaştırma sektörü petrol bağımlılığının en güçlü alanlarından biri olduğu için, elektrikli araçların yaygınlaşması petrol talebini azaltma potansiyeli üzerinden enerji ithalatına dayalı bağımlılık ilişkisini dönüştürebilir (Lin ve Wu, 2021). Bununla birlikte elektrikli araç dönüşümü, batarya teknolojileri, kritik mineraller ve ileri teknoloji bileşenleri bakımından yeni bağımlılık ilişkileri de üretebilir (Pirmana vd., 2023). Bu nedenle elektrikli araç dönüşümü bağımlılığı tamamen ortadan kaldıran değil, bağımlılık türünü ve yoğunlaştığı alanları dönüştüren bir süreç olarak değerlendirilmelidir.

Elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini değerlendirirken, petrol ithalatının azalmasıyla oluşabilecek kazanımları analiz etmek kadar, elektrikli araç ve batarya ithalatı ile elektrik üretim karmasının yarattığı yeni dış bağımlılık kanallarını da dikkate almak gerekir. Bu nedenle tezde benimsenen yaklaşım, enerji güvenliği ve dış denge ilişkisinin çok yönlü ve dinamik bir yapı taşıdığı kabulüne dayanmaktadır (Kaya, 2022).

2.3. Yazın Araştırması

Elektrikli araç dönüşümü farklı ülkelerde ekonomik, çevresel ve politika temelli etkileri itibarıyla yoğun biçimde incelenen bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Literatürde öne çıkan ortak eksen elektrikli araçların benimsenmesinin yalnızca emisyon azaltımı ve enerji verimliliği gibi çevresel çıktılar üretmekle kalmayıp aynı zamanda ulusal ekonomiler üzerinde özellikle dış ticaret dengesi, enerji ithalatı ve makroekonomik dinamikler üzerinden ölçülebilir etkiler yaratabileceği yönündedir. Bu bağlamda elektrik araç dönüşümü ulaştırma sektörünün fosil yakıt talebini dönüştürmesi nedeniyle enerji ithalatçısı ülkelerde dış denge kırılganlığını azaltabilecek yapısal bir dönüşüm bileşeni olarak ele alınmaktadır.

Türkiye özelinde literatürde dikkat çeken temel argüman, elektrikli araç ekosisteminin gelişiminin enerji ithalatı bağımlılığı üzerinden dış denge üzerindeki baskıyı azaltabileceği varsayımına dayanmaktadır. Sabancı Üniversitesi IICEC tarafından hazırlanan Türkiye Elektrikli Araçlar Görünümü çalışmasında, 2030 yılında elektrikli araçların pazar payının güçlü biçimde artabileceği ve bu dönüşümün petrol ikamesi yoluyla enerji ithalat faturasını azaltarak cari dengeyi destekleyebileceği belirtilmektedir. Raporda yıllık 2,5 milyar ABD doları düzeyinde potansiyel tasarruf senaryosu özellikle vurgulanmaktadır (IICEC, 2021).

Türkiye'de elektrikli araç dönüşümünün gelecekteki gelişimine ilişkin en güncel kurumsal çalışmalardan biri EPDK tarafından hazırlanan Elektrikli Araç ve Şarj Altyapısı Projeksiyonu çalışmasıdır. EPDK (2026), elektrikli araç stokunun ve şarj altyapısının gelişimini düşük, orta ve yüksek büyüme senaryoları altında incelemiştir. Çalışmada Türkiye'de elektrikli araç sayısının 2025 yılı sonunda 373.733 adede ulaştığı ve önceki projeksiyonda öngörülen orta senaryonun üzerinde gerçekleştiği belirtilmektedir. Bu gelişme Türkiye'de elektrikli araç dönüşümünün önceki tahminlere kıyasla daha hızlı ilerlediğini ve araç parkındaki elektrifikasyonun gelecekteki enerji ve altyapı planlamasında daha fazla önem kazanacağını göstermektedir. Güncellenmiş projeksiyona göre Türkiye'de elektrikli araç sayısının orta senaryo altında 2030 yılında 2.295.927, 2035 yılında 5.629.051 ve 2040 yılında 10.595.970 adede ulaşması beklenmektedir. Yüksek senaryoda ise elektrikli araç stokunun 2030 yılında 2.768.970, 2035 yılında 7.024.525 ve 2040 yılında 13.068.521 adede yükselebileceği öngörülmektedir. Aynı projeksiyonda toplam şarj noktası ihtiyacının orta senaryoda 2030 yılı için 127.051, 2035 yılı için 199.174 ve 2040 yılı için 328.054 adet olacağı tahmin edilmektedir. Bu bulgular,

elektrikli araç dönüşümünün yalnızca araç talebi açısından değil, şarj altyapısı yatırımları ve elektrik dağıtım sisteminin planlanması bakımından da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. EPDK'nın enerji talebine ilişkin hesaplamaları, elektrikli araçlardan kaynaklanan toplam elektrik tüketiminin 2030 yılında 3,84–7,71 TWh, 2035 yılında ise 8,23–20,67 TWh aralığında gerçekleşebileceğini göstermektedir. Türkiye'nin toplam elektrik tüketim projeksiyonlarıyla karşılaştırıldığında en yüksek senaryoda dahi elektrikli araçların toplam elektrik tüketimi içindeki payının 2030 yılında yaklaşık %2, 2035 yılında ise yaklaşık %4 düzeyinde kalacağı öngörülmektedir. Bu nedenle çalışma elektrikli araçlardan kaynaklanacak ek talebin ulusal elektrik arz güvenliği açısından yakın ve orta vadede sistem genelinde önemli bir risk oluşturmasının beklenmediğini ancak şarj talebinin belirli bölgelerde ve saatlerde yoğunlaşması nedeniyle yerel dağıtım şebekelerinde kapasite artırımı ve güçlendirme ihtiyacının ortaya çıkabileceğini belirtmektedir.

Bu yaklaşım, Türkiye'de cari açık ve dış dengesizliklerin belirleyicilerini inceleyen ampirik çalışmalarla da uyumludur. Bayar vd. (2014), 2000–2013 döneminde Türkiye'de cari açığın belirleyicilerini VAR modeli ile inceleyerek petrol ithalat fiyatlarının cari açık üzerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymakta bu bulgu elektrik araç dönüşümü ile petrol ithalatının azalması arasında kurulabilecek nedensel mekanizmanın makroekonomik anlamlılığını güçlendirmektedir. Benzer biçimde Karadaş ve Işık (2018), fosil yakıtlara bağımlılığın dış dengesizlikleri artırdığına işaret eden ekonometrik bulgular sunmaktadır. Bu iddia elektrik araç dönüşümünün uzun dönemli planlama perspektifinde stratejik bir politika alanı olarak değerlendirilmesi savını desteklemektedir. Ayrıca petrol fiyatları ile cari denge ilişkisini inceleyen çalışmalar, enerji fiyatlarındaki oynaklığın Türkiye'nin dış ticaret dengesini hassaslaştırdığını göstermektedir (Özlale ve Pekkurnaz, 2010; Güngör vd., 2016; Özata, 2014).

Uluslararası literatürde de Elektrikli araç yayılımının makroekonomik sonuçlarına ilişkin bulgular büyük ölçüde benzer doğrultudadır. Lin ve Wu (2021), Çin örneğinde hesaplanabilir genel denge (CGE) yaklaşımıyla Elektrikli araç yayılımının enerji tüketimini fosil yakıtlardan elektriğe doğru kaydırdığını, bunun petrol ithalatını azaltma potansiyeli üzerinden daha geniş ekonomik göstergeleri etkileyebildiğini göstermektedir. Guo vd. (2023) ise Çin ve Japonya üzerine zaman serisi analizleriyle elektrik araç benimsenmesinin ham petrol ithalatı üzerindeki etkilerini irdelemekte ancak bu etkinin güçlenebilmesi için araç sahipliğini düzenleyen önlemler ve yakıt vergileri gibi

tamamlayıcı politika bileşenlerinin önemini vurgulamaktadır. Bu bulgular elektrik araç dönüşümünün makro etkilerinin kendiliğinden ortaya çıkmadığını, politika bütünlüğü ve eşgüdüm ile güçlendiğini göstermesi bakımından önemlidir.

Lopez vd. (2021), Filipinler örneğinde elektrikli araçları toplumsal maliyet-fayda analizi çerçevesinde incelemiş; araç maliyetleri, enerji tüketimi ve çevresel etkilerin yanında ödemeler dengesi üzerindeki sonuçları da analize dâhil etmiştir. Çalışmada elektrikli araçların yüksek başlangıç maliyetlerine rağmen petrol ithalatının ve hava kirliliğinin azalması yoluyla toplumsal fayda yaratabileceği, ancak net sonucun elektrik üretim yapısı, kamu teşvikleri ve şarj altyapısı gibi ülkeye özgü koşullara bağlı olduğu belirtilmiştir.

Bununla birlikte literatür elektrik araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki etkisinin tek yönlü olmadığı konusunda güçlü bir uyarı içerir. Elektrikli araçların petrol ithalatını azaltma potansiyeli, özellikle dönüşümün erken evrelerinde araç, batarya ve ileri teknoloji bileşenlerinin ithalatı nedeniyle dış ticaret dengesini kısa vadede olumsuz etkileyebilecek bir ithalat baskısıyla eşzamanlı ilerleyebilir. Sigurdsson (2010), İzlanda örneğinde elektrikli araç dönüşümünün benzin ithalatını düşürmesine rağmen elektrik araç ithalatının yüksek başlangıç maliyeti nedeniyle kısa dönemde dış ticaret dengesi üzerinde olumsuz bir etki oluşturabileceğini tartışmaktadır. Bu nedenle dış denge üzerindeki net etkinin yerli üretim kapasitesi, batarya tedarik zinciri ve elektrik üretim yapısıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Yine, Jose vd. (2022) petrol ithalatındaki azalmanın cari denge üzerinde iyileştirici bir etki yaratabileceği ancak elektrikli araçların, bataryaların ve teknoloji bileşenlerinin ithal edilmesi durumunda bu kazanımın kısmen sınırlandırılabileceği sonucuna varmışlardır. Rajagopal (2023) elektrikli araçların yaygınlaşmasının petrol ithalatını azaltabileceğini buna karşılık akaryakıt vergilerindeki gerilemenin kamu gelirleri üzerinde baskı oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık Pirmana vd. (2023), Endonezya için ileriye dönük girdi–çıktı analiziyle yerli elektrik araç üretimine yatırım yapılması hâlinde GSYH artışı, istihdam yaratımı ve ulusal kaynak avantajlarının değerlendirilmesi yoluyla olumlu makroekonomik sonuçlar üretilebileceğini göstermektedir. Zábojník ve arkadaşları ise (2022), Slovakya'da elektrikli ulaşımın 2030 yılına kadar petrol bağımlılığını azaltma potansiyelini incelemiştir. Bulgular, elektrikli araçların petrol tüketimini ve ithalat bağımlılığını azaltabileceğini; ancak mevcut araç parkının büyüklüğü, araç yenileme hızı ve ulaştırma talebindeki artış nedeniyle petrol bağımlılığının kısa sürede tamamen sona

ermesinin gerçekçi olmadığını göstermektedir. Bu iki yaklaşım birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye açısından elektrik araç dönüşümünün dış ticaret üzerindeki nihai net etkisinin, petrol ikamesi kazançları kadar, tedarik zincirinin yerelleşme hızı ve üretim kapasitesinin derinliği tarafından belirleneceği anlaşılmaktadır.

Türkiye'nin elektrik araç dönüşümüne hazırlığı ve karşılaştığı güçlükler üzerine odaklanan çalışmalar ise enerji sistemi, maliye politikası ve tüketici davranışı boyutlarını bir araya getirerek daha bütüncül bir resim sunmaktadır. Coban vd. (2022), simülasyon ve optimizasyon temelli yaklaşımlarla elektrik araçların elektrik şebekesine entegrasyonunu inceleyerek, uygun yönetim mekanizmaları altında elektrik araç yayılımının şebeke verimliliğini artırabileceğini ve enerji güvenliğini güçlendirebileceğini; dolayısıyla ithal petrole bağımlılığı azaltma hedefiyle tutarlı bir dönüşüm potansiyeli taşıdığını ileri sürmektedir. IEA (2021) ise Türkiye'nin enerji politikası yapısını değerlendirirken fosil yakıtların özellikle de kömürün sistem içindeki ağırlığının sürdüğüne dikkat çekmekte, buna rağmen elektrik araçların enerji bağımsızlığını güçlendirme potansiyelini vurgulayarak teşviklerin genişletilmesi, şarj altyapısının geliştirilmesi ve Avrupa Birliği standartlarıyla uyumun artırılması gibi politika önerileri sunmaktadır. Bu değerlendirmeler, elektrik araç dönüşümünün yalnız ulaştırma sektörüyle sınırlı bir teknoloji değişimi değil; enerji politikasıyla bütünleşmesi gereken bir sistem dönüşümü olduğunu göstermektedir.

Maliye politikası ve tüketici davranışı ekseninde yapılan çalışmalar da elektrik araç yayılımının hızını belirleyen kurumsal ve davranışsal faktörlerin altını çizer. Ökde (2022), Türkiye'nin elektrik araç vergilendirme yapısını AB çerçevesiyle karşılaştırarak mevcut vergi karşılaştırarak mevcut araç yayılımını sınırlayabilecek yönlerine işaret etmekte ve politika uyumlaştırmasının piyasa büyümesi açısından önemini vurgulamaktadır. Kocaöz ve İğde (2022) ise tüketici tercihlerini davranışsal bir perspektifle analiz ederek algılanan fiyat değeri ve çevresel kaygıların satın alma kararında belirleyici olduğunu göstermekte; bu bulgu, finansal teşviklerin ve farkındalık politikalarının elektrik araç benimsenmesini hızlandırmada kritik olabileceğine işaret etmektedir.

Yazındaki bir diğer önemli vurgu elektrikli araç dönüşümünün başarısının makroekonomik istikrar koşullarına bağlı olduğudur. Kaya (2022), döviz kuru oynaklığı ve politika istikrarının enerji dönüşümü yatırımları ve dış denge üzerindeki etkilerini tartışarak, büyük ölçekli dönüşümlerin öngörülebilir makroekonomik ortam gerektirdiğini vurgulamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde finansman

maliyetleri, kur riski ve politika belirsizliği, hem tüketici tarafında elektrikli araç talebini hem de üretici tarafında yatırım kararlarını etkileyebilmektedir. Bu durum, elektrikli araç dönüşümünü dış ticaret dengesi ve enerji bağımlılığı bağlamında inceleyen çalışmalar için makroekonomik değişkenlerin neden göz ardı edilemeyeceğini açıklamaktadır.

Genel olarak literatür, elektrik araç benimsenmesinin enerji verimliliği ve emisyon azaltımının ötesinde enerji ithalatı kompozisyonu, petrol ithalatı bağımlılığı, dış ticaret dengesi ve makroekonomik kırılganlıklar üzerinde çok katmanlı etkiler üretebildiğini göstermektedir. Türkiye bağlamında elektrik araç dönüşümünün dış denge açısından vaat ettiği kazanımlar maliye politikası tasarımı, altyapı yatırımları, yerli üretim kapasitesinin geliştirilmesi ve enerji üretim karmasının dönüşümü gibi tamamlayıcı politikaların bütünleşik biçimde uygulanmasına bağlı görünmektedir. Bu bulgular, elektrik araç yayılımının Türkiye'nin dış ticaret dengesi ve enerji ithalatı üzerindeki etkilerini dinamik bir çerçevede incelemeyi amaçlayan ekonometrik modelin teorik gerekçesini güçlendirmekte ve özellikle elektrik araç sayısı, petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasındaki ilişkilerin kısa ve uzun dönemli etkileşimlerinin ampirik olarak test edilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu noktada mevcut yazının önemli bir kısmının ya politika analizi düzeyinde kaldığı ya da enerji tüketimi, emisyon veya tüketici davranışı gibi tek bir kanal üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Spesifik olarak elektrikli araç sayısı, petrol ithalatı ve dış ticaret dengesi arasındaki ilişkinin dinamik etkileşimler içinde birlikte ele alındığı ekonometrik çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlayarak, elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini enerji ithalatı kanalı üzerinden kavramsal ve ampirik olarak incelemeyi hedeflemektedir.

BÖLÜM 3. EKONOMETRİK ANALİZ VE BULGULAR

Tezimizin bu bölümünde araştırma konumuzun ampirik omurgasını oluşturan ekonometrik analiz ve bulguların sunulması hedeflenmiştir. Bölümün temel amacı, elektrikli araç sayısındaki artışın Türkiye'nin ham petrol ithalatı ve dış ticaret açığı üzerindeki etkisini zaman serisi ekonometrisi çerçevesinde ortaya koymaktır. Çalışmanın hareket noktası, kavramsal bölümde teorik olarak biçimlendirilen ulaştırma sektöründeki elektrifikasyonun, petrol talebini zaman içinde azaltması beklentisi ve petrol ithalatındaki bu azalışın dış ticaret dengesi üzerinde orta ve uzun vadede iyileştirici bir etki yaratması öngörüsüdür. Ancak bu etkinin büyüklüğü ve zamanlaması, enerji üretim karması, ithal

teknoloji bağımlılığı, şarj altyapısının yaygınlığı ve yerli sanayi kapasitesi gibi çok sayıda unsur tarafından belirlenmektedir.

Bu nedenle çalışmada, tek denklemli ve statik bir ilişki aramak yerine, değişkenler arasındaki dinamik etkileşimleri dikkate alan çok değişkenli zaman serisi yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışmada elektrikli araç yayılımı ile Türkiye'nin petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasındaki nedensellik yapısını frekans alanında sınamasıyla temellendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye için 1994–2024 dönemini kapsayan yıllık bir veri seti geniş kapsamlı bir veri seti oluşturulmuş ve nedensellik testlerinin uygulanabilirliği açısından dış ticaret açığı, ham petrol ithalatı ve elektrikli araç kayıtları gibi temel bir dizi değişkene odaklanılmıştır.

Bu bölümde ilk olarak araştırmanın yöntemi, veri seti ve değişkenlerin dönüştürülme biçimi ayrıntılandırılacaktır. İkinci olarak, serilerin durağanlık özellikleri ve model seçim süreci sistematik biçimde raporlanacak, ardından Breitung–Candelon frekans alanı Granger nedensellik testleri yardımıyla kısa, orta ve uzun dönem bantlarında nedensellik ilişkileri incelenecektir. Son olarak ise elde edilen ampirik bulgular, Türkiye'nin enerji ithalatına bağımlılığı, dış ticaret açığının yapısal niteliği ve elektrikli araç dönüşümünün iktisadi sınırları dikkate alınarak yorumlanmaya çalışılacaktır.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada benimsenen araştırma yöntemi, Türkiye'de elektrikli araç yayılımı ile ham petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasındaki ilişkinin doğası gereği dinamik, gecikmeli ve karşılıklı etkileşimli olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ulaşımdaki elektrifikasyonun veri setimizde belirli bir tarihten önce hiç bulunmayışı ancak hızlı ve etkin yayılımı araştırma konumuz açısından iktisadi sonuçlarının anlık olarak ölçümlenmesini zorlaştırmaktadır. Etkinin araç parkının yüzdesel bileşimi, akaryakıt talebi ve enerji altyapısı üzerinden zamana yayılması ve bu şekilde gözlenmesi daha sağlıklı bilimsel veriler ortaya koyacaktır. Benzer biçimde, dış ticaret açığı geçmiş bölümlerde incelendiği üzere yalnız bir dönemin ithalat ihracat farkı değil enerji fiyat şokları, büyüme hızı, ithal girdi kullanımı ve döviz kuru hareketleri tarafından şekillenen çok katmanlı bir makroekonomik göstergedir. Bu nedenle ampirik modelde, değişkenleri bağımsız biçimde ele alan dar bir regresyon yaklaşımı yerine, endojen etkileşim mantığına dayalı bir sistem yaklaşımı tercih edilmiştir.

Araştırma yöntemi, Türkiye'nin dış ticaret açığı dinamiklerini VAR çerçevesinde ele alan önceki çalışmalar ile elektrikli araç dönüşümünün petrol bağımlılığını azaltabileceğine işaret eden enerji yazını üzerine inşa edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın çekirdek değişkenleri, Türkiye'nin dış ticaret açığı, ham petrol ithalatı ve tescilli elektrikli araç sayısı olarak belirlenmiştir. Oluşturulan veri seti, Türkiye'ye ait yıllık gözlemlerden oluşmakta ve TÜİK, TCMB, Dünya Bankası ile IEA gibi resmî kaynaklardan derlenmektedir. Bu kurgu, tezin teorik çerçevesinde geliştirilen elektrikli araç yayılımı → petrol ithalatı → dış ticaret açığı mekanizmasını test etmek için yeterli ve tutarlı bir temel sunmaktadır.

Yöntem bölümünde benimsenen ilk aşama serilerin bütünleşme derecelerinin belirlenmesidir. Zaman serisi ekonometrisinde durağan olmayan serilerle yapılan tahminler, değişkenler arasında gerçek bir iktisadi ilişki bulunmasa bile açıklayıcı olduğundan ve anlamlı katsayılar üretebildiğinden sahte regresyon riskini doğurabilmektedir. Bu riskin ortadan kaldırılması amacıyla serilerin düzeyde mi farkları alındığında mı durağanlaştığı belirlenmelidir. Bütünleşme derecesi saptandıktan sonra uygun model seçimine geçilmelidir. Bu bağlamda çalışmada hem Augmented Dickey–Fuller (ADF) hem de Phillips–Perron (PP) testleri kullanılmıştır. İki testin birlikte uygulanması, farklı hata yapıları altında durağanlık bulgularının sağlamasını yapmak bakımından önemlidir.

Çalışmanın ikinci yöntem adımı, seriler arasında uzun dönemli ortak hareket olup olmadığını sınamaktır. Tüm değişkenlerin aynı bütünleşme derecesine sahip olması ve aralarında eş bütünleşme durumuna göre klasik VAR yaklaşımı ya da hata düzeltme terimini içeren VECM tercih edilebilmekteyken tez çalışmamızda Johansen eş bütünleşme yaklaşımı referans alınmış ve elektrikli araç sayısı, ham petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasında anlamlı bir uzun dönem denge ilişkisi tespit edilememiştir. Bu sonuç, çalışmanın kısa dönem dinamiklerin ve frekanslara göre değişen nedensellik kalıplarının incelenmesine odaklanmamızı gerekli kılmaktadır.

Üçüncü adım, uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Çok değişkenli zaman serisi modellerinde gecikme katsayısı nedensellik testlerinin gücünü doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu nedenle tez çalışmamızda Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Hannan–Quinn Bilgi Kriteri (HQIC) ve Schwarz Bayesyen Bilgi Kriteri (SBIC) birlikte kullanılmış ve tüm kriterlerin dördüncü gecikmede uzlaşması nedeniyle nihai model lag(4) yapısıyla tahmin edilmiştir.

Ancak çalışmanın yöntemi burada klasik zaman alanı yaklaşımıyla sınırlı değildir. Bu tez açısından asıl ayırt edici yöntem tercihi, Breitung ve Candelon (2006) tarafından geliştirilen frekans alanı Granger nedensellik testinin uygulanmasıdır. Geleneksel Granger nedensellik testinin tercih edilmemiş olmasındaki gerekçe bir değişkenin diğerini öngörme kapasitesini örneklemin tamamı için tek bir sonuç olarak vermesidir. Bizim araştırmamızda elektrikli araç dönüşümü gibi etkileri zamana yayılan bir süreçte nedenselliğin kısa dönemde gözlenmemesi uzun dönemde de gözlenmeyeceği anlamına gelmez. Frekans alanı yaklaşımı tam da bu noktada avantaj sağlar çünkü nedenselliği frekans bantlarına ayırarak kısa, orta ve uzun dönem etkilerin ayrıştırılmasına olanak tanır.

Ekonometrik analizde bilimsel yazın içinde Granger (1969), Geweke (1982, 1984), Hosoya (1991), Breitung ve Candelon (2006), ayrıca frekans yorumları bakımından Ciner (2011) ve Taştan (2015) referans alınmıştır. Geweke yaklaşımı özellikle koşullu nedensellik analizlerinde önem kazanmaktadır. Çalışmada iki değişken arasındaki nedensellik, üçüncü bir değişkenin etkisi kontrol edilerek de test edilmektedir.

Tez çalışmamızın yöntemsel çerçevesi bağlamında elektrikli araçların yayılmasının petrol ithalatı ve nihayet Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini açıklığa kavuşturmak için, dış ticaret açığı denklemi birinci farklarda durağanlaştırılmış bir VAR yapısı içinde modellenmektedir. Bu çerçevede kurulan denklem, dış ticaret açığının kendi gecikmeleri ile ham petrol ithalatı ve elektrikli araç sayısının gecikmeli değerleriyle açıklandığı dinamik bir yapı sunar. Denklem formu kısa dönem etkileşimleri yakalamayı, frekans alanı nedensellik yaklaşımı ise bu kısa dönem yapının ötesinde hangi ufuklarda öngörü gücü doğduğunu göstermeyi amaçlamaktadır.

Yöntemsel olarak, değişkenlerden birinin koşullu kabul edildiği durumlarda değişkenler arasındaki nedenselliği ölçmek için Geweke'nin yöntemi (Geweke, 1984) referans alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan VAR sistemi, Breitung ve Candelon (2006) uyarınca hareketli ortalama ve frekans alanı biçimlerinde ifade edilebilir :

$$\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} = \Phi(L)\varepsilon_t = \begin{vmatrix} \Phi_{11}(L) & \Phi_{12}(L) \\ \Phi_{21}(L) & \Phi_{22}(L) \end{vmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix} = \Psi(L)\eta_t = \begin{vmatrix} \Psi_{11}(L) & \Psi_{12}(L) \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{vmatrix} \begin{pmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{pmatrix}$$

Burada

$\eta_t = G\varepsilon_t$, $E(\eta_t\eta_t') = I$, $\Phi(L) = \Theta(L)^{-1}$, and $\Psi(L) = \Phi(L)(G)^{-1}$ Yanlış veya dolaylı nedensel etkileri önlemek için, frekans alanı çerçevesi ek koşullandırma değişkenlerini içerecek

şekilde genişletilebilir. Bu gibi durumlarda, Geweke tarafından önerilen yaklaşıma uygun olarak, Breitung–Candelon testi bu değişkenlere bağlı olarak hesaplanır. Koşullandırma, VAR sistemine ek bir değişken olan z_t'nin gecikmeli değerlerinin dahil edilmesiyle gerçekleştirilir.

$$M_y \rightarrow x(\omega) = \log 1 + \frac{|\psi_{12}(e^{-iw})|^2}{|\psi_{11}(e^{-iw})|^2}$$

$$\Delta \ln Deficit_t = \alpha + \Sigma_{i=1}^{4} \beta_i \Delta \ln Deficit_{t-i} + \Sigma_{i=1}^{4} \gamma_i \Delta \ln Oil_{t-i} + \Sigma_{i=1}^{4} \delta_i \Delta \ln EV_{t-i} + \varepsilon_t$$

Bu model tezin temel varsayımını yalın ama güçlü bir biçimde temsil etmektedir. Dış ticaret açığı, geçmiş dış denge dinamiklerinden, petrol ithalatı hareketlerinden ve elektrikli araç yayılımından etkilenmektedir. Her ne kadar nihai nedensellik yönü ve zaman ufku ampirik olarak test edilse de modelin kuramsal beklentisi elektrikli araç sayısındaki artışın uzun dönemde petrol ithalatını sınırlaması ve bunun dış ticaret açığı üzerindeki baskıyı hafifletmesidir.

Frekans alanı yaklaşımı ayrıca zaman ufuklarının ekonomik yorumu açısından da anlam taşımaktadır. Ciner(2011) ve Taştan(2015)'ın benzer çalışmaları referans alındığında frekansların yaklaşık olarak uzun dönem (ω=0.5 civarı ve altı), orta dönem ve kısa etkileri temsil ettiği gözlemlenmektedir. Böylece elektrikli araçların dış ticaret açığı üzerindeki olası etkisinin aniden mi yoksa araç parkının yavaş dönüşümü sonucu kademeli olarak mı ortaya çıktığı daha net biçimde değerlendirilebilecektir.

Sonuç olarak bu çalışmanın yöntemsel tercihi, tezin ana sorusuyla tam uyumlu bir tasarıma karşılık gelmektedir. Elektrikli araçların Türkiye'nin dış ticaret açığı üzerindeki etkisi ne salt korelasyon ne de tek dönemli doğrusal etki şeklinde ele alınmıştır. Bunun yerine, serilerin zaman serisi özellikleri ve nedenselliğin frekanslara göre farklılaşabileceği kabul edilerek daha incelikli ve yapısal bir ekonometrik analiz çerçevesi benimsenmiştir. Bu tercih tez çalışmamızın daha sağlam bilimsel temellere oturtarak bulguların yorumlarına daha güçlü bir zemin sunmaktadır.

3.2. Araştırmanın Analizi

3.2.1 Araştırmanın Veri Seti

Tez çalışmamızın veri seti Türkiye'ye ait yıllık makroekonomik ve sektörel göstergelerden oluşmaktadır. Veri seti 1994–2024 dönemini kapsadığı açık biçimde belirtilmektedir. Bu dönem seçimi, Türkiye'de dış ticaret açığının kronik bir

makroekonomik mesele olarak uzun bir tarihsel seyre sahip olması ile elektrikli araçların son yıllardaki hızlı yükselişini aynı örneklem içinde izleme imkânı sunmaktadır. Dolayısıyla veri seti hem tarihsel derinliği hem de yeni dönüşüm dinamiklerini aynı analiz çerçevesinde birleştirmektedir.

Verilerin resmî ve kurumsal kaynaklardan derlenmiş olması, çalışmanın güvenilirliğini güçlendiren önemli bir unsurdur. Dış ticaret açığı verileri TÜİK ve ilgili kurumsal veri tabanlarından, ham petrol ithalatı verileri enerji ve dış ticaret istatistiklerinden, elektrikli araç sayısı ise Türkiye'de kayıtlı araç istatistiklerinden derlenmiştir. Ayrıca TCMB, Dünya Bankası ve IEA gibi kaynaklar taranarak veri setinin çoklu resmî kaynaklar arasında çapraz doğrulama mantığıyla kurgulanmıştır. Bu durum, serilerin ölçüm hatası riskini azaltmakta ve zaman serisi analizinde kullanılan değişkenlerin tanım tutarlılığını desteklemektedir.

Veri seti hazırlanırken tez çalışmamıza temel teşkil eden üç değişken haricinde Türkiye'de elektrikli araç artış yüzdesi, motorlu kara taşıt sayısı, Türkiye'nin yıllık elektrik tüketimi, yıllık gayrisafi yurtiçi hasıla, ülke nüfusu ve TÜFE bazlı reel efektif döviz kuru gibi birçok değişken veri setine dahil edilmiş ancak uygulanan VAR testleri sonucunda ampirik analizimiz kapsamında anlamlı bir etkileşim tespit edilememiştir.

Tez çalışmamızın ekonometrik analizi üç temel değişken üzerine kurgulanmıştır. Bu tercihin tez açısından avantajı, çalışmanın ana mekanizmasını sadeleştirirken yorum gücünü korumasıdır. Analizimizin bağımlı değişkeni hiç şüphesiz dış ticaret açığıdır. Tez çalışmamız bağlamında bu değişkenin seçimi, elektrikli araç yayılımının enerji ithalatı üzerinden dış dengeyi etkileyip etkilemediği sorusunun doğrudan yanıtlanabilmesi bakımından isabetlidir. Dış ticaret açığının kullanılması, özellikle enerji ve petrol ithalatı kanalını daha görünür ve daha kolay izlenebilir bir biçimde analiz etme olanağı sağlamaktadır.

Birinci temel açıklayıcı değişken ham petrol ithalatıdır. Ham petrol ithalatının ton cinsinden kullanılması, çalışmaya önemli bir analitik avantaj kazandırmaktadır. Böylece enerji ithalatı değerinin yalnızca fiyat hareketlerinden değil gerçek fiziksel ithalat miktarından da etkilendiği dikkate alınmakta ve böylece petrol bağımlılığının nicel boyutu daha doğrudan gözlenebilmektedir. Dış ticaret açığını etkileyen petrol faturasının yalnız fiyatlarla değil, talep ve tüketim yapısıyla da ilişkili olduğu düşünüldüğünde bu tercih teorik olarak tutarlıdır.

İkinci temel açıklayıcı değişken, Türkiye'de kayıtlı elektrikli araç sayısıdır. Yıllara göre Elektrikli Araç sayıları veri setine eklenirken yüzde yüz elektrikli araçlar dikkate alınmış, hibrit türevi araçlar tasnif dışı bırakılmış. Elektrikli araç sayısı, ulaştırma sektöründeki elektrifikasyonun en görünür ve doğrudan ölçülebilir göstergesi olarak modele dahil edilmiştir. Değişkenin yıllık olarak artan ancak örneklemin ilk yıllarında çok düşük seviyelerde seyreden yapısı, teknolojik dönüşüm serilerine özgü güçlü trend davranışı göstermektedir. Nitekim birim kök testlerinde bu özellik açık biçimde görülmektedir. Tez açısından elektrikli araç sayısının önemi, petrol ürünleri talebi üzerindeki potansiyel ikame etkisini temsil etmesidir.

Verilerin doğal logaritmaya dönüştürülmesi araştırma tasarımının kritik bir parçasıdır. Tüm seriler doğal logaritmaya çevrilerek varyansın stabilize edilmesi ve aykırı değer etkisinin azaltılması amaçlanmıştır. Ayrıca log dönüşümü, katsayıların yaklaşık esneklik yorumu yapılmasına imkân verdiği için iktisadi değerlendirme bakımından da avantaj sağlamaktadır. Özellikle ham petrol ithalatı ile elektrikli araç sayısı arasında ölçek farkları bulunduğundan, log dönüşümü bu serileri ortak bir analiz düzlemine taşımaktadır.

Yıllık frekansta veri kullanımı, bu araştırmada hem avantaj hem de sınırlılık doğurmaktadır. Avantajı, elektrikli araç yayılımı gibi yavaş ilerleyen yapısal dönüşümlerin orta–uzun vadeli etkilerini daha net izleyebilmesidir. Sınırlılığı ise kısa dönem politika değişiklikleri, aylık piyasa dalgalanmaları ve şokların detaylı ayrışımına izin vermemesidir. Ancak elektrikli araçların petrol bağımlılığı üzerindeki etkisinin zaten kısa dönemden çok uzun dönem mekanizmalarıyla ortaya çıkması beklendiğinden, yıllık veri kullanımı araştırma sorusuyla büyük ölçüde uyumludur.

Öncelikle değişkenler, örneklem içindeki genel dağılımına ilişkin ilk fikir vermesi adına zaman serisi içerisinde bir dizi tanımlayıcı istatistik testlerine tabi tutulmuştur. Özellikle lnEV serisinin ortalaması ile standart sapması arasındaki fark, elektrikli araç sayısındaki hızlı ve trend niteliğindeki artışı göstermektedir. Buna karşılık lnOil serisi daha dar bir aralıkta hareket etmekte olduğu gözlenmiştir. Bu durum Türkiye'nin petrol ithalatının yıllar içinde dalgalansa da belirli bir yapısal bant içinde seyrettiğini düşündürmektedir. Dış ticaret açığı serisi ise hem makroekonomik konjonktüre hem enerji ithalatı baskısına duyarlı bir yapı sergilemektedir.

Tablo 3: *Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
lnDeficit	17.50	0.78	15.45	18.51
lnOil	16.96	0.19	16.47	17.32
lnEV	3.33	4.05	0.00	12.12

Tablo 2, üç çekirdek değişkenin örneklem içerisindeki davranışına ilişkin birkaç önemli ipucu sunmaktadır. Birincisi, elektrikli araç serisinin standart sapması son derece yüksektir. Bu durum, elektrikli araçların Türkiye'de çok düşük bir başlangıç noktasından hızla yükselen yeni bir dönüşüm değişkeni olduğunu göstermektedir. İkincisi, ham petrol ithalatı serisinin ortalama etrafındaki oynaklığı daha sınırlıdır; bu bulgu, petrol ithalatının Türkiye'de yapısal bir enerji ihtiyacını karşıladığını, ancak bu ihtiyacın iktisadi büyüme ve fiyat şoklarına göre belirli sınırlar içinde dalgalandığını düşündürmektedir. Üçüncüsü, dış ticaret açığı serisinin ortalama ve maksimum değerleri, dış denge probleminin yalnız dönemsel değil, kronik bir eğilim taşıdığını yansıtmaktadır.

Tanımlayıcı istatistikler, ampirik analiz öncesi iki önemli beklenti doğurur. İlk beklenti, elektrikli araç sayısının güçlü trend özelliği nedeniyle düzeyde durağan olmaması, ikinci beklenti ise petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasında yapısal bir bağ bulunmakla birlikte bunun kısa ve uzun dönemde farklı biçimlerde gözlenmesidir. Bu nedenle çalışmanın sonraki aşamalarında önce durağanlık testleri, sonra model seçimi ve nihayet frekanslara göre ayrıştırılmış nedensellik analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Ampirik Bulgular

Ampirik bulgular bölümü çalışmanın asıl özgün katkısını oluşturmaktadır. Bu bölümde önce serilerin durağanlık özellikleri test edilmekte, ardından uzun dönem ilişki olup olmadığı tartışılmakta, daha sonra uygun gecikme yapısı belirlenmekte ve son olarak frekans alanı nedensellik testleriyle temel hipotez sınanmaktadır. Bu aşamalı yapı tez çalışmamızın ana varsayımının hangi kanallar üzerinden desteklenip hangi kanallar üzerinden sınırlı kaldığını göstermesi bakımından önemlidir.

Tez çalışmamızın temel olarak araştırdığı önerme, elektrikli araçların yaygınlaşmasının enerjide dışa bağımlı Türkiye'nin dış ticaret dengesini pozitif yönlü etkileyeceği

hipotezidir. Buna karşılık ilgili testlerin yorumlanması sonucunda elektrikli araç yayılımının dış ticaret açığı üzerinde doğrudan ve istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi gösterdiği söylenememektedir. Başka bir ifadeyle, elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret üzerindeki etkisi vardır ancak bu etki doğrudan değil petrol bağımlılığı üzerinden işleyen dolaylı ve zamana yayılmış bir mekanizma niteliğindedir.

3.2.2.1. Birim Kök Testleri ve Durağanlık Bulguları

Ekonometrik analizin ilk adımı, serilerin zaman serisi özelliklerini belirlemektir. Durağan olmayan seriler düzey değerlerinde kullanıldığında, değişkenler arasında gerçek bir ekonomik bağ olmasa dahi yüksek R-kare ve anlamlı katsayılar üretilebildiği için bulgular yanıltıcı hale gelebilir. Bu nedenle değişkenlere hem ADF hem de Phillips–Perron birim kök testleri uygulanmış ve böylece durağanlık sonuçlarının farklı test mantıkları altında tutarlı olup olmadığı denetlenmiştir.

ADF testi, seri korelasyonu gecikmeli fark terimleri yardımıyla kontrol eder. Phillips–Perron testi ise hata terimlerindeki seri korelasyon ve değişen varyansa karşı parametrik olmayan düzeltmeler uygular. İki testin birlikte kullanılması, özellikle küçük örneklemli yıllık veri setlerinde daha sağlam bir değerlendirme yapılmasına katkı sağlar. Gözlemlenen sonuçlar, tüm çekirdek serilerin düzeyde durağan olmadığını, buna karşılık birinci farklarında durağanlaştığını göstermektedir.

Birim kök test sonuçlarına göre lnOil değişkeni ADF testinde düzeyde-1,898, birinci farkta ise -6,975 değerini almaktadır. PP testinde de düzey istatistiği-1,805 iken, birinci farkta-7,304 düzeyine ulaşmaktadır. Bu değerler, ham petrol ithalatı serisinin düzeyde birim kök içerdiğini; ancak birinci farkı alındığında güçlü biçimde durağanlaştığını göstermektedir. İktisadi açıdan bu durum, petrol ithalatının seviyesinin zaman içinde kalıcı trend ve yapısal hareketler içerdiğini, değişim oranının ise daha istikrarlı bir davranış sergilediğini düşündürmektedir.

Benzer biçimde lnDeficit serisi de düzeyde durağan değildir. lndeficit için ADF düzey istatistiği-1,816; birinci fark istatistiği-4,701 olarak test edilmiştir. PP testinde düzey değeri-2,844 ve birinci fark değeri-7,202'dir. Özellikle PP testinde düzeyde %10 düzeyinde sınırlı bir anlamlılık gözlense de genel sonuç serinin güvenilir biçimde I(1) yapıda olduğudur. Dış ticaret açığı gibi makro seriler için bu durum şaşırtıcı değildir. Dış ticaret açığı ekonomik büyüme, enerji fiyatları ve kur hareketleri gibi pek çok kalıcı şokun etkisini biriktiren bir göstergedir.

Elektrikli araç sayısını temsil eden lnEV değişkeni ise üç değişken arasında en güçlü trend davranışını sergileyen seridir. Düzey istatistiklerinin pozitif ya da sıfıra yakın çıkması, bu serinin örneklem döneminde hızlı büyüyen yeni bir teknoloji göstergesi olmasıyla uyumludur. Makaledeki sonuçlara göre lnEV için ADF düzey istatistiği 1,842, birinci fark istatistiği ise 2,998'dir; PP testinde bu değerler sırasıyla 1,252 ve-2,960 olarak raporlanmıştır. Bu sonuçlar, elektrikli araç sayısının düzeyde durağan olmadığını ancak birinci farkında durağanlaştığını açık biçimde göstermektedir.

Tez bağlamında bu sonuçların önemi iki yönlüdür. İlk olarak, elektrikli araç sayısı ile dış ticaret açığı arasında düzey değerler üzerinden doğrudan regresyon kurmanın yöntemsel olarak sakıncalı olacağı anlaşılmaktadır. İkinci olarak, değişkenlerin tamamının I(1) olması, uzun dönem ortak hareketi sınamak üzere eş bütünleşme analizine geçmeyi gerektirir. Başka bir ifadeyle, seriler aynı bütünleşme derecesine sahipse aralarında uzun dönemli denge ilişkisi bulunup bulunmadığı ayrıca test edilmelidir.

Bu doğrultuda, makalede raporlanan birim kök bulguları aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 4: *ADF ve Phillips- Perron Birim Kök Test Sonuçları*

Değişken	ADF I(0)	ADF I(1)	PP I(0)	PP I(1)
lnOil	-1.898	-6.975***	-1.805	-7.304***
lnDeficit	-1.816	-4.701***	-2.844*	-7.202***
lnEV	1.842	-2.998**	1.252	-2.960**

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.*

Tablo 3'teki sonuçlar topluca değerlendirildiğinde, serilerin tümünün birinci farkta durağanlaştığı ve dolayısıyla I (1) özellik taşıdığı görülmektedir. Bu durum, makale ve tez arasındaki yöntem bütünlüğünü güçlendirmektedir zira modelin VAR/frekans alanı çerçevesine geçmeden önce bu ön koşul sağlanmıştır.

Burada altı çizilmesi gereken ek bir nokta, elektrikli araç yayılımı yeni bir dönüşüm süreci olduğundan serinin zaman içerisinde belirli eğilim sergileyen ve durağan olmayan bir karakterde görünmesi beklenen bir sonuçtur. Asıl önemli olan bu serideki değişimlerin istatistiksel olarak analiz edilebilir hale gelmesidir. Birinci farkta durağanlaşma, tam da bu nedenle, elektrikli araçların sayısal artışının ekonomi üzerindeki etkilerinin elektrifikasyon üzerinden analiz edilebileceğini göstermektedir.

Bu bağlamda birim kök tablosunun sadeleştirilmesi ve yalnızca çekirdek değişkenlerin korunması isabetli bir tercihtir. Böylece tezin ana hipotezi gereğinden fazla yardımcı değişken arasında dağılmadan, dış ticaret açığı / petrol ithalatı / elektrikli araç ilişkisi ekseninde daha net biçimde tartışılabilmektedir.

3.2.2.2. Eş Bütünleşme Analizi ve Model Seçimi

Birim kök testlerinin ardından, değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisi bulunup bulunmadığı değerlendirilmiştir. Johansen eş bütünleşme testleri uygulanmış ve seriler arasında anlamlı bir eş bütünleşme vektörü bulunmadığı görülmüştür. Başka bir ifadeyle, dış ticaret açığı, ham petrol ithalatı ve elektrikli araç sayısı örneklem dönemi boyunca aynı stokastik trend etrafında kalıcı biçimde birlikte hareket eden bir yapı sergilememektedir.

Bu bulgunun iki önemli yorumu vardır. Birincisi, elektrikli araç sayısı Türkiye'de özellikle örneklemin son bölümünde hız kazanan yeni bir dönüşüm değişkenidir. Dolayısıyla 1994–2024 gibi uzun bir örneklem içerisinde, bu değişkenin dış ticaret açığı ve petrol ithalatı ile tek bir uzun dönem denge ilişkisi kurmaması iktisadi açıdan makuldür. İkincisi, petrol ithalatı ile dış ticaret açığı arasındaki bağ güçlü olsa da bu bağın doğrusal ve sabit katsayılı bir ortak trend üretmemesi, Türkiye'de dış dengenin sadece enerji ithalatıyla değil büyüme, kur, sanayi yapısı ve dış finansman koşullarıyla da birlikte şekillendiğini gösterir.

Bu nedenle analiz hata düzeltme terimi içeren VECM yerine birinci farklarda kurulan VAR modeli içinde sürdürülmüştür. Bu tercih tezin kavramsal çerçevesiyle de uyumludur. Zira araştırmanın asıl odak noktası elektrikli araç yayılımının kısa ve orta dönem dinamikler üzerinden petrol ithalatını nasıl etkilediği ve bu etkinin hangi frekanslarda görünür hale geldiğidir. Uzun dönemli eş bütünleşme bulunmaması, bu dinamikleri analiz etmenin önünde bir engel oluşturmamakta aksine frekans alanı yaklaşımının neden gerekli olduğunu güçlendirmektedir.

Bir başka ifadeyle tez çalışmamızın araştırma sorusu değişkenlerin sonsuza kadar aynı denge yolunda birlikte hareket etmediğinden çok elektrikli araç yayılımı petrol ithalatı ve dış ticaret açığı üzerinde hangi zaman ufuklarında öngörü gücü doğurup doğurmadığı sorusudur. Johansen testinde eş bütünleşme bulunmaması bu sorunun çalışma açısından önemini artırmakta ve frekans alanı nedensellik yaklaşımını daha anlamlı hale getirmektedir.

3.2.2.3. VAR Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Eş bütünleşme ilişkisi bulunmaması üzerine analiz birinci farklarda kurulan indirgenmiş biçimli VAR modeli ile sürdürülmüştür. VAR modelinin en kritik teknik aşamalarından biri, uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Eksik gecikme seçimi modelde artık terimlerde bilgi bırakabilir ya da gereğinden uzun gecikme seçimi ise küçük örneklemde serbestlik derecesini azaltarak tahmin performansını bozabilir. Bu nedenle tez çalışmamızda AIC, HQIC ve SBIC bilgi kriterleri birlikte değerlendirilmiştir.

Sonuçlar çerçevesinde tüm bilgi kriterleri lag(4) seçimini desteklemektedir. Lag (4) seçimi elektrikli araç yayılımı, petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasındaki ilişkilerin aynı yıl içinde tam olarak gözlenmesi beklenemeyeceği ve etkilerin birkaç yıllık birikimle görünür hale geleceği öngörüsüyle yıllık veri kullanan bu çalışma için ayrıca iktisadi açıdan da tutarlıdır.

Özellikle ulaştırma sektöründeki elektrikli dönüşümün araç parkı, tüketim tercihleri, yatırım kararları ve altyapı yayılımı üzerinden işlediği düşünüldüğünde, dört gecikmeli yapı davranışsal ve yapısal uyumların modele yansıtılmasını sağlar. Bu yönüyle lag(4), yalnız istatistiksel kriterlerin değil, araştırma sorusunun iktisadi mantığının da desteklediği bir tercihtir.

Uygulanan VAR modelinin sonuçları aşağıdaki tabloda raporlanmıştır;

Tablo 5: *VAR Modeli için Gecikme Uzunluğu Seçimi*

Lag	Ll	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-84.5095				.131159	6.48218	6.525	6.62616
1	-18.8505	131.32	9	0.000	.001986	2.28522	2.45648	2.86115*
2	-9.1339	19.433	9	0.022	.00194	2.23214	2.53183	3.24001
3	4.96529	28.198	9	0.001	.001433	1.85442	2.28256	3.29424
4	20.6482	31.366*	9	0.000	.001014*	1.3594*	1.91597*	3.23116

Tablo 4'ün gösterdiği üzere, AIC ve HQIC değerleri dördüncü gecikmede en düşük seviyeyi almakta; FPE kriteri de aynı gecikmeyi işaret etmektedir. SBIC değerinde mutlak minimum birinci gecikmede görünse de makale metni tüm bilgi kriterleri birlikte değerlendirildiğinde dördüncü gecikmenin en uygun model seçimi olduğunu belirtmektedir. Bu tercih özellikle frekans alanı testlerinin lag yapısına duyarlı olması nedeniyle önemlidir.

İlerleyen bölümlerdeki tüm nedensellik analizleri, dört gecikmeli VAR sistemi esas alınarak yürütülmüş ve böylece ekonometrik kurgu korunurken tez çalışmasında bulguların tutarlı biçimde yorumlanabilmesi için ortak bir model zemini sağlanmıştır.

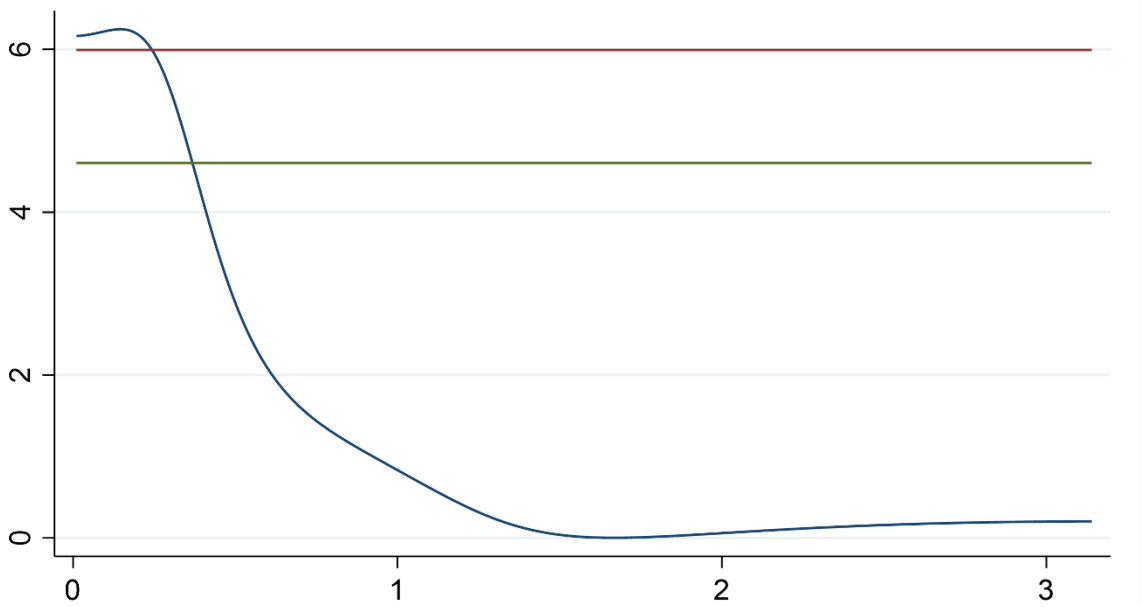
3.2.2.4. Frekans Alanı Granger Nedensellik Bulguları

Tez çalışmamızın akademik yazın içerisinde farklılaşan özgün yönlerinden biri, nedensellik analizinin yalnız zaman alanı ile sınırlı tutulmaması ve Breitung–Candelon frekans alanı Granger nedensellik yaklaşımının uygulanmasıdır. Bu yaklaşımın temel üstünlüğü, nedenselliği tek bir sonuç olarak değil, frekanslara ayrıştırılmış biçimde yorumlamaya imkân vermesidir. Böylece değişkenler arasındaki ilişki kısa dönem dalgalanmalar, orta dönem uyum süreçleri ve uzun dönem yapısal etkileşimler açısından ayrı ayrı incelenebilir.

Elektrikli araç dönüşümü gibi etkileri kademeli ve birikimli olan bir olgu açısından bu tercih özellikle anlamlıdır. Bir ekonomide elektrikli araç sayısı artsa bile, aynı dönemde petrol ithalatında anlık ve güçlü bir düşüş gözlenmeyebilir. Ancak birkaç yıllık ufukta araç parkının bileşimi değiştikçe, akaryakıt talebi üzerinde yapısal etkiler ortaya çıkabilir. Dolayısıyla geleneksel Granger nedensellik testinde anlamsız çıkan bir ilişki, frekans alanında düşük frekanslarda güçlü ve iktisadi açıdan son derece anlamlı hale gelebilir.

Bu bağlamda dört temel spesifikasyon test edilmiştir: (i) lnEV -- lnOil koşulsuz, (ii) lnEV - lnOil | lnDeficit koşullu, (iii) lnEV - lnDeficit koşulsuz ve (iv) lnEV - lnDeficit | lnOil koşullu. Bu tercihler, tezin ana mekanizmini doğrudan yansıtmaktadır. İlk iki test elektrikli araç yayılımının petrol ithalatı üzerindeki etkisini; son iki test ise aynı yayılımın dış ticaret açığı üzerindeki doğrudan veya dolaylı etkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Şekil 2: *Elektrikli Araç Sayısı - Ham Petrol İthalatı Koşulsuz Nedenselliği (lnEV- lnOil)*



Not : Mavi Çizgi test istatistiği, Kırmızı Çizgi % 5, Yeşil Çizgi % 10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Şekil 2'de test istatistiği nedenselliğin özellikle düşük frekanslarda kritik değerlerin üzerine çıktığı göstermektedir. Bu bulgu, elektrikli araç sayısındaki artışın ham petrol ithalatı üzerinde kısa dönemden çok uzun dönemde etkili olduğu anlamına gelir.

Uzun dönem bandında anlamlı nedensellik tespit edilmesi, tezin kavramsal çerçevesiyle güçlü biçimde uyumludur. Elektrikli araçların petrol talebini azaltıcı etkisi, bir yıl içinde birkaç yeni aracın piyasaya girmesiyle değil; toplam araç parkı içinde elektrikli araç payının yükselmesiyle ortaya çıkar. Dolayısıyla bu sonuç, elektrikli araç dönüşümünün petrol ithalatına etkisinin zamana yayılan bir uyum mekanizması üzerinden işlediğini düşündürmektedir.

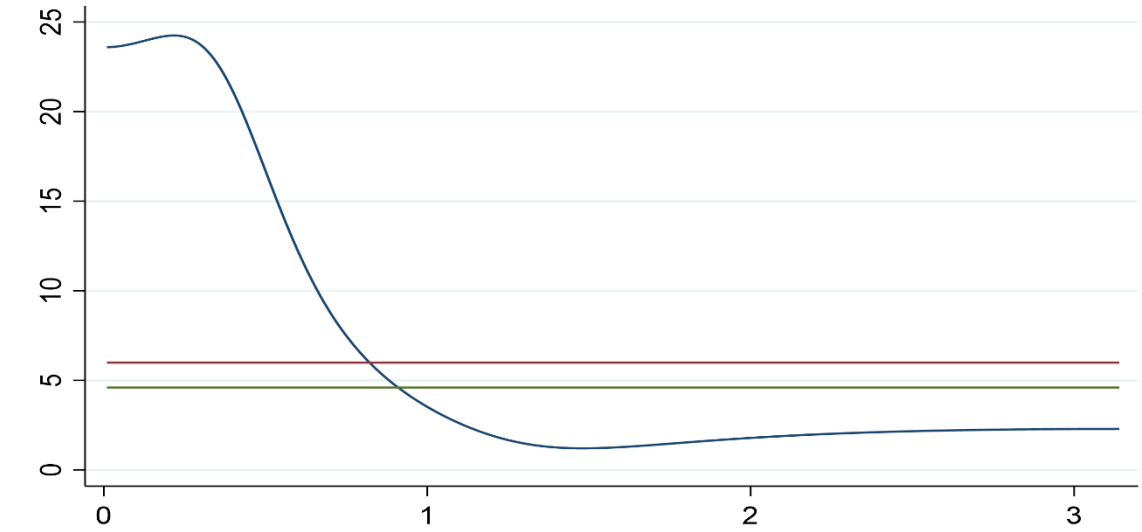
Koşulsuz testin anlamlı çıkması, elektrikli araç sayısının tek başına ham petrol ithalatını öngörme kapasitesi bulunduğuna işaret eder. Bu öngörü gücü, elektrifikasyonun Türkiye'de petrol talebini yapısal olarak dönüştürme potansiyelinin bilimsel düzeyde gözlenebilir kılması açısından önemlidir. Bu bulgu, Sabancı Üniversitesi IICEC tarafından geliştirilen ve elektrikli araç yayılımının ham petrol ithalat faturasını azaltabileceğini öngören senaryo analizleriyle de örtüşmektedir.

Ayrıca elektrikli araç penetrasyonunun uzun vadeli petrol bağımlılığı üzerinde gözlemlenebilir bir aşağı yönlü baskı oluşturduğunu söylemek mümkündür. Bu baskı henüz doğrudan dış ticaret açığını dönüştürecek büyüklüğe ulaşmamış olsa da enerji

ithalatının yapısal bir bileşeni olan ulaştırma kaynaklı petrol talebi üzerinde anlamlı bir dönüşüm potansiyeline işaret etmektedir.

Bu bağlamda elektrikli araç sayısı ile ham petrol ithalatı arasındaki koşulsuz nedensellik testi tez çalışmamızın ana hipotezini destekler nitelikteki en güçlü ampirik bulgulardan biridir. Elektrikli araç yayılımı ile ham petrol ithalatı arasında gözlenen uzun dönemli nedensellik, elektrifikasyonun enerji ithalatına bağımlı ekonomiler için yalnız çevresel değil aynı zamanda dış ticaret dengesi açısından da stratejik sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir.

Şekil 3: *Elektrikli Araç Sayısı - Ham Petrol İthalatı │ Dış Ticaret Açığı Koşullu Nedenselliği (lnEV - lnOil | lnDeficit)*



Not : Mavi Çizgi test istatistiği, Kırmızı Çizgi % 5, Yeşil Çizgi % 10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

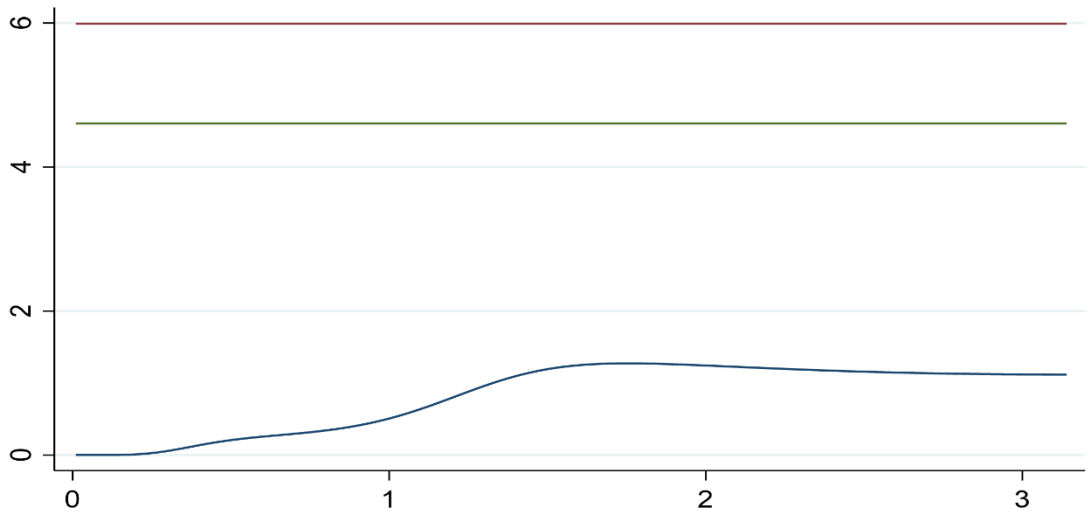
İlgili grafik dış ticaret açığı koşuluyla elektrikli araç sayısından ham petrol ithalatına doğru nedensellik yapısını göstermektedir. Bu teste göre, elektrikli araç sayısının ham petrol ithalatı üzerindeki etkisi dış ticaret açığı koşullandığında tamamen ortadan kalkmamakta; ancak ilişkinin büyük kısmı düşük frekanslarda, yani uzun dönem bandında yoğunlaşmaktadır. Orta ve yüksek frekanslarda test istatistiğinin kritik değerlerin altına inmesi, etkinin kısa vadede bağımsız ve belirgin olmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, elektrikli araçların petrol ithalatı üzerindeki etkisi daha çok uzun vadeli yapısal dönüşüm süreci içinde ortaya çıkmaktadır.

Bu sonuç, tezin teorik bölümünde vurgulanan aracılık mekanizmasıyla uyumludur. Elektrikli araçlar ham petrol talebini azaltabilir ancak bu etkinin dış ticaret dengesi, kur ve enerji fiyatları gibi daha geniş makroekonomik çerçeveden yalıtılmış şekilde işlemesi

beklenmemelidir. Türkiye gibi kırılganlığı yüksek bir ekonomide, petrol ithalatındaki değişimlerin dış ticaret açığının genel yapısıyla iç içe geçmesi doğaldır.

Test sonucunun bir başka önemi, elektrikli araç–petrol ithalatı ilişkisinin aşırı basitleştirilmesine karşı uyarıcı olmasıdır. Elektrifikasyon enerji ithalatı üzerinde olumlu etkiler yaratma potansiyeli vardır ancak bu etki doğrudan, kendiliğinden ve her koşulda ortaya çıkmaz. Ekonomik büyüme, sanayi üretimi, nüfus artışı ve enerji talebinin diğer bileşenleri de petrol ithalatını belirlemeye devam etmektedir. Bu nedenle elektrikli araç dönüşümünün katkısı, geniş makro yapı içinde değerlendirildiğinde daha gerçekçi biçimde anlaşılabilir. Tez çalışmamızın teorik çerçevesiyle örtüşür biçimde Elektrikli araçların petrol ithalatı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak gözlenebilir; ancak ilişkinin niteliği, dış ticaret açığının genel dinamikleri dikkate alındığında daha karmaşık hale gelmektedir. Tezimiz açısından bu durum, doğrudan doğrusal bir etki değil yapılandırılmış ve koşullu bir etki zinciri bulunduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Şekil 4: *Elektrikli Araç Sayısı - Dış Ticaret Açığı Koşulsuz Nedenselliği (lnEV - lnDeficit)*



Not : Mavi Çizgi test istatistiği, Kırmızı Çizgi % 5, Yeşil Çizgi % 10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

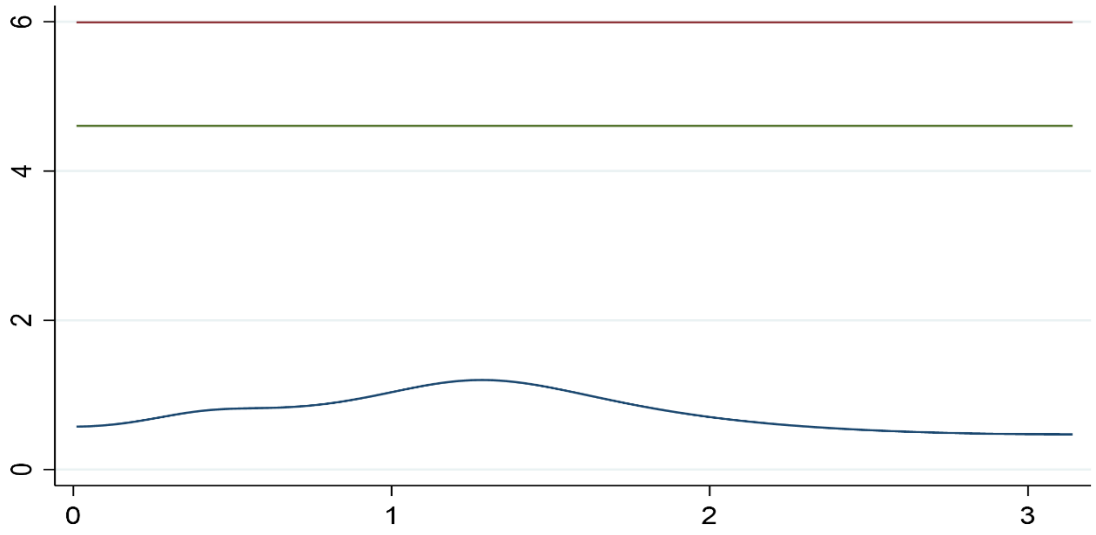
Şekil 4, elektrikli araç sayısından dış ticaret açığına doğru koşulsuz nedensellik ilişkisini göstermektedir. Grafik boyunca test istatistiğinin kritik değerlerin altında kalması, kısa, orta ve uzun dönemlerin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik bulunmadığına işaret etmektedir.

Bu sonuç, ilk bakışta tezin temel hipoteziyle çelişkili gibi görünebilir. Ancak aslında tam tersine, tezde savunulan dolaylı etki mekanizmasını desteklemektedir. Elektrikli araç sayısındaki artışın dış ticaret açığını doğrudan, kısa vadede ve tek başına azaltması

beklenmemelidir. Dış ticaret açığı enerji ithalatı, ara malı ithalatı, yatırım malı ithalatı, dış talep, kur hareketleri ve büyüme kompozisyonu gibi çok sayıda bileşenin toplam sonucudur. Elektrikli araçlar bu çoklu yapının yalnızca bir alt kanalı olan ulaştırma kaynaklı petrol talebi üzerinde etkili olabilir.

Bu nedenle Şekil 4'te anlamlı nedensellik gözlenmemesi elektrikli araç dönüşümünün ekonomik açıdan önemsiz olduğu anlamına gelmez. Aksine dış ticaret açığı gibi konsolide bir göstergenin bağımsız değişkene doğrudan tepki vermesinin sınırlı olduğunu ortaya koyar. Bu anlamıyla elektrikli araç dönüşümü tek başına dış ticaret açığına çare olacak sihirli bir süreç değildir. Elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret açığı üzerindeki etkisi dolaylı, gecikmeli ve başka politika alanlarıyla bütünleştiği ölçüde güçlenen bir etki sürecidir.

Şekil 5: *Elektrikli Araç Sayısı → Dış Ticaret Açığı │ Ham Ham Petrol İthalatı Koşullu Nedenselliği (lnEV - lnDeficit | lnOil)*



Not : Mavi Çizgi test istatistiği, Kırmızı Çizgi % 5, Yeşil Çizgi % 10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Şekil 5, ham petrol ithalatı koşuluyla elektrikli araç sayısından dış ticaret açığına doğru nedenselliği göstermektedir. Bu test, Şekil 4'te gözlemlenen sonucun petrol ithalatı gibi aracı bir değişken kontrol edildiğinde değişip değişmediğini görmek açısından önemlidir. Ancak analiz test istatistiğinin tüm frekans bandında kritik değerlerin altında kaldığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla ham petrol ithalatı kontrol edilse dahi elektrikli araç sayısından dış ticaret açığına doğru istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik saptanamamaktadır.

Bu sonuç tez çalışmamızın ana argümanının sınırlarını belirlemek bakımından son derece kıymetlidir. Üçüncü grafikteki elektrikli araçlar ile dış ticaret açığı arasındaki koşulsuz nedensellik ilişkisine paralel şekilde elektrikli araçların yaygınlaşması petrol ithalatı üzerinde etkili görünse de bu etkinin dış ticaret açığı üzerindeki nihai çıktıya dönüşmesi için tek başına yeterli olmadığı sonucunu desteklemektedir. Bunun temel nedeni, Türkiye'nin dış ticaret açığının yalnız enerji ithalatı kaynaklı olmaması, enerji ithalatının ise sadece ulaşımda kullanılan karasal yakıtlardan oluşmamasıdır. Bu test sonucu da tekrar göstermektedir ki , elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin kronik dış ticaret açığı sorununu tek başına ortadan kaldıracak güçte değildir. Buna karşın enerji bağımlılığını azaltan daha geniş bir stratejinin bileşeni olduğunda anlamlı bir katkı sunabileceğini ifade etmektedir.

Bu nedenle gerek Şekil 4 gerekse Şekil 5'te anlamlı bir nedensellik bulunmaması, elektrikli araç dönüşümünü değersizleştiren değil tam tersine elektrikli araç dönüşümünü gerçekçi politika sınırları içine yerleştiren bulgulardır. Elektrikli araç yayılımı, petrol ithalatı kanalından dış ticaret dengesi üzerindeki baskıyı hafifletmesi beklenir. Ancak dış ticaret açığını kalıcı biçimde iyileştirebilmek için enerji üretiminin yerelleştirilmesi, sanayi politikalarının güçlendirilmesi ve ithal teknoloji bağımlılığının azaltılması gibi tamamlayıcı alanlarla birlikte düşünülmelidir.

Grafikler, nedensellik ilişkilerinin görsel yorumunu sunarken, aşağıdaki tablo zaman alanı ve seçili frekanslar için test istatistiklerini birlikte göstermektedir. Bu tablo, özellikle uzun dönem bantlarında elektrikli araç sayısından ham petrol ithalatına doğru nedenselliğin anlamlı olduğunu, buna karşılık dış ticaret açığına doğru doğrudan nedenselliğin desteklenmediğini ortaya koymaktadır.

Tablo 6: *Breitung–Candelon Frekans Alanı Granger Nedensellik Test Sonuçları*

Sıfır Hipotezi	Zaman Alanı Nedenselliği (F-ist., p)	ω=0.01	ω=0.05	ω=1.00	ω=1.50	ω=2.00	ω=2.50
lnEV - lnOil	4.36 (0.042)**	6.163**	6.181***	0.867	0.334	0.062	0.045
lnEV - lnOil | lnDeficit	5.27 (0.021)**	23.593***	23.657***	1.706	0.475	0.412	0.336

lnEV - lnDeficit	0.22 (0.641)	0.001	0.004	0.783	0.553	0.531	0.562
lnEV - lnDeficit | lnOil	0.17 (0.685)	0.749	0.747	0.603	0.582	0.699	0.917

Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 6'nın en dikkat çekici yönü, elektrikli araç sayısından ham petrol ithalatına doğru nedenselliğin hem zaman alanında hem de düşük frekanslarda anlamlı olmasıdır. Özellikle ω=0.01 ve ω=0.05 değerlerindeki yüksek test istatistikleri etkinin kısa dönem dalgalanmalardan değil uzun dönemli yapısal uyumdan kaynaklandığını düşündürmektedir. Buna karşılık ω=1.00 ve üzerindeki frekanslarda istatistiklerin hızla düşmesi, kısa dönemli nedenselliğin zayıf ya da yok denecek kadar sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Koşullu sonuçlarda düşük frekansların anlamlı kalması dış ticaret açığı kontrol edildiğinde dahi elektrikli araç petrol tüketim ilişkisinin tamamen ortadan kaybolmadığını göstermektedir. Ancak orta ve yüksek frekanslarda anlamlılık gözlenmediği için ilişkinin kısa dönem makro dalgalanmalara duyarlı, uzun dönem yapısal dönüşümlere ise daha açık bir karakter taşıdığı anlaşılmaktadır.

Diğer yandan tablo ayrıca elektrikli araç dönüşüm sürecinde dış ticaret açığına ilişkin beklentilerin neden daha sınırlı olması gerektiğini göstermektedir. Elektrikli araç sayısından dış ticaret açığına doğru gerek koşulsuz gerekse petrol ithalatı koşullu nedensellik istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret açığını düzeltici etkisi, ham petrol ithalatı üzerinde saptanan ilişki kadar doğrudan ve güçlü değildir.

Tablo 7: *Frekans Alanı Nedensellik Sonuçlarının Yorumu*

Nedensellik Yönü	***Koşullama***	***Yorum***
lnEV → lnOil	*Koşulsuz*	*düşük frekanslarda nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bu durum petrol talebinde yapısal azalmaya işaret etmektedir.*
lnEV → lnOil	*lnDeficit koşullu*	*Düşük frekanslarda nedensellik sürmektedir. Nedensellik dış ticaret açığıyla ilişkili olsa da tamamen ortadan kalkmamaktadır.*
lnEV → lnDeficit	*Koşulsuz*	*Doğrudan anlamlı nedensellik saptanmamıştır. Elektrikli araç yayılımı dış ticaret açığını tek başına açıklamamaktadır.*
lnEV → lnDeficit	*lnOil koşullu*	*Ham petrol ithalatı kontrol edildiğinde de anlamlı nedensellik yoktur. Dış ticaret açığı üzerinde doğrudan etki gözlenmemektedir.*

Tablo 7, bulguların yalın özetini vermektedir. En önemli sonuç, elektrikli araçların ham petrol ithalatı üzerinde uzun dönemde anlamlı ve sağlam bir etki doğurduğu fakat aynı dönüşümün dış ticaret açığını doğrudan azaltan bağımsız bir kanal olarak çalışmadığıdır. Bu sonuç, tezin temel hipotezini tamamen reddetmemekte; fakat hipotezi daha rafine hale getirmektedir. Elektrikli araç dönüşümü dış ticaret açığına ancak aracı kanallar ve tamamlayıcı politikalar yoluyla katkı sağlayabilecek bir yapısal dönüşümdür.

Elektrikli araç dönüşümünün asıl ve ampirik olarak kanıtlanabilen katkısı petrol bağımlılığını azaltma yönündedir. Dış ticaret açığı üzerindeki etkinin görünür hale gelmesi ise petrol bağımlılığındaki bu azalmanın, enerji üretiminin yerlileşmesi ve sanayi politikasının güçlenmesi gibi diğer yapısal dönüşümlerle birleşmesine bağlıdır. Bu bütüncül değerlendirme çalışmanın sonuç kısmında geliştirilecek politika önerilerinin de temelini oluşturur. Tez çalışmasının özgün değerini artıran temel unsur bu çift yönlü değerlendirme olanağıdır.

Ampirik bulgular bir arada değerlendirildiğinde Türkiye'de elektrikli araç yayılımının enerji ithalatı ve dış ticaret dengesi üzerindeki etkisinin doğrusal değil kademeli ve aracı mekanizmalarla şekillenen bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır. Birim kök testleri, serilerin birinci farkta durağanlaştığını, eş bütünleşme analizi uzun dönem ortak denge ilişkisinin bulunmadığını, VAR modeli, lag(4) de durağanlaşan yapının en uygun çerçeve olduğunu göstermiştir. Frekans alanı nedensellik testleri ise bu dinamik yapının içinde elektrikli araç yayılımının en güçlü etkisini ham petrol ithalatı üzerinde ve özellikle uzun dönem frekanslarında ürettiğini ortaya koymuştur.

Diğer taraftan dış ticaret açığına yönelik doğrudan nedensellik bulunmaması elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'de dış denge sorununu tek başına çözemeyeceğini göstermektedir. Bu sonuç hem metodolojik hem iktisadi açıdan tutarlıdır. Metodolojik olarak dış ticaret açığı çok sayıda belirleyicinin bileşkesidir. İktisadi olarak ise Türkiye'nin dış açık sorunu enerji ithalatının yanı sıra ara malı bağımlılığı, yatırım malı ithalatı, dış finansman koşulları ve büyüme kompozisyonundan beslenmektedir.

Bu sentez tezin kavramsal çerçevesi ile ampirik bulgular arasında güçlü bir tutarlılık göstermektedir. Teorik bölümde elektrikli araç dönüşümünün petrol bağımlılığını azaltabileceği ancak dış ticaret dengesi üzerindeki etkinin enerji üretim karması ve sanayi kapasitesiyle koşullandığı savunulmuşken ekonometrik analiz tam da bu savı destekleyen bir sonuç üretmiştir. Elektrikli araçlar petrol ithalatı üzerinde anlamlı bir uzun dönem

etkisi yaratmaktadır ancak bu etki dış ticaret açığı üzerinde henüz bağımsız ve doğrudan bir sonuç doğurmamaktadır.

Bulgular, elektrikli araçların Türkiye için gerçek ama koşullu bir fırsat alanı sunduğunu göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması Türkiye'de elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini enerji ithalatı kanalı üzerinden incelemiş ve ampirik bulgularını frekans alanı nedensellik yaklaşımıyla ortaya koymuştur. Tezimizin temel hareket noktası Türkiye'nin dış ticaret açığının önemli bir bileşenini enerji ithalatının özellikle de ham petrol ithalatının oluşturması ve ulaştırma sektörünün bu petrol bağımlılığının başlıca tetikleyicilerinden biri olmasıdır. Bu nedenle, ulaştırma sisteminde elektrifikasyonun giderek hız kazanması dış açık tartışması bakımından yalnız çevresel bir tercih değil aynı zamanda iktisadi bir strateji olarak ele alınmıştır.

Ortaya konan ampirik bulgular elektrikli araç sayısındaki artışın Türkiye'nin ham petrol ithalatını özellikle uzun dönemde etkileyeceğini göstermektedir. Nedensellik test sonuçları, elektrikli araç yayılımından petrol ithalatına doğru düşük frekanslarda anlamlı nedensellik bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu durum ulaştırma sektöründeki elektrifikasyonun petrol bağımlılığını azaltıcı potansiyelinin ampirik olarak gözlenebildiği anlamına gelmektedir. Bir başka ifadeyle, elektrikli araç dönüşümü enerji ithalatı bakımından Türkiye için sembolik olmanın ötesinde ölçülebilir bir etki üretme kapasitesine sahiptir.

Ancak aynı bulgular elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret açığını doğrudan ve bağımsız biçimde azaltmadığını da göstermektedir. Elektrikli araç sayısından dış ticaret açığına doğru hem koşulsuz hem de petrol ithalatı koşullu testlerde anlamlı nedensellik bulunmamıştır. Bu sonuç tezimizin en önemli sınırlayıcı bulgusudur. Fakat aynı zamanda en önemli çıkarımını da ortaya koymaktadır. Türkiye'de dış ticaret açığı, yalnız enerji ithalatından değil; ara malı ve yatırım malı ithalatından, büyümenin ithalat yaratıcı etkisinden kur hareketlerinden ve sanayi yapısındaki dışa bağımlılıktan beslenen çok boyutlu bir göstergedir. Bu nedenle dış ticaret açığında anlamlı bir düzelme için elektrikli araç dönüşümünün tek başına yeterli olmaması beklenen bir durumdur.

Elektrikli araç dönüşümü Türkiye'nin dış denge kırılganlığını hafifletebilecek bir araçtır ancak daha geniş enerji ve sanayi stratejisinin parçası olduğunda kalıcı sonuçlar üretir. Başka bir deyişle, elektrikli araç dönüşüm sürecinin dış ticaret dengesi açısından gerçek değeri, petrol ithalatı bağımlılığını azaltması kadar Türkiye'nin teknolojik ve endüstriyel gelişim sürecine nasıl ve ne ölçüde dahil olduğuyla ilintilidir.

Bu bulgular, tezimizin kavramsal çerçevesinde geliştirilen iki temel savı doğrulamaktadır. Birincisi, elektrikli araçların dış denge üzerindeki etkisi doğrudan değil petrol ithalatı gibi aracı değişkenler üzerinden çalışan bir mekanizmaya sahiptir. İkincisi, etkinin kısa ve uzun dönem görünümü farklıdır. Kısa dönemde zayıf veya görünmez olabilen etkiler, uzun dönemde belirginleşebilmektedir. Dolayısıyla Türkiye'de elektrikli araç dönüşümü ile dış ticaret dengesi arasındaki ilişkiyi anlamanın en doğru yolu bu süreci uzun süreçli, kademeli ve yapısal bir dönüşüm olarak ele almaktır.

Politika Yapıcılar İçin Çıkarımlar

Çalışmanın politika sonuçları açısından ilk çıkarımı elektrikli araç politikasının enerji politikasından ayrı düşünülmemesi gerektiğidir. Elektrikli araçların ham petrol ithalatını azaltma potansiyeli yalnızca artan elektrik talebinin büyük ölçüde yerli ve yenilenebilir kaynaklarla karşılanması halinde anlamlıdır ve dış ticaret dengesine olumlu biçimde yansıyacaktır. Eğer ulaştırmanın elektrifikasyonu ithal doğalgaz ve ithal kömür ağırlıklı bir elektrik üretim altyapısını kaynak alırsa petrol ithalatındaki azalışın dış denge katkısı sınırlı kalması muhtemeldir. Bu nedenle Türkiye'de elektrikli araç dönüşümünün ekonomik faydasını büyütmek için yenilenebilir enerji üretiminin ölçeklenmesi, şebeke esnekliğinin artırılması ve depolama yatırımlarının hızlandırılması önem taşımaktadır.

Bir diğer politika önerisi elektrikli araç dönüşümünün yerli sanayi politikasıyla bütünleştirilmesidir. Çin menşeili elektrikli araç üreticilerinin mevcut pazar payı, dominasyonu ve rekabet üstünlüğü Türkiye açısından bir risk oluşturmaktadır. Türkiye'de elektrikli araç talebi büyük ölçüde ithalatla karşılanırsa petrol ithalatında sağlanan kazanımı araç ve batarya ithalatı yoluyla geri verilebilir. Bu nedenle yerli üretim kapasitesinin, batarya montajı ve hücre teknolojilerinin, güç elektroniği ve yazılım altyapısının geliştirilmesi dış ticaret dengesi açısından hayati önem taşımaktadır. Elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret açığını azaltıcı etkisi, ancak ithalat ikamesi ve ihracat kapasitesi üreten bir sanayi stratejisiyle birleştiğinde güçlenecektir.

Üçüncü öneri, vergi ve teşvik mimarisinin dönüşümün ekonomik mantığına uygun biçimde yeniden yapılandırılmasıdır. Türkiye'de elektrikli araçlar için uygulanan mevcut

vergi rejimi pazar büyümesini etkileyen en önemli araçlardan biridir. Ancak tez çalışmamızda incelenen yazın da göstermektedir ki sadece satın alma teşvikleriyle kalıcı dönüşüm sağlanması zordur. Vergisel teşviklerin şarj altyapısı yatırımları, filo dönüşümü, toplu ulaşım elektrifikasyonu ve yerli üretim teşvikleriyle birlikte kurgulanması gerekir. Böylece elektrikli araç dönüşümü yalnızca tüketici davranışını etkileyen bir süreç olmaktan çıkarak üretim ve yatırım kararlarını da yönlendiren stratejik bir araç haline gelebilecektir.

Dördüncü öneri, şarj altyapısının nicelik kadar mekânsal yaygınlık ve hizmet kalitesi açısından da geliştirilmesidir. Ampirik bulgular, elektrikli araç dönüşümünün etkisinin zamana yayıldığını göstermektedir. Bu yayılımın hızını belirleyen başlıca unsurlardan biri ise kullanıcıların günlük yaşamda karşılaştıkları şarj altyapı kalitesidir. Şarj ağının büyükşehirler dışına taşınması, hızlı şarj kapasitesinin artırılması, dağıtım bölgeleri arasında dengeli yatırım yapılması ve dijital ödeme erişim altyapısının standartlaştırılması elektrikli araç sayısındaki artışı hızlandırabilecektir. Elektrikli araç sayısı ne kadar hızlı ve dengeli artarsa, petrol ithalatı üzerindeki uzun dönemli azalış etkisi de o kadar görünür hale gelecektir.

Beşinci öneri, dönüşümün yalnız araç ithalatı ve araç satışları üzerinden değil, daha geniş bir döngüsel ekonomi perspektifiyle ele alınmasıdır. Türkiye'nin dış ticaret açığını azaltmak yalnız yakıt faturasını düşürmekle değil aynı zamanda batarya geri dönüşümü, kritik mineral ikamesi, hafif malzeme teknolojileri ve yeni nesil depolama çözümlerinde yerli araştırma ve hafıza üretmekle de ilgilidir. Elektrikli araç dönüşümü ancak böyle bir döngüsel sanayi vizyonuyla dış dengeye daha geniş ölçekte katkı sağlayabilir. Gerçek katma değer dış ticaret ve rekabet politikalarının elektrikli araç dönüşümünü destekleyen ancak aşırı ithalat bağımlılığı yaratmayan bir çerçevede kurgulanmasıdır. Özellikle Çin menşeli ucuz elektrikli araç arzı kısa vadede tüketici açısından erişilebilirliği artırabilir ancak orta vadede yerli üretimin gelişmesini baskılarsa dış ticaret dengesine katkı sınırlı kalacaktır. Bu nedenle yerli üretimi koruyan, teknoloji transferini teşvik eden ve küresel rekabet gücü yaratmayı hedefleyen dengeli bir politika bileşimi gereklidir. Böyle bir yaklaşım, dış ticaret açığını yalnız enerji tarafında değil, sanayi ticareti tarafında da daha yönetilebilir hale getirebilir.

Bir diğer öneri elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini izleyebilmek için veri altyapısının güçlendirilmesidir. Yıllık veriler, uzun dönemli eğilimleri görmek açısından yararlı olmakla birlikte daha ayrıntılı politika

değerlendirmeleri için aylık ve çeyreklik yüksek frekanslı veri setlerinin üretilmesi önem taşımaktadır. Özellikle şarj altyapısı kullanımı, filo bazlı elektrikli araç yayılımı, yakıt tüketiminde segment bazlı değişim ve batarya ithalat / üretim verileri gibi alanlarda düzenli veri üretimi, gelecekte yapılacak araştırmaların kalitesini yükseltecektir.

Tez çalışmasında yıllık veri seti üzerinden değerlendirme kısa dönemli şokların daha ayrıntılı gözlenmesi imkânı sınırlandırmaktadır. Ayrıca gerekçeleri ilgili bölümde ayrıntısıyla açıklandığı şekilde çalışma çekirdek değişkenler etrafında sade bir model kurulduğu için sanayi üretimi, gelir, elektrik fiyatları veya vergi değişimleri gibi ek kanallar bu bölümde doğrudan modele dahil edilmemiştir. Yine elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret açığı üzerindeki etkisi teknoloji ithalatı ve araç ithalatı üzerinden ters yönde çalışan kanallar nedeniyle daha karmaşık hale gelebilme potansiyeli arz etmesine rağmen tez çalışmamız tam da bu karmaşıklığı görünür kıldığı için literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

Toplumsal Fayda ve Sosyal Etkiler

Akademik katkı bakımından bu çalışma, Türkiye bağlamında elektrikli araç yayılımı ile petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasındaki ilişkiyi frekans alanı nedensellik yaklaşımıyla ele alan öncü çalışmalardan biri olma niteliğini taşımaktadır. Kurgulanan ekonometrik model ülkesel ve bölgesel niteliği de taşımaktadır. Türkiye gibi enerji ithalatçısı ve kronik dış ticaret açığı gerçeği ile yaşayan ülkelerde ya da tam tersi senaryolarda elektrikli araç dönüşümünün etkisini yalnız çevresel aynı iktisadi sonuçlarını incelemek gelecek dönem araştırmaları için de önemli bir araştırma alanı sunacaktır.

Sonuç olarak bu tez çalışması elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret açığının kaderini tek başına değiştirmeyeceğini ancak ham petrol ithalatını azaltarak bu kader üzerinde etkili olabilecek önemli bir yapı taşı olduğunu göstermektedir. Elektrikli araçlar, dış denge sorununa doğrudan bir çözüm değil; fakat petrol bağımlılığı, enerji güvenliği ve sanayi dönüşümü ekseninde doğru politikalarla birleştirildiğinde dış ticaret açığının yapısal baskılarını hafifletebilecek stratejik bir araçtır. Bu nedenle Türkiye açısından mesele, elektrikli araçları yaygınlaştırmak kadar bu süreci yerli enerji üretimi, yerli sanayi, vergi uyumu ve döngüsel ekonomi vizyonuyla tamamlayabilmektir. Tezin nihai önerisi de bu çerçevede şekillenmektedir. Türkiye'de elektrikli araç dönüşümü salt bir ulaştırma politikası olmaktan çok enerji, sanayi, teknoloji, dış ticaret ve çevre politikalarının kesiştiği bütüncül bir dönüşüm programı olarak ele alınmalıdır. Ancak bu bütüncül yaklaşım altında, elektrikli araçların petrol ithalatını azaltıcı etkisi dış ticaret

dengesine daha güçlü biçimde yansıyabilecek ve böylece Türkiye'nin kronik dış açık sorununun enerji boyutunda anlamlı bir iyileşme potansiyeli doğacaktır.

Bu tezde ulaşılan sonuçlar ulusal ve uluslararası yazında yer alan bulgularla karşılaştırıldığında önemli ölçüde tutarlılık göstermektedir. Öncelikle, elektrikli araç yayılımının petrol talebini ve dolayısıyla ham petrol ithalatını azaltma potansiyeli, Çin üzerine geliştirilen CGE ve zaman serisi temelli çalışmaların ulaştığı sonuçlarla uyumludur. Lin ve Wu'nun Çin ekonomisi için tespit ettiği gibi elektrifikasyon enerji tüketim kompozisyonunu fosil yakıtlardan elektriğe doğru kaydırmaktadır. Guo ve arkadaşlarının bulgularında görüldüğü üzere bu kaymanın ham petrol ithalatı üzerinde zaman içinde belirgin etkileri ortaya çıkabilecektir. Türkiye örneğinde frekans alanı nedensellik testlerinin düşük frekanslarda anlamlı çıkması, uluslararası yazındaki bu genel yönelimin ülke verisiyle de desteklenebildiğini göstermektedir.

Diğer yandan, elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerinde otomatik ve doğrudan bir iyileşme üretmediği yönündeki bulgu da uluslararası literatürle uyumludur. Özellikle Sigurdsson'un İzlanda örneği üzerinden vurguladığı kısa dönem ithalat baskısı ile Pirmana ve arkadaşlarının Endonezya örneğinde işaret ettiği yerli üretim kapasitesi etkisi birlikte düşünüldüğünde, elektrikli araç dönüşümünün dış denge üzerindeki net sonucunun arz zincirinin yapısına bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye için doğrudan nedensellik bulunamaması bu alandaki teorik beklentiyi desteklemektedir. Petrol ithalatı azalabilir ancak araç ve teknoloji ithalatı dış ticaret açığının diğer bileşenleri ve üretim yapısının ithal ara malına bağımlılığı halinde net dış ticaret dengesi etkisi beklenmemelidir.

Türkiye yazını bakımından bakıldığında da bu tez bulguları anlamlı bir boşluğu doldurmaktadır. Bayar, Kılıç ve Arıca'nın enerji maliyetleri ile dış denge arasındaki bağı vurgulayan yaklaşımı ile Karadaş ve Işık'ın fosil yakıtlara bağımlılığın cari açık üzerindeki baskısına ilişkin bulguları, tezin petrol ithalatı kanalını merkeze alan kurguya güçlü bir destek vermektedir. Ancak söz konusu çalışmalar doğrudan elektrikli araç sayısı ile petrol ithalatı ve dış ticaret açığı arasındaki frekans ayrıştırmalı nedensellik yapısını incelememiştir. Bu tez araştırma konusu, yöntem ve bulguların özgünlüğü itibariyle literatürü desteklemektedir.

Literatürle karşılaştırıldığında dikkat çekici bir diğer husus bu tez çalışmamızda tespit edilen uzun dönemli nedenselliğin politika yapıcılar açısından zamansal bir uyarı niteliği taşımasıdır. Elektrikli araç dönüşümü konusunda kısa vadede mucizevi sonuçlar

beklenmesi gerçekçi değildir. Buna karşılık araç parkının belirli bir eşik ölçeğe ulaşmasıyla petrol ithalatı üzerindeki etki belirginleşebilecektir. Bu çerçevede sonuçlar, kısa dönemli teşviklerin ötesinde, politika sürekliliğini esas alan orta ve uzun vadeli dönüşüm programlarının gerekliliğine işaret etmektedir. Yazının pek çok bölümünde altı çizilen altyapı, vergi, üretim ve enerji sistemi uyumu ihtiyacı da bu nedenle önem kazanmaktadır.

Yazınla kıyaslandığında bu tezin bir başka özgün niteliği elektrikli araç dönüşümünü ne yalnız çevresel bir fayda alanı ne de yalnız sanayi politikası konusu olarak ele almasıdır. Aksine tez çalışmamız dış ticaret açığına kronik biçimde maruz kalan ve enerji ithalatına bağımlı bir ekonomi olarak Türkiye'nin makroekonomik kırılganlıkları ile elektrikli araç dönüşümünü aynı ampirik düzlemde birleştirmektedir. Bu yönüyle tez çalışmamız sürdürülebilir mobilite literatürü ile dış denge/enerji güvenliği literatürü arasında köprü kuran bir katkı sunmaktadır. Bu tez çalışması sadece teknik bir test uygulaması sunmamakta aynı zamanda test sonuçlarını Türkiye'nin dış ticaret yapısı, petrol bağımlılığı, sanayi dönüşümü ve enerji politikası tartışmalarıyla ilişkilendirerek daha kapsamlı bir akademik çerçeveye oturtmaktadır. Bu anlamda tez çalışmamızın Türkiye bağlamında ilk frekans alanı uygulamalarından biri olması tez metninde daha geniş biçimde anlam kazanmaktadır.

Sektörel Öneriler

Elektrikli araç dönüşümünün Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerinde daha güçlü bir olumlu etki yaratabilmesi için politika önerilerinin yalnız bir öneri listesi biçiminde değil öncelik sırasına göre düzenlenmiş uygulanabilir bir yol haritası şeklinde ele alınması ihtiyacı görülmektedir. Bu çalışmanın araştırma konusu ve sonuçları bakımından ilk öncelik enerji arz tarafında yerlilik ve yenilenebilirlik oranını artıracak yatırımların hızlandırılması olmalıdır. Zira elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi katkısı elektrik üretiminin ithal kaynaklara bağımlı yapısı sürdüğü ölçüde sınırlı kalacaktır. Bu nedenle rüzgâr ve güneş enerjisi kurulu kapasitesindeki artış, depolama ve şebeke yatırımlarıyla birlikte ele alınmalıdır. Özellikle ulaşım sektörünün artacak elektrik talebini karşılayacak güvenilir ve düşük ithal içerikli bir üretim portföyü hedeflenmelidir.

İkinci öncelik elektrikli araç dönüşümünün otomotiv ve batarya sanayisiyle entegrasyonudur. Türkiye'nin mevcut otomotiv üretim altyapısı, tedarik zinciri deneyimi ve Avrupa pazarlarına entegrasyonu elektrifikasyon sürecinde bir avantaja dönüştürülebilir. Ancak bu dönüşüm yalnız montaj aşamasında kalırsa dış ticaret açığı

bakımından yaratacağı katkı sınırlı olacaktır. Yerli katma değerin artması için hücre teknolojisi, batarya yönetim sistemleri, güç elektroniği, yazılım, hafif malzeme ve geri dönüşüm teknolojilerinde AR-GE ve üretim kapasitesi oluşturulmalıdır. Aksi halde yerli üretim görünümlü ancak ithal bileşen ağırlıklı bir yapı, petrol faturasındaki tasarrufun bir bölümünü teknoloji ithalatı yoluyla geri verebilir.

Üçüncü öncelik vergi ve teşvik politikalarının dönüşümün hedefleriyle uyumlu hale getirilmesidir. Elektrikli araç teşvikleri yalnız satın alma anında sağlanan fiyat avantajından ibaret olmamalıdır. Filo dönüşümünü hızlandıran vergi düzenlemeleri, ticari araç ve toplu taşıma elektrifikasyonu, yerli üretim ve batarya yatırımlarına dönük seçici teşvikler, altyapı yatırımları için finansman kolaylıkları ve uzun vadeli kredi mekanizmaları birlikte tasarlanmalıdır. Bu yaklaşım, talep yaratmak ile yerli tedarik zinciri oluşturmaya dönük arz yönlü teşvikleri aynı potada buluşturacaktır.

Uygulama yol haritasının dördüncü ayağı şarj altyapısının dengeli ve standartlaştırılmış biçimde genişletilmesidir. Büyükşehirler dışındaki bölgelerde şarj erişiminin zayıf kalması, elektrikli araçların ülke çapında yayılmasını yavaşlatabilir. Bu nedenle bölgesel eşitsizlikleri azaltan, hızlı şarj kapasitesini artıran ve dağıtım şebekesi planlamasını bütünleşmiş biçimde ele alan bir altyapı stratejisi gereklidir. Altyapı yatırımları için özel sektörün rolü önemli olmakla birlikte, standartlar, lisans yapısı, veri paylaşımı ve yatırım öncelikleri bakımından güçlü bir düzenleyici koordinasyon şarttır.

Beşinci öncelik, dış ticaret ve rekabet politikalarının elektrikli araç dönüşümü ile uyumlu biçimde tasarlanmasıdır. Özellikle Çin menşeli ürünlerin fiyat avantajı, kısa vadede iç pazarda elektrikli araç kullanımını hızlandırabilir ancak yerli üretim ve marka gelişimini baskılarsa orta vadede teknoloji açığı büyüyebilir. Bu nedenle Türkiye'nin ticaret politikası tam korumacı veya tam serbest piyasa yanlısı olmaktan çok teknoloji transferini, yerli üretim şartlarını ve kritik bileşenlerde kapasite inşasını destekleyen seçici bir çerçeveye oturmalıdır. Böyle bir denge hem tüketici refahını korur hem de dış denge açısından uzun vadeli kazanım yaratır.

Altıncı öncelik dönüşümün toplumsal ve kurumsal kabulünü güçlendirmektir. Elektrikli araçların yaygınlaşması yalnız ekonomik rasyonaliteye değil tüketici güvenine, kullanım deneyimine, servis ağının yeterliliğine ve bilgi düzeyine de bağlıdır. Kamuoyu farkındalığı, güvenlik ve batarya ömrü konusundaki bilgi eksikliği, ikinci el piyasasının gelişimi ve bakım-onarım ekosisteminin dönüşümü gibi unsurlar ihmal edilirse, ekonomik teşviklerin etkisi sınırlı kalabilir. Dolayısıyla uygulama yol haritasının bir

parçası olarak tüketici güvenini ve sektörel adaptasyonu güçlendiren iletişim ve eğitim politikaları da gereklidir.

Yedinci ve son öncelik dönüşümün izlenebilirliğini sağlayacak veri ve değerlendirme altyapısının kurulmasıdır. Elektrikli araç sayısı, şarj kullanım verileri, segment bazlı petrol tüketimi, batarya ithalatı/üretimi, yerli bileşen oranı ve filo dönüşüm oranları düzenli olarak yayımlanmalı; böylece politikaların etkisi nesnel ölçütlerle izlenebilmelidir. Politika tasarımının veriyle beslenmesi hem kaynak tahsisinin etkinliğini artıracak hem de ekonometrik analizlerin kapsamını genişletecektir.

Bu tez çalışmasının sonuçlarından türetilen politika çerçevesinin en önemli sektörel sonucu otomotiv sanayisinin dönüşümünü yalnız üretim teknolojisi değişimi olarak değil ticaret ve enerji güvenliği stratejisinin parçası olarak görmek gerektiğidir. Türkiye otomotiv sektöründe güçlü bir üretim kültürü, yan sanayi ağı ve ihracat deneyimine sahip olmakla birlikte elektrikli araç döneminde rekabetin belirleyicileri içten yanmalı motor mekaniği bilgisinden batarya, yazılım ve güç elektroniği eksenine kaymaktadır. Bu nedenle elektrikli araç dönüşümünün dış dengeye katkısı, ancak otomotiv sanayisinin yeni değer zincirlerinde yukarı doğru hareket edebilmesi halinde artacaktır.

Otomotiv yan sanayi açısından süreç değerlendirildiğinde kablolama sistemleri, elektronik kontrol birimleri, şarj ekipmanları, güç dönüştürücüler ve batarya bileşenleri gibi alanlar yeni sanayi fırsatları yaratmaktadır. Türkiye'nin mevcut sanayi altyapısı bu alanların bazıları için önemli bir başlangıç avantajı sunsa da yüksek katma değerli bileşenlerde dışa bağımlılığın sürmesi halinde dönüşümün dış dengeye katkısı sınırlı kalabilir. Bu nedenle sektörel kümelenme politikaları, teknoloji geliştirme merkezleri ve üniversite-sanayi iş birliği, dış ticaret dengesi tartışmasının da parçası olarak ele alınmalıdır.

Kurumsal düzlemde ise enerji, sanayi, ulaştırma, ticaret ve maliye politikalarının bağımsız değil eşgüdümlü çalışması önemlidir. Elektrikli araç dönüşümünü yalnızca ulaştırma ya da çevre başlığı altında değerlendiren yaklaşım dönüşümün dış ticaret ve enerji güvenliği boyutunu zayıflatacaktır. Buna karşılık kurumsal eşgüdümün güçlenmesi teşviklerin hedefe uygun kullanımını, altyapı yatırımlarının hızlanmasını ve sanayi politikasının daha seçici işlemesini beraberinde getirir. Bu da tez çalışmamızda ampirik olarak tespit edilen uzun dönemli petrol ithalatı etkisinin daha görünür hâle gelmesine katkıda bulunacaktır.

Yerel yönetimler açısından da bulgular önemli sonuçlar doğurmaktadır. Kentsel ulaşım politikaları, otopark ve şarj erişimi, belediye filolarının elektrifikasyonu ve toplu taşımada elektrikli dönüşüm gibi alanlar petrol talebini azaltma potansiyelinin daha hızlı karşılık bulmasına yardımcı olabilir. Dolayısıyla elektrikli araç dönüşüm sürecinin iktisadi etkisi yalnız merkezi hükümet politikalarının değil bölge ve şehir ölçeğinde alınan uygulama kararlarının da potansiyel kazanımı olarak görülmelidir.

Finans sektörü bakımından ise elektrikli araç dönüşümü, yeşil kredi, sürdürülebilir tahvil, batarya ve altyapı yatırımları için proje finansmanı gibi alanlarda yeni araçlar gerektirmektedir. Dış ticaret açığına olumlu katkı üretmesi beklenen yatırımların finansmana erişimde zorlanması dönüşüm hızını yavaşlatabilir. Bu nedenle kalkınma bankacılığı, yeşil finansman ve seçici kredi mekanizmaları da bu tezin sonuçları bakımından öneriler arasında yer almaktadır.

Son olarak, eğitim ve iş gücü politikaları da bu dönüşümün ihmal edilmemesi gereken bileşenidir. Elektrikli araç ve batarya ekosistemine geçiş, farklı beceri setleri, yeni servis altyapıları ve dijital teknik uzmanlık gerektirmektedir. Dolayısıyla dış ticaret dengesi üzerinde olumlu etki yaratması beklenen sanayi dönüşümü ancak insan kaynağı dönüşümü ile desteklendiğinde kalıcı hale gelebilir.

Tezin bulguları politika önerilerinin aynı anda ve aynı yoğunlukta uygulanmasından çok süreç içerisinde önceliklendirilmesini gerekli kılmaktadır. Kısa vadede atılması gereken adımlar daha çok şarj altyapısının yaygınlaştırılması, vergi ve teşvik çerçevesinin öngörülebilir hale getirilmesi ve filo dönüşümünü hızlandıracak düzenlemelerdir. Orta vadede ise batarya ve bileşen üretim kapasitesinin artırılması, şebeke esnekliğinin güçlendirilmesi ve yerli sanayi entegrasyonunun derinleştirilmesi önem kazanmaktadır. Uzun vadede hedef, elektrikli araç dönüşümünü yenilenebilir enerji, döngüsel ekonomi ve yüksek katma değerli sanayi stratejisiyle bütünleştiren tam bir yapısal dönüşüm modeli inşa etmektir.

Elektrikli araç dönüşümünün dış ticaret dengesi üzerinde anlamlı bir sonuç üretmesi için zaman boyutunun göz ardı edilmemesi gerekir. Kısa dönemde beklenti doğrudan dış açıkta keskin bir düzelmeden ziyade dönüşümün kurumsal ve fiziksel altyapısının kurulmasıdır. Orta dönemde petrol ithalatı üzerindeki etkinin görünür hale gelmesi, uzun dönemde ise bu etkinin yerli üretim ve yenilenebilir enerji ile birleşerek daha geniş makroekonomik kazanımlara dönüşmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

AA. (2024, 1 Mart). *TOGG'da hedef, 5 farklı modelde 1 milyon araç üretmek*. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/toggda-hedef-5-farkli-modelde-1-milyon-arac-uretmek/3152062

ACEA. (2026*). Vehicles on European roads 2026*. European Automobile Manufacturers' Association. https://www.acea.auto/publication/report-vehicles-on-european-roads-2026/

Auty, R. M. (1993). *Sustaining development in mineral economies*: The resource curse thesis. Routledge.

Avrupa Komisyonu. (2023). *CO_2 Emission Performance Standards for Cars and Vans*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-decarbonisation/road-transport/cars-and-vans_en

Bayar, Y., Kılıç, C. ve Arıca, F. (2014). Identifying the determinants of the current account deficit within the framework of intertemporal approach. *Cumhuriyet University Journal of Economics and Administrative Sciences, 15(1)*, 451-474.

BloombergNEF. (2022). *Zero-emission vehicles progress dashboard*. https://about.bnef.com/insights/clean-transport/zero-emission-vehicles-progress-dashboard/

Boratav, K. (2013). *Türkiye İktisat Tarihi (1908-2009).* İmge Kitabevi.

Breitung, J. ve Candelon, B. (2006). Testing for short and long-run causality: A frequency domain approach*. Journal of Econometrics, 132(2), 363-378*.

Cardoso, F. H. ve Faletto, E. (1979). *Dependency and development in Latin America*. University of California Press.

Celâsun, M. ve Rodrik, D. (1989*). Turkish experience with debt: Macroeconomic policy and performance*. In J. D. Sachs (Ed.), Developing country debt and economic performance, Vol. 2 (pp. 193-211). University of Chicago Press.

Ceyhun, F. (1992). *Turkey's debt crises in historical perspectives: A critical analysis.* METU Studies in Development, 19(1), 9-49.

Cherp, A. ve Jewell, J. (2014). The concept of energy security*: Beyond the four As. Energy Policy, 75, 415-421.*

China Association of Automobile Manufacturers. (2026*). China's auto output and sales reachnewhighsin2025.https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202601/14/content_WS6967432ec6d00ca5f9a088ff.html*

Ciner, C. (2011). *Commodity prices and inflation: Testing in the frequency domain. Research in International Business and Finance, 25(3), 229-237.*

Coban, H. H., Lewicki, W., Sendek-Matysiak, E. ve Łosiewicz, Z. (2022). Electrical vehicles and vehicle-grid interaction in Turkey's electricity system. *Energies, 15(21), 8218.*

Collier, P. ve Hoeffler, A. (2004). Greed and grievance in civil war. *Oxford Economic Papers, 56(4), 563-595.*

Corden, W. M. ve Neary, J. P. (1982). Booming sector and de-industrialisation in a small open economy. *The Economic Journal, 92(368), 825-848.*

Cox Automotive. (2026). Despite Q4 collapse, 2025 EV sales decline only 2% versus 2024; policy shifts, new product set stage for next chapter. https://www.coxautoinc.com/insights/q4-2025-ev-sales-report-commentary/

Dolanbay, H. (2019). 1975-1984 arası gündem: Kıbrıs Barış Harekâtı ve Türkiye'nin dış politikası. *Tarih ve Gelecek Dergisi, 5(3), 851-862.*

Dünya Bankası. (2020). World development report 2020: Trading for development in the age of global value chains. World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1457-0

Ediger, V. Ş. ve Berk, İ. (2011). Crude oil import policy of Turkey: Historical analysis of determinants and implications since 1968. *Energy Policy, 39(4), 2132-2142.*

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2025). Şarj hizmeti piyasası aylık istatistikleri: Eylül 2025. *https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/4-16205/sarj-hizmeti-piyasasi-aylik-istatistikleri-eylul-*

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2026). Elektrikli araç ve şarj altyapısı projeksiyonu. EPDK.

Eurostat. (2008). *European Union balance of payments/international investment position statistical methods*. Publications Office of the European Union.

Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy, 31(8-9), 1257-1274.*

Geweke, J. (1982). Measurement of linear dependence and feedback between multiple time series. *Journal of the American Statistical Association, 77(378), 304-313.*

Geweke, J. (1984). Measures of conditional linear dependence and feedback between time series. *Journal of the American Statistical Association, 79(388), 907-915.*

Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica, 37(3),* 424-438.

Güngör, S., Sönmez, L., Korkmaz, Ö. ve Karaca, S. S. (2016). Petrol fiyatlarındaki değişimlerin Türkiye'nin cari işlemler açığına etkileri. *Maliye Finans Yazıları, (106), 29-48.*

Guo, Z., Sun, S., Wang, Y., Ni, J. ve Qian, X. (2023). Impact of new energy vehicle development on China's crude oil imports: An empirical analysis. World Electric Vehicle Journal, 14(2), 46. https://doi.org/10.3390/wevj14020046

Hosoya, Y. (1991). The decomposition and measurement of the interdependency between second-order stationary processes. *Probability Theory and Related Fields, 88(4), 429-444.*

International Energy Agency. (2021). *Turkey 2021 Energy Policy review. IEA.*

International Energy Agency. (2025). *Global EV outlook 2025. IEA.*

International Monetary Fund. (2009). *Balance of payments and international investment position manual (6th ed.). IMF.*

International Renewable Energy Agency. (2023). *World energy transitions outlook 2023. IRENA.*

İnançlı, S. (2022). Türkiye'de enerji ithalatı ile cari açık ilişkisinin 2010-2019 dönemi için analizi. *BMIJ, 10(2), 907-928.*

Karadaş, H. A. ve Işık, H. B. (2018). The impact of renewable energy use on the current account deficit of Türkiye. *The Journal of International Social Research, 11(61).*

Kaya, Z. (2022). *The Impact of Exchange Rate Fluctuations on Renewable Energy Resources and Foreign Trade Balance* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi.

Koç, S., Kaya, K. ve Şenel, M. C. (2016). Türkiye'de enerji ithalatı, büyüme ve cari açık ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Journal of Life Economics, 3(4), 145-160.*

Kazgan, G. (2009). Tanzimat'tan 21. yüzyıla Türkiye ekonomisi. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Kocagöz, E. ve İğde, Ç. S. (2022). Elektrikli araç satın alma niyetini hangi faktörler etkiler? Bir tüketici araştırması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19, 104-120.*

Koç, S., Kaya, K. ve Şenel, M. C. (2016). Türkiye'de enerji ithalatı, büyüme ve cari açık ilişkisi üzerine bir değerlendirme. Journal of Life Economics, 3(4), 145-160.

Krugman, P. R., Obstfeld, M. ve Melitz, M. J. (2018*). International economics: Theory and policy* (11th ed.). Pearson.

Leite, C. ve Weidmann, J. (1999). Does mother nature corrupt? Natural resources, corruption, and economic growth *(IMF Working Paper No. 99/85). IMF.*

Lin, B. ve Wu, W. (2021). The impact of electric vehicle penetration: A recursive dynamic CGE analysis of China. *Energy Economics, 94, 105086.*

Lopez, N. S., Tria, L. A., Tayo, L. A., Cruzate, R. J., Oppus, C., Cabacungan, P., Isla, I., Ansay, A., Garcia, T., Cabarrubias-Dela Cruz, K. ve Biona, J. B. M. (2021).

Societal cost-benefit analysis of electric vehicles in the Philippines with the inclusion of impacts to balance of payments. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 150, 111492. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111492

Mehlum, H., Moene, K. ve Torvik, R. (2006). Institutions and the resource curse. *The Economic Journal, 116(508), 1-20.*

OECD. (2023). *OECD economic surveys and clean mobility policy reports*. OECD Publishing.

Ökde, B. (2022). Differences between Turkey and EU countries on taxation policy for electric vehicles. *Journal of Accounting and Taxation Studies, 15(2), 415-435.*

Özkardeş, L. (2015). Cumhuriyetin ilk yılları ve 1929 ekonomik buhranında dış ticaretin yönetimi. *Gümrük ve Ticaret Dergisi, (6), 25-34.*

Özlale, Ü. ve Pekkurnaz, D. (2010). Oil prices and current account: A structural analysis for the Turkish economy. *Energy Policy, 38(8), 4489-4496.*

Pamuk, Ş. (2014). *Türkiye'nin 200 yıllık iktisadi tarihi. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.*

Pfeffer, J. ve Salancik, G. R. (2003). *The external control of organizations: A resource dependence perspective***.** Stanford University Press.

Pirmana, V., Alisjahbana, A. S., Yusuf, A. A., Hoekstra, R. ve Tukker, A. (2023). Economic and environmental impact of electric vehicles production in Indonesia. *Clean Technologies and Environmental Policy, 25(6),*

Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Free Press.*

Rodrik, D. (1990). Premature liberalization, incomplete stabilization: The Özal decade in Turkey. In M. Bruno, S. Fischer, E. Helpman ve N. Liviatan (Eds.), *Lessons of economic stabilization and its aftermath (pp. 37-65). MIT Press.*

Ross, M. L. (2012). *The oil curse: How petroleum wealth shapes the development of nations*. Princeton University Press.

Sabancı Üniversitesi İstanbul Uluslararası Enerji ve İklim Merkezi. (2021*). Türkiye elektrikli araçlar görünümü 2021.*

Sachs, J. D. ve Warner, A. M. (1995). *Natural resource abundance and economic growth* (NBER Working Paper No. 5398). NBER.

Şen, O. ve Özveren, M. (2021). 1975-78 Silah ambargosundan CAATSA'ya bir karşılaştırmalı analiz. *Güvenlik Bilimleri Dergisi, 10(2), 231-256.*

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Türkiye ulusal enerji planı*. https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). Türkiye'nin enerji verimliliği 2030 stratejisi ve II. ulusal enerji verimliliği eylem planı. https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20425

T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2024). *Ekonomi sunumu*. https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2024/01/Ekonomi_Sunumu-1.pdf

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). *Sanayi strateji belgesi 2023*. https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/SanayiStratejiBelgesi2023.pdf

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2026). *2025 yılı Aralık ayı dış ticaret verileri*. https://ticaret.gov.tr/haberler/2025-yili-aralik-ayi-dis-ticaret-verileri

Tastan, H. (2015). Testing for spectral Granger causality. *The Stata Journal, 15(4),* 1157-1166.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2025*). Ödemeler dengesi istatistikleri*. https://www.tcmb.gov.tr/

Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). Dış ticaret istatistikleri, Aralık 2022. TÜİK.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). Motorlu kara taşıtları, Kasım 2025. TÜİK.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2026). *Dış ticaret istatistikleri*. TÜİK

U.S. Department of Energy. (2024). *Alternative fuels data center: Electric vehicle and charging infrastructure resources*. https://afdc.energy.gov/

UNFCCC. (2015). *Paris agreement*. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

Van der Ploeg, F. (2011). Natural resources: Curse or blessing? *Journal of Economic Literature, 49(2), 366-420.*

Winzer, C. (2012). Conceptualizing energy security. *Energy Policy, 46, 36-48*.

WTO. (2022). *World trade report 2022*. World Trade Organization.

Yazıcıoğlu, İ. E. (2023). Uluslararası ticaret teorilerinden mutlak, karşılaştırmalı ve rekabetçi üstünlükler teorilerine yönelik bir değerlendirme. Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(2), 28-42. https://doi.org/10.30711/utead.1146536 Yergin, D. (2006). Ensuring energy security. *Foreign Affairs, 85(2), 69-82*

Yergin, D. (2006). Ensuring energy security. Foreign Affairs, 85(2), 69-82.

Zábojník, S., Steinhauser, D. ve Kráľ, P. (2022). E-mobility in Slovakia by 2030—End of oil dependency? IET Smart Cities, 4(2), 127-142. https://doi.org/10.1049/smc2.12031

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Serhat Tamçakır

ÖĞRENİM DURUMU

Öğrenim Derecesi	Öğrenim Yeri	Öğrenim Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / İşletme Enstitüsü / Uluslararası Ticaret	Devam Ediyor
Lisans	Sakarya Üniversitesi / İktisadi İdari Biliml Fakültesi / Kamu Yönetimi	2003
Lise	Kastamonu Mustafa Kaya Anadolu Lisesi	1999

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2021-2026	T3 Otomasyon Ltd.Şti	Genel Müdür Yrd.
2020-2021	Zeta Endüstriyel Ltd.Şti	İhracat Müdürü
2018-2020	Kastwood AŞ	İhracat Müdürü
2012-2018	Telfocab ICT Ltd.	Şirket Müdürü
2011-2012	Linx-com UK Ltd.	Bölge Satış Müdürü
2004-2011	ETK Kablo AŞ	Dış Ticaret Şefi

YABANCI DİL

İngilizce, Rusça