

Otomotiv Sektöründe Teknolojik Dönüşüm ve Elektrifikasyon: Kuramsal Çerçeve, Yapısal Dinamikler ve Literatür Değerlendirmesi

*Technological Transformation and Electrification in the Automotive Industry:
Theoretical Framework, Structural Dynamics and Literature Review*

ÖZET

Bu çalışma, otomotiv sektöründe yaşanan teknolojik dönüşümü, özellikle elektrifikasyon olgusunu tarihsel, kuramsal ve ampirik bir perspektiften bütüncül olarak incelemektedir. Endüstriyel dönüşümün tarihsel dinamikleri, Kondratieff uzun dalgaları, teknolojik devrimler ve Schumpeter'in yaratıcı yıkım teorisi çerçevesinde analiz edilmekte; otomotiv sektörünün makroekonomik önemi, küresel üretim ağları (KÜA) ve değer zinciri analizi (DZA) bağlamında ele alınmaktadır. Çalışmanın odak noktası, araç elektrifikasyon derecesinin kavramsallaştırılması ve Bataryalı Elektrikli Araç (BEV), Fişten Şarj Edilebilir Hibrit Elektrikli Araç (PHEV), Hibrit Elektrikli Araç (HEV) ile Yakıt Hücreli Elektrikli Araç (FCEV) teknolojilerinin karşılaştırmalı analizidir. Literatür taraması, otomotiv sektöründe sürdürülebilirlik, yeşil tedarik zinciri yönetimi, dijitalleşme, hizmetleştirme ve dönüşümün ekonomik etkilerine odaklanan çalışmaları sistematik olarak değerlendirmektedir. Bulgular, dört teknolojinin karbonsuzlaşma hedefi doğrultusunda farklı kullanım senaryolarına hitap ettiğini, batarya teknolojilerindeki ilerlemelerin BEV'leri önümüzdeki on yılın baskın teknolojisi haline getireceğini, HEV'lerin ise altyapı dönüşümü tamamlanana kadar gelişmekte olan pazarlarda köprü görevi üstleneceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv Sektörü, Elektrifikasyon, Endüstriyel Dönüşüm, Yaratıcı Yıkım, Küresel Değer Zincirleri.

ABSTRACT

This study comprehensively examines the technological transformation in the automotive industry, particularly the phenomenon of electrification, from a historical, theoretical, and empirical perspective. The historical dynamics of industrial transformation are analyzed within the framework of Kondratieff long waves, technological revolutions, and Schumpeter's theory of creative destruction; the macroeconomic importance of the automotive sector is addressed in the context of global production networks (GPN) and value chain analysis (GVC). The focus of the study is the conceptualization of the vehicle electrification degree and the comparative analysis of Battery Electric Vehicle (BEV), Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV), Hybrid Electric Vehicle (HEV), and Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) technologies. The literature review systematically evaluates studies focusing on sustainability, green supply chain management, digitalization, servitization, and the economic effects of transformation in the automotive sector. The findings reveal that the four technologies address different usage scenarios in line with the decarbonization goal, that advances in battery technologies will make BEVs the dominant technology in the next decade, and that HEVs will serve as a bridge in developing markets until the infrastructure transformation is completed.

Keywords: Automotive Industry, Electrification, Industrial Transformation, Creative Destruction, Global Value Chains.

GİRİŞ

Küresel ekonominin temel taşlarından biri olan otomotiv sanayisi, stratejik konumunu yalnızca üretim ve satış rakamlarıyla değil, aynı zamanda yarattığı katma değer, sağladığı istihdam, Ar-Ge yatırımları ve ulusal ekonomilere yaptığı doğrudan ve dolaylı katkılarla sürdürmektedir (ECB, 2024). Dünya genelinde 10 milyondan fazla insan doğrudan otomotiv sektöründe istihdam edilmekte olup, sektör aynı zamanda üretim zincirinin önceki aşamalarında ve hizmet ile perakende alanlarında da istihdamı desteklemektedir (TÜBİTAK, 2023). Otomotiv

Rahmatullah Mayar¹
Okyay Uçan²

How to Cite This Article

Mayar, R. & Uçan, O. (2026). Otomotiv Sektöründe Teknolojik Dönüşüm ve Elektrifikasyon: Kuramsal Çerçeve, Yapısal Dinamikler ve Literatür Değerlendirmesi. *International Social Sciences Studies Journal*, (e-ISSN:2587-1587) 12(9), 1489-1503. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.23034376>

Arrival: 05 August 2026

Published: 30 September 2026

Social Sciences Studies Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

* Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde Prof. Dr. Okyay UÇAN danışmanlığında ve Rahmatullah MAYAR tarafından hazırlanan “Dünya Çapında Otomotiv Sektörünün Dönüşümü, Ekonomik ve Çevresel Etkilerinin Ekonometrik Modellemesi” başlıklı tez konusunda türetilmiştir.

¹ Doktora Öğrencisi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6730-109X

² Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0000-0001-5221-4682

endüstrisi, imalat sektörünün yarattığı brüt katma değer yaklaşık %6'sını veya 2024 yılı itibarıyla küresel GSYİH'nin yaklaşık %1'ini oluşturmaktadır (TCSTB, 2024). Ancak sektör, 21. yüzyılın başından itibaren köklü bir dönüşüm sürecine girmiştir. Otomobil satışları 2017 yılında zirve noktasına ulaşmış, elektrikli ve hibrit araç satışları pandemi kaynaklı düşüşün ardından toparlanmayı sağlarken geleneksel araç satışları düşüş eğilimini sürdürmektedir (Keskin Benli, Altuntaş ve Yıldız, 2024). Büyüme odağı, yüzyılın başından itibaren Çin'in de aralarında bulunduğu gelişmekte olan ülkelere kaymış ve günümüzde toplam satışların yaklaşık yarısı bu bölgelerde gerçekleşmiştir. 2024 yılında küresel motorlu taşıt üretimi %1 azalarak 92,5 milyon adet olurken, satışlar 95,3 milyon adede ulaşmış; en büyük üç üretici ülke Çin, ABD ve Japonya olmuştur (IEA, 2025).

Bu çalışma, otomotiv sektöründeki teknolojik dönüşümü, özellikle elektrifikasyon olgusunu tarihsel, kuramsal ve ampirik bir perspektiften bütüncül olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde endüstriyel dönüşüm kuramları, Kondratieff uzun dalgaları ve Schumpeter'in yaratıcı yıkım teorisi çerçevesinde ele alınacak; ikinci bölümde otomotiv sektörünün makroekonomik önemi ve küresel üretim ağları içindeki konumu tartışılacak; üçüncü bölümde dönüşüm olgusunun sektöre özgü bileşenleri ve araç elektrifikasyon derecesi kavramsallaştırılacak; dördüncü bölümde dört temel elektrikli araç teknolojisi (BEV, PHEV, HEV, FCEV) karşılaştırmalı olarak analiz edilecek; beşinci bölümde ise otomotiv sektörüne ilişkin güncel literatür kapsamlı bir şekilde özetlenecektir.

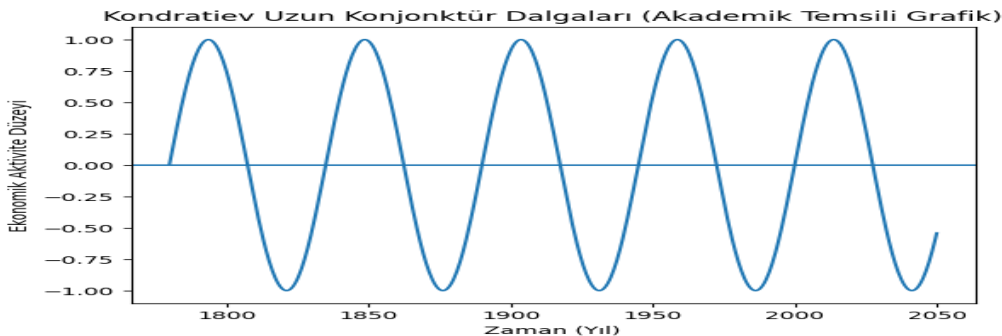
ENDÜSTRİYEL DÖNÜŞÜM VE OTOMOTİV SEKTÖRÜ: KURAMSAL ÇERÇEVE

Kondratieff Uzun Dalgaları ve Teknolojik Paradigma Değişimleri

Endüstriyel dönüşüm, üretim sistemlerinden iş modellerine, teknolojik altyapılardan sosyoekonomik ilişkilere kadar uzanan bütüncül bir paradigma değişimini ifade eder. Tarihsel süreçte Sanayi Devrimleri bu dönüşümün kilometre taşları olmuştur (Groumpos, 2021). Nikolai D. Kondratieff tarafından geliştirilen uzun konjonktür dalgaları teorisine göre kapitalist ekonomi, yaklaşık 40–60 yıllık periyotlar halinde tekrarlanan uzun vadeli yükseliş ve düşüş evrelerinden oluşmaktadır.

Kondratieff dalgalarının temel özellikleri arasında, ulusal düzeyde değil uluslararası üretim verileri üzerinden izlenebilen küresel ekonomik bir olgu olmaları, asıl ilgi alanlarının fiyatlar değil üretim hacimleri olması, yaklaşık 50-60 yıllık döngüler halinde ortaya çıkmaları ve teknolojik yeniliklerin yarattığı yeni endüstrilerden doğmaları sayılabilir (Aydoğuş vd., 2009). Her Kondratieff dalgası, dünya ekonomisinin temel yapıtaşlarını yeniden şekillendiren radikal bir değişim sürecini başlatır.

Grafik 1: Kondratieff Uzun Konjonktür (Yükseliş–Durgunluk) Dalgaları.



Kaynak: Nikolai D. Kondratieff, uzun konjonktür dalgaları temsili grafiği

Grafik 1, Nikolai D. Kondratieff, tarafından geliştirilen Uzun Konjonktür Dalgaları Teorisini (UKDT) temsili olarak göstermektedir. Teoriye göre kapitalist ekonomi, yaklaşık 40–60 yıllık periyotlar halinde tekrarlanan uzun vadeli yükseliş ve düşüş evrelerinden oluşmaktadır. Grafik 1, ekonomik aktivitenin uzun dönemli ortalama eğilimi etrafında dalgalandığını göstermektedir.

Tarihsel süreçte altı Kondratieff dalgası tanımlanmaktadır. Birinci dalga (1780–1840) Sanayi Devrimi ile ilişkilendirilmekte olup buhar gücü ve tekstil sanayisindeki gelişmeler ekonomik büyümenin temel itici unsurları olmuştur. İkinci dalga (1840–1890) demiryolları ve çelik sanayisinin yaygınlaşmasıyla karakterize edilmiştir (Bieshaar ve Kleinknecht, 1983). Üçüncü dalga (1890–1940), elektrik, kimya ve erken otomotiv teknolojilerinin ekonomiye entegrasyonu ile şekillenmiştir. Dördüncü dalga (1940–1990) petrol temelli sanayileşme ve Fordist kitlesel üretim modeli çerçevesinde yükselmiştir. Beşinci dalga (1990–2020) bilgi ve iletişim teknolojileri, internet ve dijitalleşme ekseninde gelişmiş; küreselleşme bu dalganın ayırt edici özelliği olmuştur (Perez, 2002). Altıncı dalga (2020 sonrası) henüz tamamlanmamış olup yapay zekâ, yeşil enerji, yazılım tanımlı araçlar (YTA) ve

biyoteknoloji gibi alanların yeni uzun dalganın temel itici güçleri olacağı yönünde güçlü bir literatür bulunmaktadır (Nefiodow, 2014).

Aşağıdaki tablo, Kondratieff Uzun Dalgalarının (K-Dalgaları) bir özetini sunmaktadır:

Tablo 1: Kondratieff Uzun Dalgalarını Göstermektedir.

Dalga No	Dönem (Yaklaşık)	Temel Teknoloji/Sürükleyici Güç
I. Dalga	1780-1840	Buhar Gücü, Tekstil Sanayii
II. Dalga	1840-1890	Demiryolları, Çelik
III. Dalga	1890-1940	Elektrik, Kimya, Ağır Sanayi
IV. Dalga	1940-1990	Petrol, Otomotiv, Seri Üretim
V. Dalga	1990-2020	Bilgi Teknolojileri, İnternet
VI. Dalga	2020-Sonrası	Yapay Zekâ, Yeşil Enerji, Biyoteknoloji

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Teknolojik Devrimler ve Tekno-Ekonomik Paradigmalar

Teknolojik devrim, ekonominin tüm yapısında köklü bir değişim yaratma ve uzun vadeli bir kalkınma dalgasını başlatma kapasitesine sahip, yeni ve dinamik teknolojiler, ürünler ve sektörlerden oluşan güçlü ve belirgin bir bütündür (Perez, 1983). Her teknolojik devrim, yeni ürünlerin, endüstrilerin ve altyapıların bir patlamasıdır ve bu patlama, zamanla girişimcileri, yöneticileri, yenilikçileri, yatırımcıları ve tüketicileri yönlendiren yeni bir teknolojik-ekonomik paradigmayı doğurur (Perez, 2002).

Carlota Perez, on sekizinci yüzyılın sonundan itibaren ekonomik büyümenin beş farklı teknolojik devrimle bağlantılı beş ayrı aşamadan geçtiğini ileri sürmektedir. Her teknolojik devrim, belirli bir ülkede veya bölgede ortaya çıkmış ve çekirdekten çevreye doğru kademeli olarak yayılmıştır. Birinci devrime İngiltere, son ikisine ABD liderlik etmiş, üçüncü devrim ise İngiltere, Almanya ve ABD'den oluşan bir üçlü çekirdekte şekillenmiştir (Perez, 2009).

Tablo 2: 1770'lerden 2000'lere Kadar Art Arda Yaşanan Beş Teknolojik Devrim

Teknolojik Devrim	Dönem İçin Popüler İsim	Çekirdek Ülke veya Ülkeler	Büyük Patlama devrimi başlattı	Yıl
BİRİNCİ	'Sanayi Devrimi'	Britanya	Arkwright'ın Cromford'daki fabrikası faaliyete geçti.	1771
İKİNCİ	Buhar ve Demiryolları Çağı	Britanya (Kıta Avrupası ve ABD'ye yayılması)	Liverpool-Manchester demiryolu için 'Rocket' buharlı lokomotifinin testi	1829
ÜÇÜNCÜ	Çelik, Elektrik ve Ağır Mühendislik Çağı	ABD ve Almanya, Britanya'nın Önüne Geçti	Carnegie Bessemer Çelik Fabrikası'nın Pittsburgh'ta Açılışı	1875
DÖRDÜNCÜ	Petrol, Otomobil ve Seri Üretim Çağı	ABD (başlangıçta dünya liderliği için Almanya ile yarışırken), daha sonra Avrupa'ya yayıldı.	Ford'un Detroit'teki fabrikasında ilk Model T seri üretim hattından çıktı.	1908
BEŞİNCİ	Bilgi ve Telekomünikasyon Çağı	ABD (Avrupa ve Asya'ya yayılması)	Intel mikroişlemcisi, Kaliforniya'nın Santa Clara kentinde duyurulması.	1971

Kaynak: (Perez, 2009: 9).

Yaratıcı Yıkım (Schumpeter) ve Sektörel Geçiş Dinamikleri

Schumpeter'in "Yaratıcı Yıkım" kavramı, otomotiv sektöründeki dönüşümü anlamak için temel bir teorik çerçeve sunmaktadır. Schumpeter'in "Yaratıcı Yıkım" kavramı, geliştirilen yeni bir teknoloji ile piyasa dengesinin bozulmasıyla yeni bir dengeye yönelmesi durumunu tanımlamaktadır. Bu kavramda "yaratım" ve "yıkım" olmak üzere iki önemli kısım bulunmaktadır. Schumpeter, yeni kombinasyonları yani inovasyonu, eskinin elimine edilmesi olarak tanımlamakta; bu tanım da yaratım ve yıkımı ortaya koymaktadır. Yaratıcı yıkım sürecinde, eski, verimsiz ve teknolojik gelişmeyi takip etmeyen firmalar piyasadan çekilirken; yeni, verimli ve teknolojik gelişmenin başında olan firmalar piyasaya dahil olmaktadır. Bu karşıt yaratım süreci, inovasyonun piyasaya dâhil olmasını sağlayan firmaların ortaya çıktığı ve iktisadi büyümenin sağlandığı aşamayı belirtmektedir (Fikirli ve Çetin, 2017). Bu teoriye göre, kapitalist ekonominin dinamizmi, radikal yeniliklerin sürekli olarak eski teknolojileri, iş modellerini ve sektörel yapıları "yıkması" ve yerlerine yenilerini "yaratması" ile beslenir (Nicholas, 2003). Otomotiv sektöründe bu süreç, içten yanmalı motor teknolojisi ve bireysel araç sahipliğine dayalı yüzyıllık paradigmayı, elektrikli araçlar, bağlantılı otonomi, paylaşım ekonomisi ve dijital hizmetlerden oluşan yeni bir teknolojik kompleksin kökten dönüştürmesi şeklinde tezahür etmektedir.

Schumpeter, ekonomik hayatı durağanlıktan çıkararak yeni bir dengeye taşıyan dinamikleri beş temel yenilik tipi çerçevesinde sistematize etmiştir: (1) yeni bir ürün veya hizmetin sunulması, (2) yeni bir üretim yönteminin uygulanması, (3) yeni bir pazarın açılması, (4) yeni bir hammadde kaynağının keşfi ve (5) yeni bir endüstriyel örgütlenme biçiminin tesis edilmesi (Langroodi, 2021). Bu çerçeve, sektörel dönüşümü salt teknolojik bir olgu olmanın ötesine taşıyarak; üretim süreçleri, pazar yapıları, tedarik zincirleri ve örgütsel modellerde meydana gelen bütünlük ve çok boyutlu bir dönüşüm olarak ele alınmasına imkân tanımaktadır.

İki yaklaşım (Yaratıcı Yıkım ve Yaratıcı Birikim) arasındaki teorik süreklilik ve ayrışma noktaları, aşağıdaki tabloda karşılaştırmalı olarak özetlenmektedir.

Tablo 3: Schumpeterci Kökler ve Ayrışma

ÖZELLİK	YARATICI YIKIM	YARATICI BİRİKİM
Temel Dinamik	Sürekli, devrimci değişim. Yenilik, piyasa dengesini ani olarak bozar.	Sürekli, birikimli ve kümülatif değişim. Yenilik, mevcut bilgi birikimi üzerine inşa edilir.
Odak Noktası	Yıkım ve yerine koyma. Eski teknolojiler ve firmalar tasfiye olur.	Öğrenme, birikim ve sentez. Yeni bilgi, mevcut bilgi stokuna eklenir ve onu genişletir.
Ajan (Aktör)	Kahraman yenilikçi girişimci (birey veya firma).	Ağlar, kurumlar ve kolektif öğrenme süreçleri.
Zaman Perspektifi	Döngüsel krizler ve sıçramalar.	Uzun vadeli, yol bağımlı (path-dependent) bir gelişim süreci.

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Kilitlenme (Lock-in), Yol Bağımlılığı (Path Dependency) ve Geçiş Sürecinin Zorlukları

Paul A. David'in (1985) "Clio and the Economics of QWERTY" başlıklı çalışması, teknolojik standartlaşma süreçlerinde yol bağımlılığı kavramını çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. QWERTY klavye düzeni, teknik olarak daha verimli alternatiflerin varlığına rağmen, erken dönemdeki küçük ve rastgele olayların artan getiriler sayesinde kalıcı bir "kilitlenme" yarattığını göstermiştir.

Otomotiv sektöründe bu kilitlenme dinamikleri üç ana başlık altında incelenebilir. Teknik Karşılıklı Bağımlılık, içten yanmalı motor, akaryakıt altyapısı, benzin istasyonları, yetkili tamir ağları, uzmanlaşmış işgücü becerileri ve mevcut regülasyon çerçeveleri arasındaki derin karşılıklı bağımlılığın, tek bir teknolojik standarda kilitlenmeye yol açtığını göstermektedir. Ölçek Ekonomileri ve Ağ Dışsallıkları, mevcut teknolojinin yaygınlaştıkça uyum sağlayan yan sanayi, eğitim kurumları, servis ağları ve tüketici alışkanlıklarının güçlenmesi yoluyla alternatif teknolojilerin benimsenmesini engellediğini ortaya koymaktadır (Arthur, 1994). Yatırımın Yarı-Tersinmezliği ise öğrenilmiş becerilere, kurulmuş fiziksel altyapıya ve yerleşik tedarik zincirlerine yapılan yatırımların, daha verimli alternatiflere geçişi ekonomik olarak anlamsız kıldığını ve sektör aktörlerini mevcut teknolojiyi sürdürmeye ittiğini ifade etmektedir (Geels, 2005).

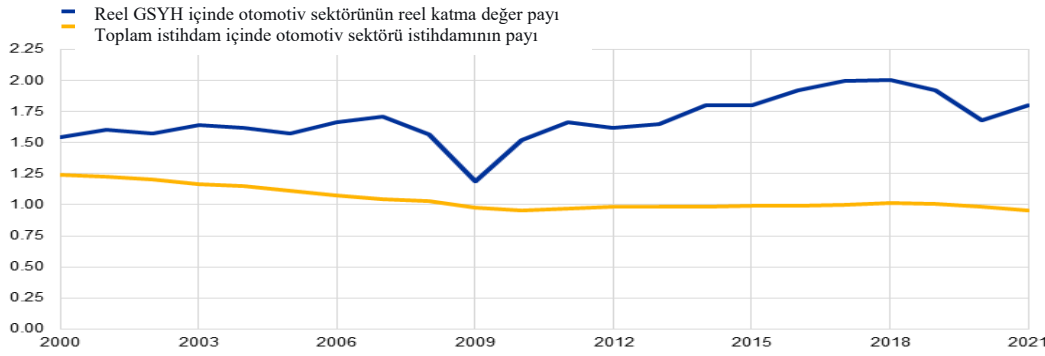
OTOMOTİV SEKTÖRÜNÜN EKONOMİDEKİ YERİ VE YAPISI

Temel Makroekonomik Göstergeler

Otomotiv sektörü, Euro Bölgesi imalat katma değerinin %10'unu, GSYH'nin yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır; toplam istihdamın %1'ini ve bölge dışı ihracatın %4'ünü oluşturmaktadır. Sektörler arası bağlantılar eklendiğinde katma değer neredeyse iki katına çıkmaktadır (ECB, 2024). Küresel otomobil pazarı yıllık yaklaşık 2,9 trilyon ABD doları büyüklüğündedir. Avrupa Birliği'nde 2022 yılında gerçekleştirilen her 1 milyon avroluk motorlu taşıt satışına karşılık, üretimi desteklemek amacıyla ekonomi genelinde ortalama 1,4 milyon avroluk ilave değer yaratılmıştır (TCSTB, 2024).

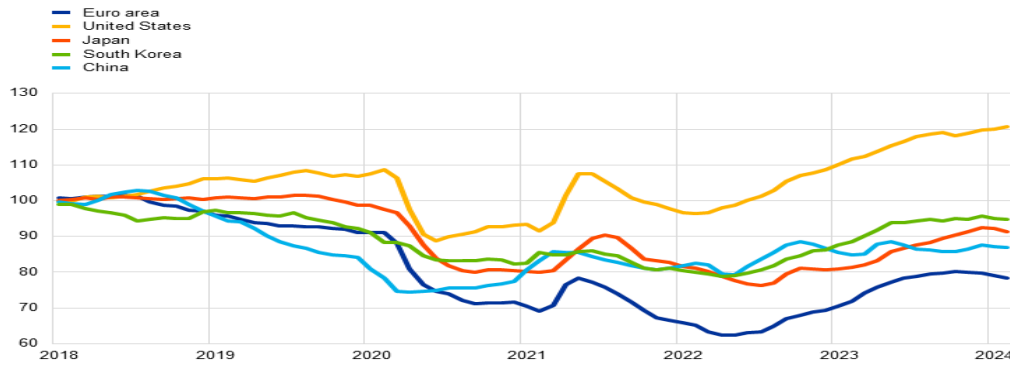
Küresel otomobil üretimi pandemi sonrası dönemde eşitsiz bir büyüme seyri sergilemiştir. Çin'in otomobil üretimi 2024 yılında 27 milyon adetle rekor seviyeye ulaşarak 2019 yılına kıyasla %30 oranında artmış; Hindistan'ın üretimi yaklaşık 5 milyon adede çıkarak aynı oranda büyüme kaydetmiştir. ABD üretimi 2019 düzeylerine yaklaşırken, Avrupa Birliği ve Japonya'daki üretim salgın öncesi seviyelerin altında kalmıştır (IEA, 2025). En büyük dört otomobil üretim bölgesinden yapılan ihracat, küresel otomobil üretiminin %20'sini oluşturmaktadır. Elektrikli otomobiller, 2019'da %4'ün altında olan paylarını artırarak günümüzde küresel otomobil ticaretinin %15'inden fazlasını meydana getirmektedir.

Aşağıdaki Grafik 2 ve 3'e göre otomotiv sektörü, Euro bölgesi imalat katma değerinin %10'unu, GSYH'nin yaklaşık %2'sini oluşturmuştur. Toplam istihdamın %1'ini ve bölge dışı ihracatın %4'ünü karşılamaktadır. Sektörler arası bağlantılar eklendiğinde katma değer neredeyse iki katına çıkmıştır. Krizler (2008 ve son dönem) hariç tutulduğunda, sektör tarihsel olarak genel GSYH'den daha hızlı büyümüş ve 2018 başında zirveye ulaşmıştır. Ayrıca 2012'den bu yana istihdamdaki payı istikrarlı görülmektedir.

Grafik 2: Euro Bölgesi Otomotiv Sektörünün Toplam Ekonomi İçindeki Büyüklüğü

Kaynak: Eurostat ve ECB.

Bununla birlikte, 2018'in başındaki zirve noktasından bu yana Euro Bölgesi otomotiv sektörü önemli zorluklarla karşı karşıya kalmış; üretim ve ihracat belirgin bir düşüş göstererek Covid öncesi seviyelerin altında seyretmeye devam etmiştir. Üretim ve ihracat hacimleri toparlanmakta zorlanmış ve uluslararası rakiplerinin gerisinde kalmıştır; nitekim bu hacimler Covid öncesi seviyelerin yaklaşık onda biri, 2018 başındaki zirve seviyelerinin ise beşte biri kadardır.

Grafik 3: Küresel Rakipler Arasındaki Otomobil Üretim Hacimleri

Kaynak: Eurostat, ÜİO ve ECB.

(On iki aylık hareketli ortalama, Aralık 2017 endeks değeri = 100)

Küresel Üretim Ağları (KÜA) ve Değer Zinciri Analizi (DZA)

Küreselleşen dünya ekonomisinde üretim faaliyetleri, giderek artan bir şekilde çeşitli coğrafyalara yayılan ve karşılıklı bağımlılıkla nitelenen bir yapıya bürünmüştür. Küresel Değer Zincirleri (KDZ), bir ürün veya hizmetin tasarım aşamasından başlayarak üretimin farklı aşamaları, nihai tüketiciye ulaştırılması ve kullanım sonrası bertarafına kadar geçen süreçte gerekli olan tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Eurostat, 2026). KDZ istatistikleri, ulusal, bölgesel ve küresel düzeydeki değer zincirlerinde örgütsel ve mekânsal örüntülerin ölçülmesine ve bu zincirlerin istihdam, ücretler, katma değer, yenilikçilik, beceriler, firma hayatta kalma oranları ve firma ciroları üzerindeki etkilerinin izlenmesine olanak tanımaktadır.

Henderson, Dicken, Hess, Coe ve Yeung (2002) tarafından geliştirilen Küresel Üretim Ağları (GPN) çerçevesi, belirli bir ürün veya hizmetin üretiminden tüketimine uzanan süreçte, firmalar, devletler, emek ve sivil toplum gibi çok sayıda aktörün birbiriyle bağlantılı işlev ve işlemler bütününe merkeze almaktadır. GPN çerçevesi, küreselleşme ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi iş ağları, kurumlar ve yerleşiklik (embeddedness) kavramları üzerinden analiz etmektedir. Bu yaklaşımın temel katkısı, küresel değer zincirleri içinde konum yükseltme (upgrading), bölgesel eşitsizlikler ve istihdam dinamikleri gibi konulara ilişkin politika yapıcılar ve araştırmacılar için yol gösterici bir analitik araç sunmasıdır.

Küresel Değer Zinciri metodolojisi, küresel (yukarıdan aşağıya/top-down) ve yerel (aşağıdan yukarıya/bottom-up) unsurlar olarak ayrılan altı temel boyut üzerinden analiz edilmektedir (Fernandez-Stark ve Gereffi, 2016). Küresel boyutlar: (1) girdi-çıkı yapı, (2) coğrafi kapsam, (3) yönetim yapısı. Yerel boyutlar: (4) yükselme (upgrading) olgusu (Gereffi, 1999; Humphrey ve Schmidt, 2002), (5) kurumsal çerçeve (Gereffi, 1995), (6) sektör paydaşları.

Tablo 4'te gösterdiği gibi Küresel Değer Zinciri (KDZ) metodolojisinin incelediği ve küresel (yukarıdan aşağıya/top-down) ile yerel (aşağıdan yukarıya/ bottom-up) unsurlar olarak ayrılan altı temel boyut bulunmaktadır.

Tablo 4: Küresel Değer Zinciri (KDZ) Altı Boyutu Analizi

KÜRESEL	1- Küresel Değer Zincirlerinin Girdi-Çıktı Yapısı
	2- Coğrafi Kapsam
	3- Açıklayan Yönetişim Yapısı
YEREL	4- Yükselme (Upgrading)
	5- Yerel Bütünleştiği Kurumsal Çerçeve
	6- Sektör Paydaşları

Kaynak: (Fernandez-Stark vd., 2013:7)

Geleneksel İş Modeli: Kitlesel Üretim ve Sahiplik Odaklılık

Fordizm, 20. yüzyıl iktisadi gelişiminin belirli bir evresini teşkil etmekte olup, (1) 20. yüzyılın başlarında Ford Motor Şirketi tarafından başlatılan kitlesel üretim sistemi; veya (2) gelişmiş kapitalist ekonomilerde savaş sonrası dönemin tipik büyüme modeli olmak üzere iki farklı anlamda kullanılmaktadır (Jessop, Britannica). Henry Ford, 1913 yılında volan magnetolarının montajında hareketli bir konveyör bandı kullanmış, montaj süresini 18 dakikadan beş dakikaya indirmiştir. Bu yaklaşım daha sonra otomobil karoseri ve motor montajı süreçlerine de uygulanmıştır.

Kitlesel üretimin temel ilkeleri şu şekilde özetlenebilir: (1) işbölümü ve uzmanlaşma, (2) standardizasyon, (3) özel makineler ve süreçler, (4) sistematik mühendislik ve planlama (Nieuwenhuis ve Wells, 2003). Otomotiv endüstrisi, bu prensiplerin sürekli geliştirilmesiyle kitlesel üretimin en tipik örneğini teşkil etmektedir. Günümüzde bir otomobilin üretimi, dünya çapında farklı ülkelerde konuşlanmış çok sayıda imalat ve montaj tesisinde kurulu kitlesel üretim hatlarının bir ürünü olup, montaj tesisi bu küresel üretim ağının yalnızca son halkasını oluşturmaktadır (Holweg ve Oliver, 2015).

Literatür analizi, yazarların iş modelini sıklıkla farklı şekillerde ele aldığını ve çalışmalarının çeşitli yönlerde yürütüldüğünü göstermektedir. İlk yaklaşım kapsamında araştırmacılar, iş modelini; müşterilere değer yaratma, satma ve sunma yöntemini tanımlayan çok genel ve soyut bir kavram olarak kullanmaktadır.

Tablo 5: Literatürde İş Modelinin Temel Tanımları

Yazar/lar ve Yıl	İş Modelin Tanımı
Kim, C.W., Mauborgne, R. (2005)	İş modeli, şirketin farklı kriterlere göre tüketicinin ihtiyaçlarını nasıl karşılayacağını yansıtan bir değer eğrisidir.
Hamel G., Prahalad C. K. (1996).	Çeşitli kaynakların bir araya getirilmesi ve pek çok sürecin işleyişi sonucunda ortaya çıkan değer yaratma sürecini anlamaya yardımcı olan, bütüncül bir analiz birimidir.
Debelak, D. (2009)	Yatırımcılar için iş modeli, şirketin başarıya ulaşip ulaşmayacağını değerlendirmenin bir yoludur; ancak bir iş insanı için bu, dinamik bir şirket yaratma aracıdır.
Johnson, M., Christensen, K., Kagermann H. (2009)	İş modeli, birbiriyle ilişkili dört unsurdan oluşur: ürünün müşteri değeri, kâr formülü, temel kaynaklar ve temel süreçler.
Linder, J., Cantrell, S. (2000)	İş modeli, şirketteki değer yaratma sürecinin temel mantığıdır. Üç tür model bulunmaktadır: bileşen iş modeli, operasyonel iş modeli ve değişim modeli.
Osterwalder, A., Pine, I. (2013)	İş modeli-kuruluşun nasıl para kazandığına (veya kazanmayı amaçladığına) dair bir anlayış.
Chesbro, G. (2008)	İş modeli – şirketin değer ve kâr yaratmak için kullandığı yöntem.
Slywotzky, A.J. (2006)	İş modeli, şirketin tüketici seçiminden, tekliflerin şekillendirilmesine, kaynak tahsisinden, hangi işleri kendi yapıp hangilerinde dış uzmanlara başvuracağına, müşteriye değer üretmekten kâr elde etmeye kadar uzanan tüm süreçleri kapsayan bir yapıdır.
Hamel, G. (2007)	İş modeli, esasen pratikte uygulanan bir iş konseptinden ibarettir. İş modellerinin temel özellikleri, inovasyon yeteneğine, sektörün özgün niteliklerine ve şirketin geçmişine (yenileme, dönüşüm, esneklik ve maliyet azaltımı) bağlı olarak şekillenmektedir.
Markides, C. (2010)	İş modeli, şirketin birbiriyle bağlantılı üç soruya verdiği cevapların bütünüdür ifade etmektedir: (1) hedef kitlenin kim olduğu; (2) müşterilere hangi ürün veya hizmetlerin sunulacağı ve bu sunumu rakiplerinkinden ayıran temel unsurların neler olduğu; (3) tüm bu faaliyetlerin nasıl verimli bir biçimde yürütüleceği.

Kaynak: (Gorevaya ve Khayrullina, 2015:345-346)

"DÖNÜŞÜM" OLGUSUNUN SEKTÖRE ÖZGÜ TANIMI VE BİLEŞENLERİ

Otomotiv sektöründe "dönüşüm" olgusu, teknolojik, dijital, çevresel, ekonomik ve yapısal boyutları bir arada barındıran, çok katmanlı ve eşzamanlı bir süreçtir. Bu süreç, sektörün geleneksel sınırlarını ortadan kaldırarak, onu bir mobilite ve teknoloji ekosistemi haline getirmektedir.

Teknolojik Dönüşüm: Otomotiv endüstrisindeki çekirdek teknolojik dönüşümün merkezinde elektrifikasyon yer almaktadır. Bu dönüşüm, konvansiyonel içten yanmalı motorlu sistemlerin yerini kısmen veya tamamen elektrikli güç aktarma organlarına bırakması sürecidir (Grant Thornton, 2021).

Dijital Dönüşüm: Üretim süreçlerinin yanı sıra iş modellerini de dönüştüren dijitalleşme, otomotivde donanım odaklı yapıdan yazılım odaklı bir yapıya geçişi zorunlu kılmaktadır. Bu dönüşüm, büyük veri analitiği, yapay zeka,

nesnelerin interneti (IoT) ve bulut bilişim gibi Endüstri 4.0 araçlarının üretim süreçlerine entegrasyonunu içermektedir.

Yeşil/Sürdürülebilirlik Dönüşümü: Artan çevresel kaygılar ve karbonsuzlaşma hedefleri doğrultusunda, sektör sürdürülebilirlik ekseninde dönüşmektedir. Bu başlık altında, sera gazı emisyonlarının azaltılması, döngüsel ekonomiye geçiş, malzeme temini ve geri dönüştürülmüş malzeme oranlarının artırılması gibi konular yer almaktadır (Kâtip, Karaer ve Özengin, 2014).

İş Modeli ve Değer Zinciri Dönüşümü: Geleneksel "üret ve sat" anlayışı, yerini mobilite hizmetleri ve abonelik modelleri gibi ürün-hizmet sistemlerine bırakmaktadır. Bu durum, değer zincirinde köklü değişikliklere yol açmakta; tedarik zinciri yapılanması ve enerji kaynakları altyapısı yeniden tanımlanmaktadır (EY, 2017).

Kurumsal ve Yapısal Dönüşüm: Dönüşüm, yalnızca teknoloji ve pazar odaklı değil, aynı zamanda endüstri içi rekabet dinamiklerini de değiştirmektedir. Bu süreçte firmalar arası rekabet, sektörler arası iş birlikleri ve küresel ortaklıklar ön plana çıkmakta; sektörün aktörleri arasındaki ilişki ağları yeniden şekillenmektedir (OİB, 2023).

Çekirdek Teknolojik Dönüşüm: Elektrifikasyon (BEV, PHEV, HEV, FCEV)

Araç elektrifikasyonu kavramı, literatürde sıklıkla kafa karışıklığına yol açmaktadır. Bu çalışmada, araç elektrifikasyon seviyesi, aracın toplam enerji gereksinimlerinin (gerek tahrik gerekse tüm yardımcı donanımlar bazında) elektrik yoluyla sağlanan kesri şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanım, elektriğin harici olarak sağlanıp sağlanmadığına veya araç içinde elektrik jeneratörleri vasıtasıyla üretilip üretilmediğine bakılmaksızın geçerlidir (Grant Thornton, 2021).

Bu tanım çerçevesinde, hareket gücünü içten yanmalı motorlardan (İYM) alan geleneksel araçların elektrifikasyon seviyesi %0 olarak kabul edilmemektedir; nitekim bu araçlar, enerji gereksinimlerinin bir bölümünü karşılamak amacıyla çok sayıda elektrikli donanımı (İYM marş motoru, aydınlatma sistemleri, elektronik kontrol üniteleri gibi) bünyelerinde barındırmaktadır (Simav ve Ustabas, 2017). Araç elektrifikasyon derecesi, tamamıyla kimyasal enerji taşıyıcıları ile beslenen geleneksel araçlarda dahi bazı özel durumlarda %10 veya daha yüksek seviyelere ulaşabilmektedir (Villante vd., 2025).

Batarya Elektrikli Araçlar (BEV)

BEV, motorunu çalıştırmak için güç kaynağı olarak elektrik enerjisi kullanan bir elektrikli araçtır. Fosil yakıtlı veya hibrit araçların aksine, BEV'ler tamamen şarj edilebilir bataryalara dayalıdır; bu nedenle çalışma sırasında karbon emisyonu üretmezler. Bataryalarda depolanan elektrik enerjisi, BEV'ler tarafından aracın tekerleklerini hareket ettirmek üzere mekanik enerjiye dönüştürülmektedir (Kusuma vd., 2025). BEV'lerin temel avantajları sıfır emisyon ve düşük işletme maliyeti iken; sınırlı menzile, uzun şarj süresi ve şarj altyapısına bağımlılık temel dezavantajlarıdır.

Şarj Edilebilir Hibrit Elektrikli Araç (PHEV)

PHEV, iki ana güç kaynağını kullanan bir hibrit elektrikli araç türüdür: bir batarya tarafından beslenen elektrik motoru ve fosil yakıtlarla çalışan içten yanmalı motor (İYM). PHEV, HEV'den farklı olarak, harici bir güç kaynağı (fişe takılarak) vasıtasıyla yeniden şarj edilebilen bir bataryaya sahiptir (Un-Noor vd., 2017). Bu kombinasyon sayesinde PHEV, kısa yolculuklarda elektrik, daha uzun yolculuklarda ise fosil yakıt kullanma esnekliği sağlamaktadır. PHEV'lerin avantajları arasında esneklik ve menzile endişesinin olmaması sayılabilir; dezavantajları ise yüksek maliyet ve iki sistemin ağırlığıdır.

Hibrit Elektrikli Araç (HEV)

HEV'ler, bir içten yanmalı motor ile elektrikli bir güç aktarma organının kombinasyonu ile hareket etmektedir. HEV'ler, düşük güç talebi durumunda elektrikli tahrik sistemini kullanır. Düşük hız koşullarında (örneğin şehir içi trafikte) önemli bir avantaj sunmakta; motorun rölanti dönemlerinde tamamen devre dışı kalması yakıt tüketimini ve sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır (Abd El Halim vd., 2022). Daha yüksek hız gerektiğinde, HEV içten yanmalı motor moduna geçer. Her iki tahrik sistemi, performansı iyileştirmek amacıyla birlikte çalışabilmektedir. HEV'lerin avantajları yüksek yakıt verimliliği ve altyapı sorununun olmaması iken; dezavantajları sınırlı elektrikli menzile ve harici şarj imkânının olmamasıdır.

Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar (FCEV)

Yakıt hücreli elektrikli araçlar (FCEV), hidrojen ile ortam havasındaki oksijen arasındaki kimyasal reaksiyonla elektrik üreten yakıt hücrelerini temel güç kaynağı olarak kullanmaktadır (Selmi vd., 2022). Yüksek basınçlı tanklarda depolanan hidrojen ve çevreden alınan oksijen, elektrik üretim sürecinin girdilerini oluştururken; üretilen elektrik doğrudan tekerlekleri tahrik eden elektrik motorunu beslemekte, fazla enerji ise batarya veya

süperkapasitör gibi depolama sistemlerinde muhafaza edilmektedir. Sürecin tek yan ürünü su buharı olup egzozdan atılmaktadır. FCEV'lerin başlıca avantajları sıfır karbonlu elektrik üretimi ve geleneksel araçlarla eşdeğer yakıt ikmal süresidir. Ancak hidrojen dolum istasyonlarının yetersizliği, yakıt hücresi maliyetlerinin yüksekliği ve güvenlik endişeleri yaygınlaşmayı sınırlamaktadır.

Karşılaştırmalı Analiz

Dört teknoloji, otomotiv sektörünün karbonsuzlaşma hedefi doğrultusunda farklı kullanım senaryolarına hitap etmektedir. BEV'ler, sıfır emisyon ve düşük işletme maliyetiyle günümüzde en hızlı gelişen seçenek olup, özellikle kentsel kullanım ve kısa-orta menzillerde idealdir. PHEV'ler, şehir içi kullanımda elektrikli, uzun yolda ise içten yanmalı motor avantajı sunarak mevcut altyapı koşullarında geçiş teknolojisi işlevi görmektedir. HEV'ler, harici şarj gerektirmemesi ve mevcut benzin altyapısıyla uyumlu olması nedeniyle kısa vadede en pratik çözüm olarak öne çıkmakta; ancak elektrikli menzillerinin sınırlı olması, onları tam dönüşümün tamamlayıcısı konumunda bırakmaktadır. FCEV'ler ise uzun menzil ve hızlı dolum avantajlarına sahip olmakla birlikte, hidrojen altyapısının yetersizliği ve yüksek yakıt hücresi maliyetleri nedeniyle henüz sınırlı bir pazara sahiptir.

LİTERATÜR TARAMASI: OTOMOTİV SEKTÖRÜNE İLİŞKİN GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, otomotiv sektörüne ilişkin uluslararası akademik literatürde yer alan güncel çalışmalar tematik olarak özetlenmektedir. Literatür taraması, sektörün teknolojik dönüşümü, sürdürülebilirlik, yeşil tedarik zinciri yönetimi, dijitalleşme, hizmetleştirme, makroekonomik etkiler ve bölgesel dinamikler gibi çok çeşitli konuları kapsamaktadır.

Akıllı Araç Teknolojileri ve Otonom Sürüş

Bertozi, Broggi ve Fascioli (2000), otonom araç rehberliği konusunda yapay görme teknikleri kullanılarak geliştirilen deneysel çözümleri ve prototipleri incelemiş; yapay zeka tekniklerinin sürüş görevlerinin otomasyonunda sağladığı faydaları ortaya koymuştur. Çalışma, ulaşım altyapılarının kullanımının optimizasyonu, hareketliliğin iyileştirilmesi, risklerin ve enerji tüketiminin en aza indirilmesi gibi konulara odaklanmakta ve otonom yol takibi görevine yönelik en yaygın yaklaşımları değerlendirmektedir. Benzer şekilde, Rakha vd., (2010), akıllı araç sistemlerinin çevresel ve operasyonel performans üzerindeki etkilerini analiz etmiş, araç takip sistemlerinin yakıt tüketimi ve emisyonlar üzerinde önemli iyileştirmeler sağladığını göstermiştir.

Yeşil Operasyonlar, Sürdürülebilirlik ve Çevresel Girişimler

Nunes ve Bennett (2008), otomotiv endüstrisindeki çevresel girişimleri üç kategoride sınıflandırmıştır: (1) çevre üzerinde olumlu etki yaratanlar, (2) şirketi doğrudan rakiplerinden daha temiz yapanlar ve (3) kirlenici süreçlere veya ürünlere olan ihtiyacı ikame edebilecek yenilikçi ürün ve süreçleri içeren operasyonlar. Üç büyük otomotiv şirketinden alınan ikincil verilerin analizi, karlılık ve sürdürülebilirlik hedeflerini eşleştirmeyi amaçlayan yaratıcı çözümlerin kullanıldığını ortaya koymuştur.

Jen Lin, Huei Chen ve Hang Nguyen (2011), otomobil imalat endüstrisinde yeşil tedarik zinciri yönetimi performansını etkileyen kriterleri bulanık küme teorisi ve Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) yöntemini kullanarak araştırmıştır. Bulgular, çevre dostu malzeme satın almada maliyet artışının en etkili ve önemli kriter olduğunu, kirlilik kontrol girişimlerinin ise en etkili kriter olduğunu göstermektedir.

Diabat, Khodaverdi ve Olfat (2013), yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile performans sonuçları arasındaki ilişkiyi ele almış ve uygulamaları önemlerine göre sıralayarak yöneticilere pratik rehberlik sunmuştur. Benzer şekilde, Mathivathanan, Kannana ve Noorul Haq (2018), Hindistan otomotiv endüstrisinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını çok paydaşlı bir bakış açısıyla incelemiş; yönetimin sürdürülebilirliğe yönelik taahhüdünün ve üçlü alt çizgi yaklaşımını stratejik karar alma sürecine dahil etmenin en etkili uygulamalar olduğunu ortaya koymuştur.

Küresel Yeniden Yapılanma ve Bölgesel Dinamikler

Sturgeon vd., (2009), küresel otomotiv endüstrisinin ana özelliklerini ortaya koymakta ve birkaç önemli eğilimi belirlemektedir. Makale, sektöre özgü bir küresel entegrasyon modeli oluşturmak için küresel, bölgesel, ulusal ve yerel değer zincirlerinin nasıl iç içe geçtiğini vurgulamakta; sipariş üzerine üretimin sınırlarını, bölgesel ve küresel tedarikçilerin rolünü ve değişen üretim coğrafyasını analiz etmektedir.

Bailey vd., (2010), dünya otomobil endüstrisinde ekonomik yeniden yapılanma sürecini incelemiş; Brezilya, Hindistan ve Çin'de hızla büyüyen yerel pazarlarla birlikte kapasite artışı yaşanırken, Batı'nın geleneksel pazarlarında fabrika kapanışları ve daralmaların yaşandığını ortaya koymuştur. 1997-2009 döneminde toplam dünya otomobil üretimi %16 artarak 61,7 milyon araca ulaşmış, ancak ABD, Japonya ve Avrupa'daki üretim payı %77'den %50'ye gerilerken, Çin'in payı %3'ten %22'nin üzerine çıkmıştır.

Pavlinek (2012), 2008-2009 ekonomik krizinin Orta Avrupa otomotiv endüstrisi üzerindeki etkisini Çekya ve Slovakya örnekleri üzerinden incelemiş; kriz sırasında fabrika kapanışlarını ve üretim kaymalarını analiz etmiştir.

Dijitalleşme, Hizmetleştirme ve Verimlilik

Basáez, Herrero ve Bustinza (2018), dijital ve yeşil hizmetleştirmenin firmanın üretkenliği üzerindeki etkisini 228 şirketi kapsayan çok ülkeli bir örneklem üzerinden incelemiştir. Bulgular, dijital ve yeşil hizmetleştirme uygulamasının, iki hizmetleştirme biçimi bir arada var olduğunda ve birlikte çalıştığında daha yüksek üretkenlik sonuçlarıyla olumlu bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yeşil hizmetler sunmaya istekli firmaların önce dijital hizmetler sunmayı düşünmeleri gerektiği vurgulanmıştır.

Thun, Lehr ve Bierwirth (2011), Alman otomotiv endüstrisinde ergonominin ampirik bir analizini yapmış; iş odaklı uygulamaların ekonomik ve sosyal hedefler açısından daha iyi performansa yol açtığını, işçi odaklı uygulamaların ise sadece destekleyici bir rol oynadığını ortaya koymuştur.

Malzeme Bilimi, Nanoteknoloji ve Hafifleştirme

Coelho, Emami ve Grácio (2012), nanoteknolojinin otomotiv endüstrisi üzerindeki potansiyel etkisini vurgulamış; nanomalzemelerin sertlik ve çarpma direncinden ödün vermeden hafif yapılar olarak araba gövdelerine uygulanabileceğini, bunun daha az malzeme ve daha az yakıt tüketimi anlamına geldiğini belirtmiştir. Makale, toplum trendlerini ve müşterilerin ekoloji, güvenlik ve konforu iyileştirme taleplerini karşılamak için bu teknolojilerin uygulanmasında sürdürülebilir kalkınmanın önemini vurgulamaktadır.

Hovorun vd., (2017), otomotiv endüstrisinde modern malzemelerin tanıtılması ve uygulanmasına ilişkin sistemleştirme bilgilerini sunmuş; otomobil üreticilerinin hızı ve gücü artırmak için mümkün olan en hafif otomobilleri yaratmak için sürekli olarak baskı yaptıklarını, hafif malzemelere yönelik Ar-Ge çalışmalarının maliyetleri düşürmek, geri dönüştürülebilirlik yeteneklerini artırmak ve yakıt ekonomisi faydalarını en üst düzeye çıkarmak için kritik önem taşıdığını vurgulamıştır.

Lityum Kaynakları ve Elektrikli Araç Endüstrisi

Grosjean vd., (2012), dünyadaki lityum kaynaklarının mevcudiyetini ve bunun elektrikli araç endüstrisi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Lityum yataklarının coğrafi dağılımının yanı sıra, lityum fiyat gelişiminin kısa vadeli tahmininden mevcut lityum endüstrisinin ve pazarının bir resmine ve tüm lityum kaynaklarının jeolojik kökenlerinin ayrıntılı bir açıklamasına kadar uzanan çalışma, stratejik stoklar oluşturma, uzun vadeli tedarik sözleşmeleri imzalamanın ve keşfedilmemiş lityum açısından zengin tuzlu su ve cevher yataklarını çevre dostu bir şekilde kullanmanın elektrikli araç endüstrisinin sürdürülebilirliği için olmazsa olmaz koşullar olduğunu ortaya koymaktadır.

Çevre Politikası Araçlarının İnovasyon Üzerindeki Etkisi

Bergeka ve Berggrena (2014), enerji ve otomotiv endüstrilerinde dört ana politika aracı türünün inovasyon etkisine ilişkin ampirik çalışmaları gözden geçirmiştir. Sonuçlar, politikanın incelenen sektörlerde çevresel yeniliğin geliştirilmesi ve yayılması için kilit bir rol oynadığını; farklı araç türlerinin farklı türde yenilikleri teşvik ettiğini; genel ekonomik araçların öncelikle kademeli yeniliği, genel düzenleyici enstrümanların modüler yeniliğe dayalı iyileştirmeleri zorunlu kıldığını ve radikal olarak yeni teknolojilerin geliştirilmesi için teknolojiye özgü araçlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Otomotiv Sektörünün Makroekonomik Etkileri ve Ekonomik Büyüme

Simav ve Ustabaş (2017), otomotiv endüstrisindeki muhtemel dönüşümün ekonomik boyutunu Türkiye örneği üzerinden incelemiş; kamu bilincinin ve güveninin oluşturulması, tüketicilere mali ve fiziki teşviklerin sağlanması, üreticilere üretim ve ihracat teşvikleri ile vergi desteklerinin tahsis edilmesinin ön plana çıktığını belirtmiştir.

Ali Polat (2020), Türk otomotiv sektörünün ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini 1963-2018 dönemi yıllık verileri kullanarak analiz etmiş; Kapetanios (2005) çoklu yapısal kırılmalı birim kök testi ve Maki (2012) çoklu yapısal kırılmalı eş bütünleşme testi ile serileri incelemiş ve otomotiv sektöründeki üretim artışının gelir ve refah düzeyini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Karagöz (2021), Türkiye'de otomotiv sektörünün ekonomik büyüme ve gelir düzeyi üzerindeki etkisini ampirik olarak araştırmış; sektördeki üretim artışının gelir ve refah düzeyini olumlu yönde etkilediğini doğrulamıştır.

Çevresel ve Sosyal Etkilerin Tarihsel Analizi

Williams ve Blyth (2023), Birleşik Krallık için 20. yüzyılın başlarından 2019'a kadar altı değişken setini (yıllık motorlu araç sayısı, yol uzunlukları, yol ölümleri, azot oksitler ve karbondioksit emisyonları ile yakıt tüketimi) ele

alıp araştırmıştır. İncelenen tüm değişkenlerin birbiriyle ilişkili olduğu, ancak karayolu ağlarının genişletilmesinin hem olumlu hem de olumsuz sonuçlara katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

LİTERATÜR TARAMASININ SENTEZİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Literatür taraması, otomotiv sektörü araştırmalarının aşağıdaki ana temalar etrafında yoğunlaştığını göstermektedir:

Teknolojik Dönüşüm ve Elektrifikasyon: Çalışmalar, sektörün içten yanmalı motor teknolojisinden elektrikli ve hibrit sistemlere geçiş sürecini, bu sürecin teknik, ekonomik ve çevresel boyutlarını incelemektedir. BEV, PHEV, HEV ve FCEV teknolojilerinin karşılaştırmalı analizleri, farklı kullanım senaryolarına uygun çözümler sunduğunu göstermektedir.

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Sürdürülebilirlik: Sektörün çevresel etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalar, yeşil tedarik zinciri uygulamaları, sürdürülebilir malzeme kullanımı, döngüsel ekonomi ve emisyon azaltımı konularına odaklanmaktadır. Bulgular, yönetim taahhüdü ve stratejik karar alma süreçlerinin sürdürülebilirlik performansında kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Küresel Değer Zincirleri ve Bölgesel Dinamikler: Çalışmalar, otomotiv sektörünün küresel üretim ağları içindeki konumunu, bölgesel entegrasyon dinamiklerini ve üretim coğrafyasındaki değişimleri analiz etmektedir. Çin, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelerin artan önemi ve Batı'daki geleneksel üretim merkezlerinin daralması dikkat çekmektedir.

Dijitalleşme, Hizmetleştirme ve Verimlilik: Endüstri 4.0 araçlarının otomotiv sektörüne entegrasyonu, dijital hizmetleştirmenin üretkenlik üzerindeki etkileri ve yeşil hizmetleştirme ile sinerjisi öne çıkan konulardır.

Makroekonomik Etkiler ve Politika Araçları: Otomotiv sektörünün ekonomik büyümeye katkısı, politika araçlarının inovasyon üzerindeki etkileri ve dönüşüm sürecinde kamu teşviklerinin rolü geniş bir literatürde ele alınmaktadır.

Literatürdeki boşluklar incelendiğinde, elektrifikasyon sürecinin işgücü piyasaları, bölgesel eşitsizlikler ve tedarik zinciri yeniden yapılanması üzerindeki uzun vadeli etkilerine yönelik ampirik çalışmaların sınırlı olduğu; ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki dönüşüm dinamiklerinin daha kapsamlı analiz edilmesi gerektiği görülmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Otomotiv sektörü, küresel ekonominin temel taşlarından biri olarak stratejik konumunu korurken, eşzamanlı olarak tarihinin en köklü dönüşüm süreçlerinden birini yaşamaktadır. Bu çalışma, söz konusu dönüşümü tarihsel, kuramsal ve ampirik bir perspektiften bütüncül olarak ele almıştır.

Kuramsal çerçeve analizi, Kondratieff uzun dalgaları ve Schumpeter'in yaratıcı yıkım teorisinin otomotiv sektöründeki dönüşümü anlamak için güçlü analitik araçlar sunduğunu göstermektedir. Altıncı Kondratieff dalgasının yapay zekâ, yeşil enerji ve biyoteknoloji ekseninde şekillenmesi, otomotiv sektörünün de bu dönüşümün merkezinde yer aldığını göstermektedir. Schumpeterci anlamda, içten yanmalı motor teknolojisine dayalı yüzyıllık paradigmayı elektrikli araçlar, bağlantılı otonomi ve paylaşım ekonomisinden oluşan yeni bir teknolojik kompleksin kökten dönüştürmesi, Sektörel geçiş dinamiklerinin canlı bir örneğini teşkil etmektedir.

Otomotiv sektörünün makroekonomik önemi, küresel değer zincirleri ve üretim ağları içindeki konumu, dönüşümün yalnızca teknolojik değil aynı zamanda ekonomik ve yapısal boyutlarını da ön plana çıkarmaktadır. Çin'in 2024 yılında dünyanın en büyük otomobil ihracatçısı konumuna gelmesi ve elektrikli araçların küresel otomobil ticaretindeki payının %15'in üzerine çıkması, sektördeki güç dengelerinin kökten değiştiğini göstermektedir.

Çalışmanın odak noktasını oluşturan araç elektrifikasyonu, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlardan tam elektrikli araçlara uzanan bir spektrum olarak kavramsallaştırılmıştır. BEV, PHEV, HEV ve FCEV teknolojileri, otomotiv sektörünün karbonsuzlaşma hedefi doğrultusunda farklı kullanım senaryolarına hitap etmektedir. BEV'ler, sıfır emisyon ve düşük işletme maliyetiyle günümüzde en hızlı gelişen seçenek olup, özellikle kentsel kullanım ve kısa-orta menzillerde idealdir. PHEV'ler, şehir içi kullanımda elektrikli, uzun yolda ise içten yanmalı motor avantajı sunarak mevcut altyapı koşullarında geçiş teknolojisi işlevi görmektedir. HEV'ler, harici şarj gerektirmemesi ve mevcut benzin altyapısıyla uyumlu olması nedeniyle kısa vadede en pratik çözüm olarak öne çıkmakta; ancak elektrikli menzillerinin sınırlı olması, onları tam dönüşümün tamamlayıcısı konumunda bırakmaktadır. FCEV'ler ise uzun menzil ve hızlı dolum avantajlarına sahip olmakla birlikte, hidrojen altyapısının yetersizliği ve yüksek yakıt hücresi maliyetleri nedeniyle henüz sınırlı bir pazara sahiptir.

Literatür taraması, otomotiv sektörü araştırmalarının teknolojik dönüşüm, yeşil tedarik zinciri yönetimi, küresel değer zincirleri, dijitalleşme, hizmetleştirme ve makroekonomik etkiler gibi çok çeşitli temalarda yoğunlaştığını göstermektedir. Çalışmalar, sektörün dönüşüm sürecinde yönetim taahhüdü, stratejik karar alma, politika araçları ve teknolojik yeniliklerin kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, elektrifikasyon sürecinin işgücü piyasaları, bölgesel eşitsizlikler ve tedarik zinciri yeniden yapılanması üzerindeki uzun vadeli etkilerine yönelik ampirik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Gelecekte dört teknolojinin, kullanım amacına, coğrafi koşullara ve altyapı olanaklarına bağlı olarak paralel şekilde gelişeceği; ancak batarya teknolojilerindeki ilerlemeler ve maliyet düşüşleri nedeniyle BEV'lerin önümüzdeki on yıl içinde baskın teknoloji olacağı öngörülmektedir. HEV'ler ise altyapı dönüşümü tamamlanana kadar özellikle gelişmekte olan pazarlarda önemli bir köprü görevi üstlenecektir. Kilitlenme ve yol bağımlılığı dinamikleri, mevcut içten yanmalı motor ekosisteminin dönüşümünü yavaşlatan temel faktörler olarak varlığını sürdürmektedir; bu nedenle politika yapıcılarının ve sektör aktörlerinin, dönüşüm sürecini hızlandıracak teşvik mekanizmaları ve altyapı yatırımları geliştirmeleri kritik önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Abd El Halim, A. A. B., Eid Bayoumi, H., El-Khattam, W., & Ibrahim, M. (2022). Electric vehicles: a review of their components and technologies. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*, 13(4), 2041-2061.
- Ali Polat, M. (2020). Türk Otomotiv Sektörünün Ekonomik Büyümeye Etkisi: Karşılaştırmalı Bir Ekonometrik Analiz. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. Ocak/January(2020) - Cilt/Volume:19 - Sayı/Issue:73, pp 504-521.
- Algan, N., & Bayraktar, M. (2018). Schumpeter ve Yaratıcı Yıkım Teorisi. 5th International Congress on Political, Economic and Social Studies (ICPESS), 26-29 October 2018, Niğde / Turkey.
- Aydoğuş, O., Türkcan, B., Çalışkan, E. T., & Kopurlu, B. S. (2009). Kriz Teorileri: Kondratieff, Schumpeter Ve Wallerstein. Ege Üniversitesi, Ekonomi Bölümü Working Paper No: 09 / 01.
- Bailey, D., Ruyter, A., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Global restructuring and the auto industry. November 2010 *Cambridge Journal of Regions Economy and Society* 3(3):311-318.
- Basáez, O. M., Herrero, V. F., & Bustanza, F. O. (2018). Uncovering Productivity Gains of Digital and Green Servitization: Implications from the Automotive Industry. *Sustainability* 2018, 10, 1524; doi:10.3390/su10051524.
- Başılğan, M. (2011). Ekonomik Gelişmenin Yaratıcı Yıkımı: Schumpeteryan Girişimci. *Bursa Uludağ Üniversitesi Amme İdaresi Dergisi*, 44(3), 27-56.
- Bergeka, A., & Berggren, C. (2014). The impact of environmental policy instruments on innovation: A review of energy and automotive industry studies. 2014, *Ecological Economics*, (106), 112-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.016>.
- Bertozzi, M., Broggi, A., & Fascioli, A. (2000). Vision-based intelligent vehicles: State of the art and perspectives. *Robotics and Autonomous Systems* 32 (2000) 1–16.
- Bieshaar, H., & Kleinknecht, A. (1984). Kondratieff Long Waves In Aggregate Output? An Econometric Test. *International Institute for Applied Systems Analysis Collaborative Paper* August 1984.
- Brian, A. W. (1994). Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Pages: 224, The University of Michigan Press.
- Perez, C (2002). Technological Revolutions and Financial Capital, The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. ISBN: 978 1 84064 922 2 pp: 224 University of Sussex.
- Chesbro, G. (2008). Open business model. Generation. Harvard Business School Press. ISBN/ISSN: 9781422104279.
- Coelho, M., Torrão, G, Emami, N., & Grácio, J. (2012). Nanotechnology in automotive industry: Research strategy and trends for the future-small objects, big impacts. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, Volume12, Issue number 8, Pages 6621-6630.
- David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, 75(2), 332-337.

- Debelak, D. (2003). *Successful Business Models: Surefire Ways to Build a Profitable Business* (Entrepreneur Mentor Series). Futura Publishing Co Inc.,U.S. pp: 288.
- Diabat, A., Khodaverdi, R., & Olfat, L. (2013). An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 68(1-4).
- Diamond, A. M. Jr. (2006). Schumpeter's Creative Destruction: A Review of the Evidence. *Journal of Private Enterprise*, XXII(1), 120-146.
- Dixit, A. K., & Grossman, G. M. (1982). Trade and protection with multistage production. *The Review of Economic Studies*, 49(4), 583-594.
- European Central Bank (ECB). (2024). ECB Economic Bulletin, Issue 4/2024. Prepared by Roberto A. De Santis, Virginia Di Nino, Nina Furbach, Ulla Neumann and Pedro Neves.
- Eurostat. (2026). Glossary: Global value chains (GVC) - Statistics Explained.
- EY. (2017). Otomotiv Sektöründe Gündem 2017.
- Fernandez-Stark, K., & Gereffi, G. (2016). *Global Value Chain Analysis: A Primer* (Second Edition). In S. Ponte, G. Gereffi, & G. Raj-Reichert (Ed.), *Handbook on Global Value Chains* (ss. 54-76). Edward Elgar Publishing.
- Fernandez Stark, K., Bamber, P., & Gereffi, G. (2013). Costa Rica in the offshore services global value chain: opportunities for upgrading. *Duke University, Center on Globalization, Governance and Competitiveness*.
- Fikirli, Ö., & Çetin, A. K. (2017). İktisadi Doktrinde Schumpeteryan Yaratıcı Yıkımdan Yaratıcı Birikime. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 6(1), 27-64.
- Geels, W. F. (2005). *Technological Transitions and System Innovations A Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis*. Eddie Davies Professor of Sustainability Transitions, Alliance Manchester Business School, University of Manchester, UK. ISBN: 978 1 84542 009 3 pp: 328.
- Friedland, W. H. (1984). Commodity systems analysis: an approach to the sociology of agriculture. In H. K. Schwarzweller (Ed.), *Research in rural sociology and development: a research annual* (221-235). Jai Press.
- Gabaçlı, N. (2018). *Türkiye Otomotiv Sektörü Ve Küresel Rekabet Gücünün Analizi (Yüksek Lisans Tezi)*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gereffi, G. (1995). Global Production Systems and Third World Development. In B. Stallings (Ed.), *Global Change, Regional Responses* (100-142). Cambridge University Press.
- Gereffi, G. (1999). International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Journal of International Economics*, 48(1), 37-70.
- Gereffi, G., & Fernandez-Stark, K. (2026). *Global Value Chain Analysis: A Primer*. Duke University. Duke Center on Globalization, Governance & Competitiveness.
- Gorevaya, A., & Khayrullina, M. (2015). Evolution of Business Models: Past and Present Trends. *Procedia Economics and Finance*, 27, 344-350.
- Grant Thornton. (2021). Otomotiv Sektörünü Gelecekte Neler Bekliyor?
- Grosjean, C., Miranda, H. P., Perrin, M., & Poggi, P. (2012). Assessment of world lithium resources and consequences of their geographic distribution on the expected development of the electric vehicle industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 16, Issue 3, April 2012, Pages 1735-1744.
- Grossman, G. M., & Rossi-Hansberg, E. (2008). Trading tasks: a simple theory of offshoring. *American Economic Review*, 98(5), 1978-1997.
- Groumpos, P. (2021). A Critical Historical and Scientific Overview of all Industrial Revolutions. *IFAC-PapersOnLine*. Volume 54, Issue 13, 2021, Pages 464-471.
- Gür, N., & Furuncu, Y. (2019). *Küresel Otomotiv Sektörünün Değişimi Ve Yerli Otomobil Projesinin Geleceği*. SETA Rapor.
- Hamel, G. (2007). *Leading the revolution*. Best Business Books. Harvard Business School Press, 2000 - pp: 333. ISBN: 1578511895, 9781578511891.
- Hamel, G., & Prahalad, C. K. (1996). *Competing for the Future*. Harvard Business Press, 21 Mar 1996 - pp:384.

- Hazel, P. (2013). Girişimcilik ve Yenilikçilik Kavramlarının İktisadi Düşüncedeki Yeri: Joseph A. Schumpeter. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 29, 75-85.
- Henderson, J., Dicken, P., Hess, M., Coe, N. M., & Yeung, H. W. C. (2002). Global production networks and the analysis of economic development. *Review of International Political Economy*, 9(3), 436-464.
- Holweg, M., & Oliver, N. (2015). *Crisis, Resilience and Survival*. Cambridge University Press.
- Hovorun, T. P., Berladir, K. V., Pererva, V. I., Rudenko, S. G., & Martynov, A. I. (2017). Modern materials for automotive industry. *Journal of Engineering Sciences*, Volume 4, Issue 2 (2017), pp. F 8–F 18.
- Hummels, D. L., Papoport, D., & Yi, K.-M. (1998). Vertical specialization and the changing nature of world trade. *Economic Policy Review*, 4(2), 79-99.
- Humphrey, J., & Schmitz, H. (2002). How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters? *Regional Studies*, 36(9), 1017-1027.
- International Energy Agency. (2025). *What Next for the Global Car Industry? An Energy Technology Perspectives Special Report*.
- Ionel Cioca, L., Ivascu, L., Turi, A., Artene, A., & Găman, G. (2019). Sustainable Development Model for the Automotive Industry. *Sustainability* 2019, 11 (22):6447.
- Jen Lin, R., Huei Chen, R., & Hang Nguyen, T. (2011). Green supply chain management performance in automobile manufacturing industry under uncertainty. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Volume 25, 2011, Pages 233-245.
- Jessop, B. (t.y.). Fordism. *Britannica.com*. <https://www.britannica.com/money/For>.
- Johnson, M., Christensen, K., & Kagermann, H. (2009). Reinventing Your Business Model. *Harvard Business Review*, 87(12), 52-60.
- Karagöz, K. (2021). Türkiye'de Otomotiv Sektörünün Ekonomiye Etkisi: Ekonometrik Bir Analiz. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2021 / 6 (12) / 126-143 Araştırma Makalesi.
- Kâtip, A., Karaer, F., & Özengin, N. (2014). Otomotiv Sektörünün Çevresel Açından Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 19(2).
- Kaymaz, T., & Akdağ, S. (2020). Rational and Irrational Dynamics of Automobile Demand in Turkey. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. Y. 2020, Cilt 10, Sayı 1, ss. 43-61.
- Keskin Benli, Y., Altuntaş, S., & Yıldız, E. (2024). Sanayi Üretiminin, Otomotiv İhracatının ve Toplam İhracatın Gayri Safi Yurt İçi Hâsılaya (GSYİH) Etkisi: Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) ile Analizi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(3), 801-824.
- Kim, C. W., & Mauborgne, R. (2005). *Blue Ocean Strategy: How to create Uncontested Market Space and Make the Competition Irrelevant*. Harvard Business School Press.
- Kusuma, I., & Agung, R. A. S. (2025). Electric Vehicle Review: BEV, PHEV, HEV, or FCEV? *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 10(1), 70-83.
- Langroodi, F. E. (2021). Schumpeter's Theory of Economic Development: A Study of the Creative Destruction and Entrepreneurship Effects on the Economic Growth. *Journal of Insurance and Financial Management*, 4(3), 65-81.
- Lee, J. (2010). Global Commodity chains and global value chains. In *The International Studies Encyclopedia* (2987-3006). Wiley-Blackwell.
- Lewis, E. (2020). The Paradigm Shift Cycle as the Cause of the Kondratieff Wave. *Kondratieff Waves: Processes, Cycles, Triggers, and Technological Paradigms*, 39-63.
- Linder, J., & Cantrell, S. (2000). *Changing Business Models: Surveying the Landscape*. Accenture Institute for Strategic Change Working Paper.
- Markides, C. (2010). *The new business model: strategy of painless innovation*. Alpina Publisher.
- Mathivathanan, D., Kannana, D., & Noorul Haq, A. (2018). Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view. *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 128, January 2018, Pages 284-305.

- Nefiodow, L. A. (2014). The Sixth Kondratieff - The New Long Wave of the Global Economy. *Kondratieff Waves: Cycles, Crises, and Forecasts*, 203-209.
- Nicholas, T. (2003). Why Schumpeter was Right: Innovation, Market Power, and Creative Destruction in 1920s America. *The Journal of Economic History*, 63(4), 1023-1058.
- Nieuwenhuis, P., & Wells, P. (2003). *The Automotive Industry and the Environment*. Woodhead Publishing.
- Nunes, B., & Bennett, D. (2008). A green operations framework and its application in the automotive industry. *Operations and Service Management* Aston Business School. World Scientific, Pages 137-154
- Number of pages 18.
- Oğuztürk, B. S. (2003). Yenilik Kavramı ve Teorik Temelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 253-273.
- Orsato, R. J., & Wells, P. (2006). The Automobile Industry & Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 15(11-12), 989-993.
- Osterwalder, A., & Pine, I. (2013). *Building of business models*. Alpina Publisher.
- Otomotiv Endüstrisi İhracatçıları Birliği (OİB). (2023). *Türkiye Otomotiv Sektörü Sürdürülebilirlik Eylem Planı 2023*.
- Pavlinek, P. (2012). The impact of the 2008–2009 crisis on the automotive industry: global trends and firm-level effects in Central Europe. *European Urban and Regional Studies* 0(0) 1 –21.
- Perez, C. (1983). Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems. *Futures*, 15(5), 357-375.
- Perez, C. (1985). Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries. *World Development*, 13(3), 441-463.
- Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital*. University of Sussex.
- Perez, C. (2009). *Technological Revolutions and the Evolution of Global Capitalism*.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Rakha, A. H., Ahn, K., Faris, W., & Moran, K. (2010). Impacts of intelligent vehicle systems on environmental and operational performance.
- Ramos, M. R., & Galvez, M. E. R. (2024). The transformation of the automotive industry toward electrification and its impact on global value chains: Inter-plant competition, employment, and supply chains. *European Research on Management and Business Economics*, 30, 100242.
- Schumpeter, J. A. (1961). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Oxford University Press.
- Selmi, T., Khadhraoui, A., & Cherif, A. (2022). Fuel cell-based electric vehicles technologies and challenges. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 78121-78131.
- Sheppard, E., & Barnes, T. J. (2017). *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*. John Wiley & Sons.
- Sıla Başköylü. (t.y.). Kitlese Üretim. Kureansiklopedi.com. <https://kureansiklopedi.com/tr/detay/kitlese-uretim-64476>.
- Simav, O., & Ustabaş, A. (2017). Otomotiv Endüstrisindeki Muhtemel Dönüşümün Ekonomik Boyutu: Türkiye Örneği. *International Conference on Eurasian Economies 2017*.
- Slywotzky, A. J. (2006). *Migration values. What will happen to your business the day after tomorrow?* Mann, Ivanov and Ferber.
- Strekalova, N. D., Korchagina, E. V., & Korchagina, D. A. (2019). Business Model as an Effective Concept for the Development of Strategic Thinking Skills of Managers in Universities and Enterprises Partnerships. *XVIII Russian Scientific and Practical Conference*.

Sturgeon, J. T., Memedovic, O., Van Biesebroeck, J., & Gereffi, G. (2009). Globalisation of the automotive industry: main features and trends. *International Journal of Technological Learning Innovation and Development* 2(1):7-24.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2024). Otomotiv Sektör Raporu 2024.

Thun, J. H., Lehr, C. B., & Bierwirth, M. (2011). Feel free to feel comfortable--An empirical analysis of ergonomics in the German automotive industry. *Elsevier*, vol. 133(2), pages 551-561.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). (2023). EK3-MMP Vizyon 2023 Otomotiv Sektör Raporu.

Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, N. M., & Hossain, E. (2017). A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development. *Energies* (MDPI).

Villante, C., Dell'Aversano, S., & Ranieri, S. (2025). *Transition to Sustainable Energy Technologies, Pathways, Sources, Mobility* (1st ed.). CRC Press.

Williams, L., & Blyth, M. (2023). Autogeddon or autoheaven: Environmental and social effects of the automotive industry from launch to present. *Science of The Total Environment*. Volume 858, Part 3, 1 February 2023, 159987.

Yang, Z. (2023). How did China come to dominate the world of electric cars? *MIT Technology Review*.

Yeats, A. J. (1999). Just how big is global production sharing? *The World Bank*.