



Ekonomi-tek

Volume 13
Cilt 13

Number 1
Sayı 1

March 2024
Mart 2024

Analysis of the energy consumption of manufacturing industry in Türkiye
Aynur Yılmaz Ataman

A study on multidimensional poverty in Türkiye from a regional perspective
Gizem Acet Dönmez, Bilge Eriş Dereli

Türkiye'de elektrikli araçlar için şarj altyapısı nasıl yaygınlaşır?
Emin Köksal, Şahin Ardiyok, Bora İkiler

Sınırsız büyüme paradigmasına yükselen bir itiraz: "Büyümeme"
Mahmut Tekçe

Turkish Economic Association Foundation

Türkiye Ekonomi Kurumu Vakfı

ISSN 2146-6173

e-ISSN 2791-7991



Ekonomi-tek

A Journal of Turkish Economic Association Foundation / Türkiye Ekonomi Kurumu Vakfı Dergisidir

Editor / Editör

Fatma Doğruel

(Marmara University, Emeritus / Marmara Üniversitesi, Emekli)

Associate Editor / Yardımcı Editör

Oytun Meçik

(Eskişehir Osmangazi University / Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

Board of Editors / Yayın Kurulu

Murat Donduran

(Yıldız Technical University / Yıldız Teknik Üniversitesi)

H. Alper Güzel

(Ondokuz Mayıs University / Ondokuz Mayıs Üniversitesi)

Hasan Kazdağlı

(Turkish Economic Association / Türkiye Ekonomi Kurumu)

Tolga Omay

(Atılım University / Atılım Üniversitesi)

S. Fatih Özatay

(TOBB University of Economics and Technology / TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi)

Ayşen Sivrikaya

(Hacettepe University / Hacettepe Üniversitesi)

Advisory Board / Danışma Kurulu

Daron Acemoğlu

(Massachusetts Institute of Technology)

Ufuk Akçığıt

(University of Chicago)

Yılmaz Akyüz

(The South Centre)

Manuel Arellano

(CEMFI)

Kaushik Basu

(Cornell University)

Guillermo Calvo

(Columbia University)

Dani Rodrik

(Harvard University)

Stephen Turnovsky

(University of Washington)

Language Editors / Dil Editörleri:

Turkish / Türkçe: Sırrı Emrah Üçer (Yıldız Technical University / Yıldız Teknik Üniversitesi)

English / İngilizce: İbrahim Engin Kılıç (Yıldız Technical University / Yıldız Teknik Üniversitesi)

© Türkiye Ekonomi Kurumu Vakfı
© Turkish Economic Association Foundation
Ankara, 2024

ISSN 2146-6173
e-ISSN 2791-7991

<https://www.tek.org.tr/>

Ekonomi-tek is a peer-review journal published bi-annually (March and September) by Turkish Economic Association Foundation. The journal accepts original papers on economics in English or Turkish. Ekonomi-tek is freely available online.

Ekonomi-tek, Türkiye Ekonomi Kurumu Vakfı tarafından yılda iki kez (Mart ve Eylül) yayımlanan hakemli bir dergidir. Dergi ekonomi ile ilgili İngilizce veya Türkçe orijinal makaleleri kabul eder. Dergiye çevrimiçi olarak ücretsiz erişilebilir.

Türkiye Ekonomi Kurumu Vakfı adına sahibi: Hasan Kazdağılı
Türkiye Ekonomi Kurumu, Hoşdere Cad. No: 24/4, 06550
Çankaya/ANKARA
Basım Tarihi: Mart 2024



Contents / İçindekiler

Araştırma Makalesi

Analysis of the energy consumption of manufacturing industry in Türkiye
(2003-2014)

Türkiye imalat sanayiinde enerji tüketiminin bir analizi (2003-2014)

Aynur Yılmaz Ataman 1

Araştırma Makalesi

A study on multidimensional poverty in Türkiye from a regional
perspective

Türkiye'deki çok boyutlu yoksulluk üzerine bölgesel perspektiften bir çalışma

Gizem Acet Dönmez, Bilge Eriş Dereli 49

Araştırma Makalesi

Türkiye'de elektrikli araçlar için şarj altyapısı nasıl yaygınlaşır?

How does charging infrastructure for electric vehicles become widespread in Türkiye?

Emin Köksal, Şahin Ardıyok, Bora İkiler 84

Derleme Makale

Sınırsız büyüme paradigmasına yükselen bir itiraz: "Büyümeme"

An emerging challenge to the paradigm of unlimited growth: Degrowth

Mahmut Tekçe 122

Analysis of the Energy Consumption of Manufacturing Industry in Türkiye* (2003-2014)

Aynur YILMAZ ATAMAN**

Abstract

In this study, the driving forces of energy demand in Türkiye's manufacturing industry and their contribution to the decoupling between energy consumption and production increase are analysed via LMDI-I and the Tapio decoupling index between 2003 and 2014. It was seen that while the increase in production was the main driver of the rise in energy consumption, changes in the shares and energy intensities of sub-sectors also influenced energy consumption significantly. In that regard, despite the increase in most sub-sectoral shares, net structural impact contributed to reducing the energy demand. As for the intensity effect, it is seen that in most manufacturing industries, there were improvements at varying levels, and the final impact of these improvements on total energy demand was different for each sector. In this regard, the first six sectors in which changes in their sectoral shares and energy intensities had the most impact on total energy demand were found to be basic metals, chemicals and chemical products, textiles, other non-metallic mineral products, food, and rubber. Decoupling analyses showed that the fabricated metal products sector was the only sub-sector in which there was a strong decoupling. It was also found that decoupling occurred temporarily and was very limited in the manufacturing industry. However, in three years (2005, 2008 and 2013), there was a strong decoupling, with improvements in energy efficiency and changes in sectoral distribution being the main contributors.

JEL Codes: C43, Q43, Q48

Keywords: index decomposition analysis, decoupling analysis, LMDI, Tapio decoupling index, manufacturing, energy consumption, WIOD

* This paper was adapted from a part of Aynur Yılmaz Ataman's PhD dissertation submitted at Marmara University, Department of Economics.

** PhD in Economics, Marmara University Economics Department (English), (aynrilmz01@gmail.com)
<https://orcid.org/0000-0001-6678-7908>

Türkiye İmalat Sanayiinde Enerji Tüketiminin Bir Analizi (2003-2014)

Öz

Bu çalışmada, Türkiye imalat sanayinde enerji talebindeki değişimin itici faktörleri ve bu faktörlerin enerji tüketimi ile üretim artışı arasındaki ayrışmaya katkıları 2003-2014 dönemi için LMDI-I ve Tapio ayrıştırma endeksi ile analiz edilmektedir. Çalışmada, üretim artışı ile ölçülen aktivite etkisinin, enerji tüketimindeki artışın temel itici gücü olduğu bulunurken, enerji yoğun sektörlerin sektörel payları ve enerji yoğunluklarındaki değişimlerin de enerji talebini önemli ölçüde etkileyebildiği görülmüştür. Bu bağlamda, alt sektörlerin çoğunun payı artmış olmasına karşın, net yapısal etki, enerji talebini azaltıcı yönde olmuştur. Yoğunluk etkisine bakıldığında ise çoğu imalat sanayinde farklı düzeylerde iyileşmeler olduğu ve enerji verimliliğindeki bu iyileşmelerin toplam enerji talebi üzerindeki nihai etkisinin her sektör için farklı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, sektörel payları ve enerji yoğunluklarındaki değişimlerin toplam enerji talebini en fazla etkilediği ilk altı sektör ana metaller, kimyasallar ve kimyasal ürünler, tekstil, diğer metalik olmayan mineral ürünler, gıda ve kauçuk olmuştur. Ayrışma analizinde ise, güçlü ayrışmanın olduğu tek alt sektörün fabrikasyon metal ürünleri olduğu görülmektedir. Ayrıca imalat sanayinde ayrışmanın geçici ve çok sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Ancak üç yılda (2005, 2008 ve 2013), tam bir ayrışma gerçekleşmiş olup, enerji verimliliğindeki iyileşmeler ve sektörel dağılımdaki değişiklikler buna ana katkı sağlamıştır.

JEL Kodları: C43, Q43, Q48

Anahtar Kelimeler: indeks ayrıştırma analizi, ayrışma analizi, LMDI, Tapio ayrışma endeksi, imalat sanayi, enerji tüketimi, WIOD

1. Introduction

Amid the climate crisis we live in, it is widely recognised that economic policies should be sustainable concerning climate impacts, material footprint and all other ecological outcomes. In that regard, the necessity to make a shift to more renewable and environmentally friendly energy resources from fossil fuels in pursuing economic activities has already been acknowledged by countries and has given a place in the mid- and long-term targets of many national and international energy and economic policies.

Given the high reliance on fossil fuels in energy consumption and import dependency, meeting and securing energy demand has always been critical for Türkiye. In 2022, the total share of coal, oil and gas in the primary energy supply was 82.7%, up from 81.7% in 1990, and the domestic rate in primary energy sources declined from 47.9% to 32.2% in the same period. This is mainly due to the increasing weight of natural gas replacing coal, biomass, and waste in the energy supply and the higher import rates in the coal supply. The share of natural gas in the primary energy supply increased from 5.4% to 27.4%, and as of 2022, the import rate of natural gas was 99.3%. Similarly, in coal supply, the import share increased from 27.2% to 54.7% in the same period, and this was mainly due to the increase in hard coal, of which the import share rose to 96.5% in 2022 from 68.1% in 1990 (MENR, 2024).

However, it is especially after the solid economic growth with a growing population since the 2000s that Türkiye focused on increasing its domestic energy resources, diversifying its oil and gas supply countries, and expanding its upstream oil and gas activities to meet the increasing energy demand (IEA, 2021; Karagöl et al., 2017; Taştan, 2022). As these supply-side policies have been implemented, demand-side measures promoting energy savings in both consumption and production activities have also become increasingly important to manage energy consumption within the supply constraints and slow down the growth in energy demand.

As the manufacturing industry accounts for over one-third of the total final energy consumption in Türkiye (MENR, 2024), this study aims to identify the main factors driving changes in energy consumption within this industry and analyse the decoupling performance in each sub-sector in the beginning of 2000s in which Türkiye experienced high growth rates due to favourable internal and external economic conditions. New financial reforms implemented following the banking crisis in 2001 were backed by the favourable international conjuncture and Türkiye's official candidacy status to the EU, leading to the increase in capital inflows resulting in decreasing interest and exchange rates and increasing imports (Akçay & Güngen, 2019; Orhangazi & Yeldan, 2021, 2023; Taymaz & Voyvoda, 2023). This period also witnessed the emergence of sectoral incentives in policy documents after 2009 for high-value-added products and strategic sectors in the manufacturing industry (Atiyas & Bakis, 2015; Canbaz, 2019). In addition, the regulatory framework and policy strategies

for energy efficiency were strengthened only after 2007 when the Energy Efficiency Law (Official Gazette, 2007) was passed to ensure efficiency in energy use, prevent energy waste, decrease the burden of energy costs on the economy and preserve the environment. On the other hand, the following period, after 2013, was slightly different in terms of weakening political stability and increasing interest and exchange rates, thus having a limiting effect on the production activities in the industry. For this reason, in the examination of production-related energy demand, focusing on this period where there were favourable conditions for production activities such as having access to funds with low cost and imports with low exchange rates and policy strategies to increase energy efficiency and high value-added production has just started is considered valuable in terms of providing an opportunity to make a comparison with the following periods in which these conditions have changed to varying extents. In that regard, an index decomposition analysis will be used together with a decoupling analysis to examine the driving factors behind the change in energy demand of the manufacturing industry and their contribution to the decoupling between energy consumption and value-added growth covering the period between 2003 and 2014.

Despite the widespread use of index decomposition analysis in energy-related studies, it has recently become popular in Türkiye for energy and emission analyses, and relatively few studies have concentrated on energy consumption. Additionally, combining index decomposition and decoupling is rare, and only two studies use them together to analyse the driving factors of the changes in related aggregate and their contribution to the decoupling process. To the best of the author's knowledge, (Karakaya & Özçağ, 2003) is the first to use index decomposition to analyse changes in Türkiye's carbon emissions between 1973 and 1999. A similar study focusing on the manufacturing sector was conducted by Yılmaz et al. (2016) covering 1980-2011. It is found that the activity effect always contributed to the increase in energy consumption apart from the economic crisis years 1994, 2001 and 2009. Similarly, energy intensity contributed to the increase in the energy demand in 2000-2011, contrary to the previous periods, due to the increase in energy intensity in cement, chemical-petrochemical, iron and steel sectors as well as the contraction in production due to global economic crisis and lack of strong energy efficiency. Structural effect is also found to have an increasing effect on energy demand, albeit to a limited extent, due to the increase in the sectoral shares of chemical-petrochemicals and cement sector. Amongst recent studies, Akyürek (2020) examines the manufacturing industry, including ten sub-sectors from 2005 to 2014. The study finds few structural changes, with increasing production and energy intensity changes being the dominant factors affecting manufacturing energy consumption. Türköz (2021) analysed changes in national energy consumption across three sub-sector details from 1970 to 2018. During this period, energy consumption increased due to higher production but was offset by reductions in structural changes and intensity changes. Özşahin (2019) focuses on energy intensity changes in industry, services, agriculture and industrial sub-sectors between 1960-2017 and finds that the

biggest contribution to the increase in energy efficiency comes from the services and the industry, whereas agriculture has a negative impact on energy efficiency. Moreover, in the industry sector, basic metals and other manufacturing sectors which are energy intensive are found to make the highest contributions to the changes in energy intensity of the sector. In a study focusing on the methodological aspects regarding IDA, Yilmaz Ataman (2022) analyses the change in energy consumption in production-related activities for 2000-2014 as an illustrative example. It is found that the increase in energy consumption is mainly caused by the activity effect, while the primary source of energy saving is the energy intensity, which is mainly due to a significant reduction of 38% in the manufacturing sector's energy intensity during the examined period. Among studies focusing on the changes in energy-related carbon emissions in Türkiye, Karakaya et al., (2019) applies the index decomposition analysis together with Tapio decoupling index to examine the decompositions of CO₂ emissions and decoupling performance between emissions and growth from 1990-2016, finding that output and population increase are the main driving forces throughout the whole period and there is either no decoupling or weak decoupling indicating that Türkiye's economic growth is not sustainable. Ozdemir (2023) focuses on the carbon dioxide emission in electricity generation and uses index decomposition and decoupling analysis together to analyse the CO₂ emissions of the electricity generation from fossil fuels from 1990-2020 and find that the main contribution to the increase in emissions come from the activity effect and the weak decoupling was the most frequent decoupling state in the analysed period.

In this regard, this study contributes to the literature by combining index decomposition and decoupling analysis in analysing changes in energy consumption in Türkiye's manufacturing industry. Additionally, in almost all studies, national energy balance tables are the main source of energy data. This study will use the energy accounts in the World Input Output Database (WIOD) as it sets a linkage between energy data and economic activities.

In this sense, the first part of this study focuses on explaining the WIOD in detail as this is the main data source of this study and the required improvements to overcome some constraints to conduct the analysis. The second part explains the methodology, and the following part shares the main findings. The last part is reserved for the summary and further discussion of the findings.

2. Data

Decomposition and decoupling analysis of energy consumption in Türkiye between 2003 and 2014 was performed mainly based on the 2016 Release of the WIOD (Timmer et al., 2015) because of the unique sectoral classification alignment between energy consumption and value-added data. In addition, to overcome certain restrictions arising from the data construction in WIOD, TURKSTAT data (TURKSTAT, 2014, 2021) was used for complementary purposes.

WIOD started as a project in 2009 to analyse global production networks and their environmental linkages through the world input-output tables (WIOTs), which consist of national input-output tables connected by bilateral international trade flows. The second and the last version of the WIOD was released in 2016 and covers the period from 2000 to 2014 for 28 EU countries and 15 other major countries (Genty et al. 2012; Timmer et al. 2015, 2016).

Timmer et al. (2016) summarise the construction of WIOTs in three stages: Firstly, times series of national supply and use tables (SUTs) are constructed based on national accounts. WIOD 2016 release is solely based on the national accounts generated by the 2008 System of National Accounts and follows the ISIC Rev.4 sector classification for 2000-2014. In the next stage, imports are broken down by country of origin and use category using bilateral trade statistics to create international SUTs. In the final stage, full WIOTs are produced by integrating all countries and the rest of the world. In the database, in addition to WIOTs, two different satellite accounts are also created: Socio-economic accounts (SEA) consist of data for production factors, and environment accounts (EA) cover data associated with the environmental effects of production activities.

SEA in the WIOD 2016 Release provides industry-level data on employment, capital stocks, gross output, and value-added in millions of local currencies, both at current and constant prices. However, Timmer et al. (2016) explain that since SUTs at basic prices for 2002 were used for Türkiye, and these tables were in SNA1993 and ISIC Rev.3, required products and industries were later mapped to products/industries in ISIC Rev.4. In the construction of external times series for Türkiye's value-added data for 2000-2014; firstly, national accounts data by one-digit sectors (A to T) was retrieved from TURKSTAT in SNA 2008, ISIC Rev. 4. However, in order to obtain value-added data with two-digits sectors as in the 2002 SUT, shares from the 2002 use tables were applied to the value-added data set for the entire period 2000-2014, leading to constant shares of manufacturing sub-sectors in nominal data. Additionally, Gouma et al. (2016) explain that when information on prices was limited, price deflators in WIOD 2016 release were estimated based on the information in WIOD 2013 release, and for the period beyond 2009, they were extrapolated using GDP deflators from the UN National Accounts statistics by seven broad sectors. Therefore, in the real value-added data, constant sub-sectoral shares in the manufacturing industry are seen only between 2009-2014. It is further stated that some industries (in manufacturing, C20 to C21 and C31 to C33) were not further disaggregated due to the lack of required data at the time of data construction. For this reason, in sub-sectoral disaggregation, "21-manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations" is embedded into 20-Manufacture of chemicals and chemical products, and "33-Manufacture of repair and installation of machinery and equipment" is embedded into 31_32 Manufacture of furniture, other manufacturing.

In order to overcome the issue of constant sub-sectoral share in the manufacturing sector value-added data, the annual industry and services statistics of TURKSTAT were applied as value-added at factor costs are produced in NACE Rev. 2 classification since 2009 (TURKSTAT, 2021) and time series produced according to NACE Rev.1.1. were backcasted according to NACE Rev.2 for 2003-2009 (TURKSTAT, 2014). It should also be noted that some data are kept hidden in the value-added at factor cost tables of TURKSTAT for confidentiality reasons. This was the case for one sub-sector in manufacturing for 2009-2013. However, since there is only one hidden sub-sector data at a two-digit level and it is embedded in the sum of sectors at a one-digit level, this hidden data could be obtained by subtracting the sum of value-added data of all other sub-sectors at two-digit levels in the manufacturing industry from the value-added of the manufacturing sector at one-digit in each year between 2009-2013. For this reason, the data set of value-added of manufacturing industries at factor costs covering the period 2003-2014 could be used in improving the WIOD national tables regarding sub-sectoral shares.

In the following step, these calculated shares were applied to the value-added data of the manufacturing sector in WIOD. As these values were at current prices, afterwards, nominal value-added in manufacturing sub-sectors were deflated with the value-added price index, VA_PI (2010=100), provided in SEA in WIOD. By applying the sub-sectoral value-added shares to the total manufacturing value-added in WIOD, rather than directly using the TURKSTAT data, consistency between the socio-economic and energy data classification in WIOD was maintained.

On the other hand, the EA of the WIOD 2016 Release (Corsatea et al. 2019) covered data on energy and carbon dioxide emissions by industry and country for 2000-2016 in a consistent way with the data classification of the SEA in WIOD 2016 Release.

EAs are created using extended energy balances produced by the International Energy Agency (IEA), based on national energy balances reported yearly to the IEA. However, there are some differences between these energy balances and the WIOD energy accounts that have arisen from two main transformations. It is explained by Corsatea et al. (2019) that energy balances are based on territory principles. In contrast, national accounts, according to which WIOD energy accounts are established, are based on residential principles. Thus, the first transformation includes adding activities of residents who operate abroad and reducing those of foreign entities.

Additionally, data in energy balances is redistributed into related sectors based on ISIC Rev.4/NACE Rev.2 classifications used in national accounts to establish a relationship between energy and economic activity. For instance, energy used in road transport is broadly categorised under this title in energy balance tables, regardless of the agent that performs it, whereas in the WIOD energy accounts, the “road transport” item is distributed among relevant economic agents, such as households and transportation companies. By identifying and reconciling the differences between

energy balances and SNAs, WIOD energy accounts aim to provide energy resources as given in energy balances, but with the same definitions and classifications used in SNAs, allowing a coherence and direct comparison between economic activity and energy information. For these transformations, a program called GAMS was used, whose steps are described in detail in (Corsatea et al. 2019; Genty et al. 2012).

Additionally, the energy data in WIOD energy accounts is provided in two categories: gross energy use (in TJ) and emission-relevant energy use (in TJ). Gross energy use includes the intermediate energy consumption by industries and equals the sum of the intermediate consumption, final uses and exports. Different from gross energy use, emission-relevant energy use does not cover the non-energy use of energy commodities (such as asphalt used for road building) as well as the input of energy commodities that are used for transformation (such as coal that is transformed into coke and coke oven gas) to provide the direct link between energy use and energy-related emissions (Genty et al., 2012). In this regard, energy data used in transformation from one energy resource to another, such as coal used for power generation or crude oil used in refineries in the production of petroleum products such as gasoline, diesel, etc., are classified in relevant NACE Rev.2 sectors, such as electricity, gas, steam and air conditioning supply or coke and refined petroleum products, in gross energy use data in WIOD. On the other hand, in energy balance tables, these activities are not included in total energy consumption and are reported separately. In this regard, as a consequence of ensuring coherency between energy accounts and sectoral classification of economic activities, there is a double counting of energy consumption in WIOD however, as the analysis conducted in this study focuses on changes in total consumption of all energy sources gross energy use (in TJ) is used in decomposition and decoupling analysis.

3. Methodology

In addition to looking at the descriptive analyses to examine the changes in manufacturing energy consumption during this period, this study used the index decomposition analysis (IDA) together with decoupling analysis to analyse the driving factors of this change and explored the contribution of these factors to the decoupling relationship between value-added growth and energy consumption in the manufacturing industry.

4. Index decomposition analysis

IDA is a type of decomposition analysis that breaks down changes in an aggregate indicator from the production perspective into its driving factors using a simple mathematical formula based on index number theory (Ang & Zhang, 2000; de Boer & Rodrigues, 2020). While the majority of the studies have focused on energy consumption and energy related emissions, there have been other areas where IDA have been used. He & Myers (2021) use index decomposition analysis along with material, physical, and monetary flow concepts to identify and examine the factors driving

demand for building materials in the UK. Similarly, Z. Wang et al. (2017) use index decomposition to investigate the driving forces of the change in China's material use. Another field where IDA is being used has been tracking the energy consumption efficiency trends at national and sectoral levels. In Odyssee-Mure project, in which energy consumption and efficiency trends are being monitored, index decomposition analysis is used to track the changes in energy consumption at national and sectoral level in project countries (ODYSSEE-MURE, 2021). In addition to analysing the historical trends, there have also been other studies where IDA is used for prospective analyses and (Ang & Goh, 2019) provides a comprehensive review of 60 studies using IDA in scenario analyses. In addition, there is also a vast literature focusing on its methodological and theoretical aspects. Some of the notable works in this field include (Ang, 2004b; Ang et al., 2009; Ang & Wang, 2015; Ang & Xu, 2013; de Boer & Rodrigues, 2020; Roux & Plank, 2022; Shenning, 2020; Xu & Ang, 2014).

The IDA methods are generally classified into two different methods:¹ decomposition methods based on Laspeyres index and decomposition methods based on the Divisia index (Ang, 2004b). In each method, the relative contributions of the factors to the energy-related aggregate of interest are measured differently. Methods linked to Laspeyres index include Generalized Fisher Index (Ang et al., 2004), Conventional Fisher Ideal Index (Liu & Ang, 2003), Shapley/Sun (Refined Laspeyres) Index (Sun, 1998) and Marshal Edgeworth Index (Reitler et al., 1987) methods whereas methods linked to Divisia index include Average Mean Divisia Index (AMDI) (Boyd G. et al., 1987; Boyd G. et al., 1988), Log Mean Divisia Index (LMDI)-I (Ang et al., 1998; Ang & Liu, 2001) and LMDI-II (Ang et al., 2003; Ang & Choi, 1997). All methods except AMDI can provide perfect decomposition by leaving no residual and dealing with the zero and negative values in the data set. However, the mathematical formula of methods linked to Laspeyres Index gets complicated with the increase in the number of factors, whereas in methods based on Divisia Index, mathematical formula remains the same regardless of the number of factors taken into account in the analysis. For this reason, the LMDI has been a widely preferred method in the majority of the studies in terms of ease of use (Ang, 2004b). On the other hand, LMDI is also divided into two categories: LMDI-I and LMDI-II. LMDI-I provides perfect decomposition at sub-category level (Ang et al., 2009; Ang & Wang, 2015) and ensures consistency in aggregation, meaning that results obtained at higher levels, e.g. country, are equivalent to the aggregation of sub-category level decomposition results, e.g., industry or region (Ang & Liu, 2001). This characteristic makes LMDI-I particularly valuable for conducting multidimensional and multilevel analyses (Ang & Wang, 2015).² In this light, the LMDI-I method is preferred over other methods due to its extensive usage, simple

¹ Ang, (2004a) and Ang & Goh (2019a) provides a comprehensive examination for the historical development of different IDA methods.

² Multilevel IDA applications and the necessary transformation of formulae are explained in detail in (Xu & Ang, 2014), including its Appendix A-B.

formula, and availability for multilevel analysis.³ With the aim of facilitating the interpretation of results, the LMDI-I formula was used in its additive form.

The decomposition identity for the change in energy consumption in Türkiye, following (Ang, 2005) is set up as:

$$E = \sum_i^m E_i = \sum_i^m Q \frac{Q_i E_i}{Q} = \sum_i^m Q S_i I_i \quad (1)$$

E = Total energy consumption in the economy

Q = Total activity level ($= \sum_i Q_i$)

S_i = Activity share (Q_i/Q) and

I_i = Energy intensity of the related sector (E_i/Q_i)

i represents various sectors, and m represents the total number of these sectors. Energy consumption is measured in Joules, and the output level is in national currency units.

The identity above helps in identifying the factors contributing to the changes in total energy consumption (ΔE_{tot}) by dividing them into three categories. Firstly, the changes in total production (ΔE_{act} , activity effect) demonstrate the impact of output changes on energy consumption. Changes in the shares of sectoral output (ΔE_{str} , structural effect) and changes in energy intensity (ΔE_{int} , intensity effect) reflect the role of structural and energy intensity changes in overall energy consumption change.

Following Eq. (1), total energy consumption change in additive analysis is demonstrated as follows:

$$\Delta E_{tot} = E^T - E^0 = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} \quad (2)$$

To identify the contribution of each of these components, the LMDI-I formulas below are used:

$$\Delta E_{ACT} = \sum_i^m L(E_i^T, E_i^0) \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) = \sum_i^m \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \quad (3)$$

$$\Delta E_{STR} = \sum_i^m L(E_i^T, E_i^0) \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right) = \sum_i^m \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right) \quad (4)$$

$$\Delta E_{INT} = \sum_i^m L(E_i^T, E_i^0) \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right) = \sum_i^m \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right) \quad (5)$$

Looking at the structure of the formula in detail, it can be seen that the activity impact is equivalent to the effect of the change in total production weighted by the sectoral changes in energy consumption. Thus, it shows the impact of changes in total value-added rather than sectoral value-added on total energy demand. Similarly, the structural effect shows the impact of changes in sub-sector shares on the total energy consumption rather than the structural changes in each sub-sector.

³ (Ang, 2015) offers a comprehensive guide in method selection among 8 different LMDI formulae.

5. Decoupling analysis

While the introduction of the notion of decoupling goes back to the 1970s (Meyer & Rowan, 1977), it was first used in environmental studies by Z. Zhang (2000) and later recognised as an indicator by the OECD in 2002 (OECD, 2002). OECD (2002) defines the term as breaking the link between “environmental bads” and “economic goods”, and this target had an essential role in its Green Growth strategy (OECD, 2011). In this period, the linkage between economic growth and environmental outcomes was repeated in different roadmap documents and decoupling economic growth from environmental degradation became a target in the Sustainable Development Goals. The 8th Environmental Action Programme of the European Union covers the period to 2030, and significantly reducing the environmental and climate pressures arising from the economic activities of the Union is among the priority objectives of the programme (EU, 2022).

As a concept, decoupling has many dimensions. Firstly, OECD (2002) divides decoupling into two sub-stages as absolute and relative decoupling; absolute decoupling indicates the stage when the environment-related variable remains constant or decreases while the economic driving factor is increasing, whereas relative decoupling is used to describe a situation where both variables grow, but the growth rate of environment-related variable is lower than that of its economic driving factor. Another dimension of the decoupling relates to environmental variables in the focus of interest. In that regard, a distinguishment is made between resource use and ecological impacts (Förster et al. 2013). Resource decoupling indicates the decoupling of economic activity from the amount of resource used, such as energy, soil, water, or other natural assets. Impact decoupling, however, indicates the decoupling process from environmental impacts, including CO₂ and greenhouse gas emissions, waste, pollution or biodiversity loss. Finally, the period of decoupling emerges as an essential factor in the evaluation of the outcome of growth-oriented policies and from the ecological perspective, the required and targeted version of decoupling is the permanent one indicating the continuous decrease in, or at least, decreasing growth rate of the environmental variable while economic activity continues to grow (Parrique et al. 2019).

While various methods are used to calculate decoupling, two main indicators have been widely used: (OECD, 2002) and (Tapio, 2005). Decoupling factor, ε_o , introduced by the OECD (2002), is based on the growth rate of environment-related intensity and is described as:

$$\varepsilon_o = 1 - \text{Decoupling Ratio (DR)} \quad (6)$$

Where DR equals to:

$$DR = \frac{(EP/DF)_{end\ of\ period}}{(EP/DF)_{start\ of\ period}} \quad (7)$$

in which EP refers to Environmental Pressure and DF refers to the Driving Force.

Decoupling occurs if $\varepsilon_o > 0$ as the EP/DF, environment-related intensity, decreased at the end of the period leading $DR < 1$; on the other hand, $\varepsilon_o \leq 0$ refers to zero or negative decoupling as $DR \geq 1$ since the EP increases with same or higher rates than the DF. Basically, ε_o , indicates that there is decoupling when environment-related

intensity decreases and negative decoupling if the intensity increases or does not change. It does not distinguish if there is an absolute or relative decoupling.

Tapio (2005), on the other hand, introduced eight decoupling categories depending on the value of the decoupling index, ε_t . This index was initially developed to analyse the relationship between the output growth and road traffic volumes as well as CO2 emissions from transport in 15 European countries but then found a wide application area in many studies. ε_t shows the economic driving factor elasticity of the environment-related factor. In that regard, following the above notation used in IDA, it can be described as the output elasticity of energy consumption as follows:

$$\varepsilon_t = \% \Delta E / \% \Delta Q = \frac{\Delta E / E}{\Delta Q / Q} \quad (8)$$

As seen in Table 1 there are eight “logical possibilities” of decoupling (Tapio, 2005): “Strong decoupling”, “weak decoupling”, “expansive coupling”, “expansive negative decoupling”, “recessive decoupling”, “recessive coupling”, “weak negative decoupling” and “strong negative decoupling”. Strong decoupling (SD) refers to an absolute and most ideal decoupling state where energy consumption shows a downward trend despite the increase in economic activity. Weak decoupling (WD), on the other hand, describes a relative decoupling state in which energy consumption increases along with the increase in the economic activity but with a lower growth rate. The third category of decoupling is named as recessive decoupling (RD) as energy consumption decreases at greater rate than output.

Under the state of coupling, energy consumption and output change at the same level; however, to avoid the overinterpretation of slight changes, a +/-20% variation of the elasticity values around 1.00 is still accepted as coupling and depending on the direction of the change; this state is called as expansive or recessive coupling. In other words, if coupling occurs while economic activity is increasing, it is named as expansive coupling (EC), whereas if it is observed in an economic contraction period, it is named as recessive coupling (RC) (Tapio, 2005).

Negative decoupling is also divided into three sub-categories. Being the least preferred state of negative decoupling, strong negative decoupling (SND) refers the increase in energy consumption while economic activity declines. Expansive negative decoupling (END) is the second least preferred scenario in which the energy consumption growth rate is faster than economic growth. Under the weak negative decoupling (WND) state, the decline in economic output is faster than the decline in energy consumption.

Table 1. The criteria for categorizing decoupling

<i>Total output (activity)change</i> ΔQ	<i>Energy consumption change</i> ΔE	<i>Decoupling elasticity</i> (ϵ_t)	<i>Decoupling category</i>
(+)	(-)	(-)	<i>Strong Decoupling (SD)</i>
(+)	(+)	0-0.8	<i>Weak Decoupling (WD)</i>
(+)	(+)	0.8-1.2	<i>Expansive Coupling (EC)</i>
(+)	(+)	>1.2	<i>Expansive Negative Decoupling (END)</i>
(-)	(-)	>1.2	<i>Recessive Decoupling (RD)</i>
(-)	(-)	0.8-1.2	<i>Recessive Coupling (RC)</i>
(-)	(-)	0-0.8	<i>Weak Negative Decoupling (WND)</i>
(-)	(+)	(-)	<i>Strong Negative Decoupling (SND)</i>

Source: Tapio (2005)

In addition to these methods, other methods have been proposed to analyse the decoupling conditions. Amongst them H. Wang et al. (2013), examines the three different (absolute, relative and -non) states for decoupling domestic extraction, energy use and sulphur dioxide emissions from output growth in China and Russia based on a new pair of decoupling indicators introduced by Lu et al. (2011) in a study published in Chinese. Grand (2016) compares these three different decoupling indicators and finds that there are 13 different “logical cases” of decoupling, and each indicator covers only some of them.

Other studies also focused on integrating the IDA with the decoupling method to see the contribution of each driving factor to the decoupling period. While most of these studies apply the Tapio decoupling index, combination of decomposition and decoupling analyses are basically conducted with two different ways. In one group including but not limited to (Diakoulaki & Mandaraka, 2007; Song & Zhang, 2017; W. Wang et al. 2013; M. Zhang & Wang, 2013; Y.-J. Zhang & Da, 2015), the initial decoupling index is revised and decoupling between the energy consumption/carbon emissions arise from the non-economic growth-related reasons and energy consumption/carbon emissions arise from the economic growth-related reasons is analysed. Whereas in another group of studies such as (Engo, 2021; Karakaya et al., 2019; Ozdemir, 2023; M. Zhang & Wang, 2013; Y.-J. Zhang & Da, 2015) Tapio decoupling index is decomposed into driving factors through IDA in order to see the contribution of each of these factors to decoupling.

With the aim to examine the relationship between driving factors of energy consumption with decoupling states, in this study, LMDI-I and Tapio decoupling index, ϵ_t , will be integrated as below following the second group of studies and in that regard, integrating the Eq.2 to Eq. 8 gives the decomposition of Tapio decoupling index,

$$\varepsilon_t = \% \Delta E / \% \Delta Q = \frac{\Delta E / E}{\Delta Q / Q} = \frac{(\Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int}) / E}{\Delta Q / Q} = \frac{\Delta E_{act} / E}{\Delta Q / Q} + \frac{\Delta E_{str} / E}{\Delta Q / Q} + \frac{\Delta E_{int} / E}{\Delta Q / Q} \quad (9)$$

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{act} + \varepsilon_{str} + \varepsilon_{int} \quad (10)$$

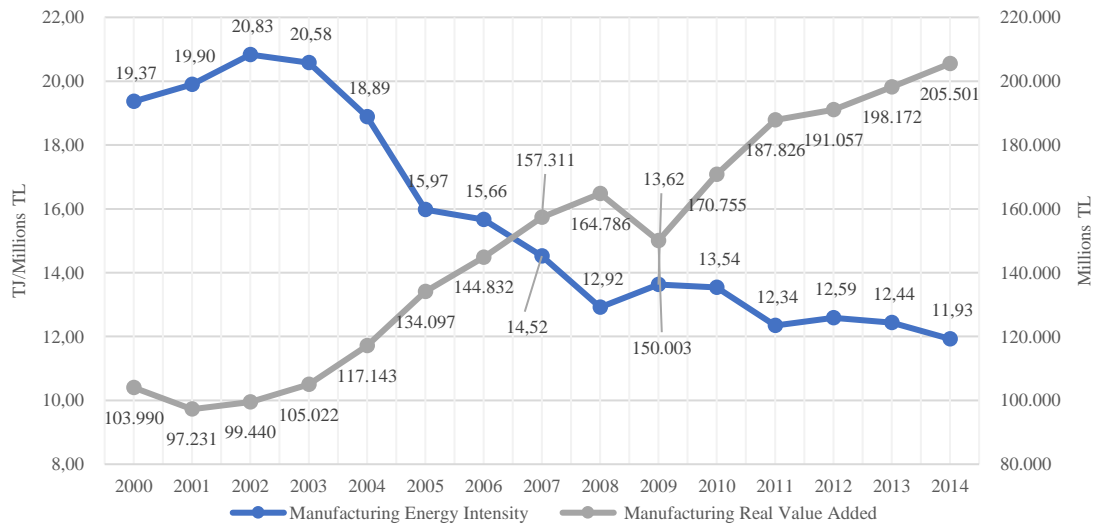
where ε_{act} , ε_{str} , ε_{int} illustrates the contribution of each driving factor, namely activity effect, structural effect, and intensity effect, to the Tapio decoupling index. Moreover, when $\Delta Q > 0$, in other words, in times of economic growth, the smaller contribution values indicate a more significant contribution to the decoupling process of energy consumption from economic growth. Whereas if the economic activity is downscaling and $\Delta Q < 0$, the more significant contribution values indicate a greater contribution to decoupling.

6. Analysis results

Before presenting the results of the decomposition and decoupling analyses for the change in energy consumption of the manufacturing sector between 2003 and 2014, some descriptive statistics are provided.⁴

Figure 1 depicts the decreasing energy intensity of the manufacturing sector between 2000-2014. It is seen that while energy intensity increased in the first two years, there was a continuous decline, except for the slight increases that occurred in 2009 and 2012. Consequently, the total increase in sectoral energy demand was limited to 436.5 thousand TJ due to the 38% decrease in sectoral energy intensity in the entire period. The reduction in energy intensity was even higher between 2003 and 2014, equalling 42% and leading to a weak decoupling between energy consumption and production increase as the $\varepsilon_{\text{manufacturing}}$ equals 0.14.

Figure 1. Changes in real value-added and energy intensity of the manufacturing sector 2000-2014



Source: Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021)

⁴ A scatterplot presenting the relation between energy intensity and value added in manufacturing industry in this period is provided in Appendix A.

Table 2 shows the sub-sectoral energy consumption (in columns A) and their shares (in columns B) in the manufacturing sector in 2003 and 2014 as well as their changes in this period (in column C). In addition, sub-sectoral shares in energy consumption change in the manufacturing sector are given in column D.

Table 2. Energy consumption change in manufacturing sector, 2003-2014

	2003		2014		2003-2014	
	<i>ETot</i> (A)	% Shares in <i>ETot</i> (B)	<i>ETot</i> (A)	% Shares in <i>ETot</i> (B)	% ΔE_Tot (C)	% Shares in ΔE_Tot (D)
<i>Manufacturing Energy Consumption</i>	2,161,550		2,450,749		13%	
<i>Coke and refined petroleum products</i>	1,196,229	55.30%	1,027,419	41.90%	-14%	-58%
<i>Basic metals</i>	286,310	13.20%	429,846	17.50%	50%	50%
<i>Chemicals and chemical products*</i>	165,905	7.70%	167,746	6.80%	1%	1%
<i>Textiles, wearing apparel and leather products</i>	142,761	6.60%	154,792	6.30%	8%	4%
<i>Other non-metallic mineral products</i>	119,551	5.50%	253,043	10.30%	112%	46%
<i>Food products, beverages and tobacco products</i>	68,310	3.20%	94,102	3.80%	38%	9%
<i>Rubber and plastic products</i>	54,240	2.50%	131,644	5.40%	143%	27%
<i>Wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials</i>	31,710	1.50%	36,110	1.50%	14%	2%
<i>Paper and paper products</i>	23,050	1.10%	30,050	1.20%	30%	2%
<i>Fabricated metal products, except machinery and equipment</i>	19,596	0.90%	16,392	0.70%	-16%	-1%
<i>Machinery and equipment n.e.c.</i>	15,137	0.70%	26,061	1.10%	72%	4%
<i>Motor vehicles, trailers and semi-trailers</i>	15,026	0.70%	31,405	1.30%	109%	6%
<i>Furniture; other manufacturing**</i>	9,755	0.50%	26,128	1.10%	168%	6%
<i>Electrical equipment</i>	4,872	0.20%	7,829	0.30%	61%	1%
<i>Printing and reproduction of recorded media</i>	4,150	0.20%	8,570	0.30%	107%	2%
<i>Other transport equipment</i>	2,720	0.10%	5,912	0.20%	117%	1%
<i>Computer, electronic and optical products</i>	2,229	0.10%	3,700	0.20%	66%	1%

Source: Corsatea et al. (2019)

Notes: The given values for energy consumption are in thousands of TJ.

* Includes also the manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations.

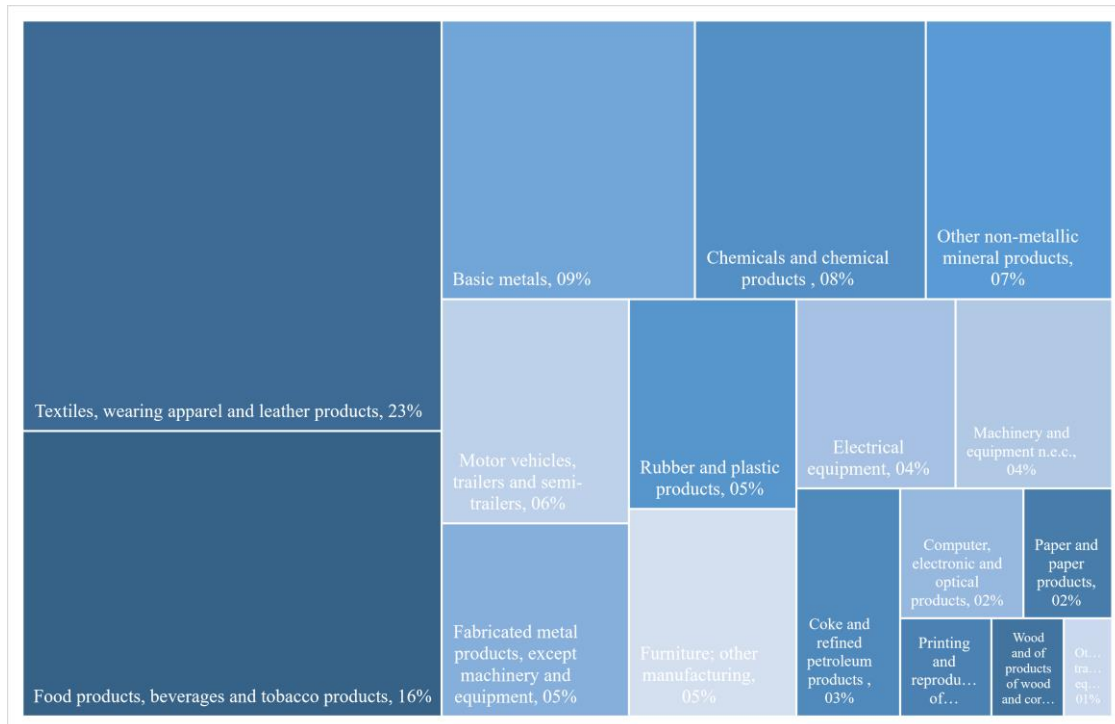
** Includes also the repair and installation of machinery and equipment.

It is seen that the five largest energy-consuming sub-sectors that are *coke and refined petroleum products*, *basic metals*, *chemicals*, *textile and other non-metallic mineral products*, remained the same in this period; however, their share in total manufacturing energy demand declined from 88.4% in 2003 to 82.9% in 2014. It is also noticeable that the most significant share in total manufacturing energy demand belongs to the manufacture of *coke and refined petroleum products* in both years. However, the energy consumption of this sector decreased by 14%, resulting in a parallel decline in the sectoral energy consumption share from 55.3% to 41.9%. However, the magnitude of the sector's energy consumption led the manufacture of coke and refined petroleum products to have the largest share in the change in total energy demand with -%58.

The second biggest energy-consuming sub-sector was the manufacture of *basic metals* in 2003, having a share of 13.2% in total demand. With a 50% increase in energy consumption, equalling to the most significant increase in absolute terms during this period, its weight rose to 17.5% in 2014. Iron and steel production, the most significant energy-consuming sub-sector in national energy balance tables, falls into this sub-sectoral group. On the other hand, in *chemicals and chemical products*, the increase in energy consumption stayed quite limited, and the sector's share in energy consumption decreased from 7.7% to 6.8%. A similar decrease occurred in *textile production*, and despite the 8% increase in sub-sectoral energy demand, the weight of this sub-sector in manufacturing energy consumption decreased from 6.6% to 6.3%, and it became the fifth largest energy-consuming sector in 2014. At the same time, *the manufacture of other non-metallic mineral products*, including cement production, became the third largest energy-consuming sub-sector in 2014, increasing its share in manufacturing energy consumption to 10.3% as a result of a 112% increase in its energy demand during this period. Additionally, this sector had the third largest share (%46) in total change in the manufacturing energy demand. Aside from these five sectors, *rubber and plastic products* emerged as another important energy-consuming sub-sector, increasing their share from 2.2% in 2000 to 5.4% in 2014.

Similar to the most significant energy-consuming sectors, there has not been a considerable change among the five least energy-consuming sectors except *the manufacturing of furniture and other manufacturing activities* in which the energy consumption almost tripled, increasing from 9.7 thousand TJ in 2000 to 26.1 thousand TJ in 2014 and thus the sector's share in manufacturing energy demand rose to over 1%.

Figure 2. Sub-sectoral distribution of real value-added in the manufacturing sector in 2003



Source: Timmer et al., (2015)

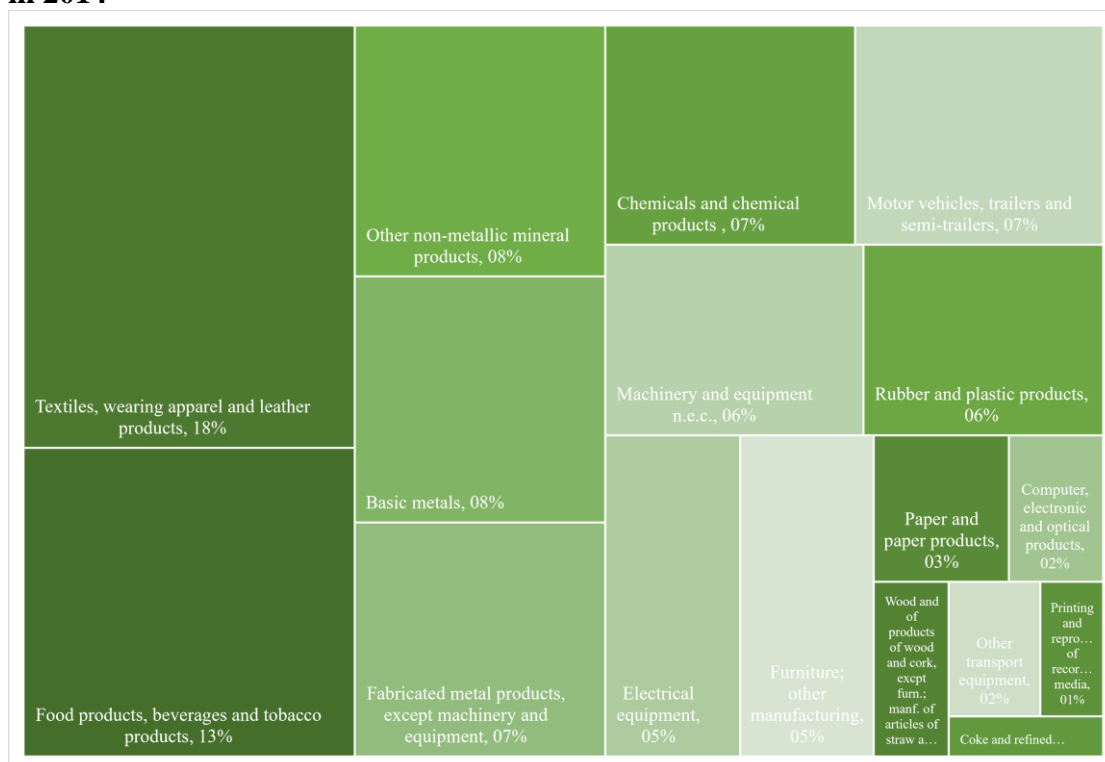
Even though there has not been a considerable change in the sub-sectoral distribution of energy consumption in the manufacturing sector, there seems to be a slight shift in its production structure in this period. Similar to the most significant energy-consuming sectors, there has not been a considerable change among the five least energy-consuming sectors except *the manufacturing of furniture and other manufacturing activities* in which the energy consumption almost tripled, increasing from 9.7 thousand TJ in 2000 to 26.1 thousand TJ in 2014 and thus the sector's share in manufacturing energy demand rose to over 1%.

Figure 2 and Figure 3 demonstrate the sub-sectoral distribution of real value-added produced in the manufacturing sector in 2003 and 2014, respectively. Although the two most prominent industries, *textile* and *food products*, remained the same, their total share in manufacturing value-added decreased from 38,5% to 30,7% in this period. In contrast, the total percentage of these sectors in manufacturing energy demand slightly increased from 9.8% to 10.2%.

On the other hand, value-added in *other non-metallic metal products* increased more than two times, in parallel to the increase in its energy demand. Its share rose from 6.9% to 8%, leading the sub-sector to have the third largest share in the manufacturing sector. A more significant upward shift also occurred in *fabricated metal products* manufacturing as its share increased from 4.8% to 7.4%. The industry became the fourth largest sub-sector in 2014 while its energy consumption decreased. On the other hand,

because the increase in the value-added in *basic metals* and *chemicals* stayed limited, their share fell from 9.3% and 8.5% to 7.8% and 6.9%, despite the increase in the energy demand for basic metals during this period. At the same time, there were considerable increases and, thus, changes in both the value-added and composition of other sectors. Amongst them, similar to the rise in its energy demand, the value-added of *rubber and plastic products* almost doubled, and its weight increased from 4.6% to 5.8%. Similarly, value-added produced in *the manufacturing of wood and of wood products* along with *paper and paper products* almost tripled. The total share of these two sub-sectors in manufacturing value-added increased from 2.4% to 4.2%. Value-added in *other transport equipment* also raised more than four times, and its share increased from 0.6% to 1.6% in this period. Aside from this, the weight of *coke and refined petroleum products* considerably decreased from 3.1% in 2000 to 0.8% in 2014, resulting in a higher decrease (51%) than its energy demand (14%). As a result, in contrast to the stagnant structure of energy consumption in the manufacturing sector, its value-added distribution changed.

Figure 3. Sub-sectoral distribution of real value-added in the manufacturing sector in 2014



Source: Timmer et al. (2015)

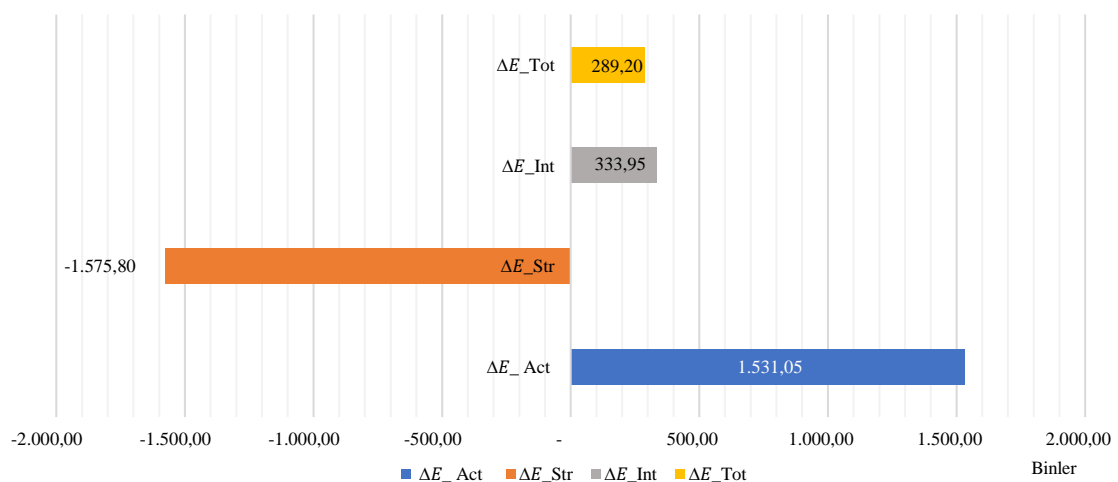
The fact that the change in the sub-sectoral distribution of value-added in the manufacturing sector differs from the change in the sectoral composition of manufacturing energy consumption can be explained by different improvements in the energy intensities of sub-sectors. The impact of changes in sub-sectoral value-added

shares and energy intensities, as well as the change in total value-added of the manufacturing on the manufacturing energy demand, is illustrated in Figure 4.

In this period, the total value-added of the sector increased by 96%, and the impact of this increase on the total energy demand of manufacturing equals 1.58 million TJ, more than five times the actual increase. On the other hand, while energy intensity decreased in most of the sub-sectors during this period, the total energy intensity impact had an increasing effect on sectoral energy demand, equalling 333.96 thousand TJ. This impact mainly originated from the increase in the energy intensity of coke and refined petroleum products, as shown in Table 3. A 75.3% increase in sub-sectoral energy intensity led to a 622.9 thousand TJ increase in energy demand, equalling more than two times the manufacturing sector's total increase in energy consumption.

It is also seen that structural impact was the only contributor to the reduction in energy demand. Without any change in the weights of sub-sectors in manufacturing value-added, the total amount of energy consumption increase would be more than five times higher than the actual level. Similarly to the intensity effect, the main components of the structural effect came from the decrease in the sectoral share of coke and refined petroleum products, leading to a reduction of 1.54 million TJ in energy consumption.

Figure 4. Decomposition of the change in the energy consumption of manufacturing sector, 2003-2014



Source: Author’s own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

Table 3 provides a detailed breakdown of the structural and intensity effects, with the first column (A) showing the percentage change in the sector's value-added and the second column (B) showing the change in the sectoral energy consumption in percentage form. The third column (C) displays the percentage change in sectoral value-added shares for calculating structural effect in index decomposition analysis. The next column (D) shows the structural effect (ΔE_{Str}) associated with a specific sub-sector, and the sum of these effects gives the overall structural effect. The following column (E) gives

the percentage contribution of each sector's structural impact on the total change in manufacturing energy demand, showing how much each sector's share change contributes to the overall change in energy demand for manufacturing. Column (F) displays the percentage change in sectoral energy intensity, while column (G) presents the sectoral contributions to the total intensity effect in the analysis. The last column (H) indicates the percentage contribution of each sector's energy intensity impact on the change in total manufacturing energy demand.

Table 3. Components of structural and intensity effects in manufacturing energy demand change, 2003-2014

2003-2014	% Change in VA (A)	% ΔE_{Tot} (B)	% Changes in Sectoral VA Shares (C)	ΔE_{Str} (D)	% Contribution to ΔE_{tot} through ΔE_{Str} (E)	% Changes in EI (F)	ΔE_{Int} (G)	% Contribution to ΔE_{Tot} through ΔE_{Int} (H)
Food products, beverages and tobacco products	60.7%	37.8%	-17.9%	-15.9	-5.5%	-14.3%	-12.4	-4.3%
Textiles, wearing apparel and leather products	52.9%	8.4%	-21.8%	-36.6	-12.7%	-29.1%	-51.2	-17.7%
Wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials	246.4%	13.9%	77.0%	19.3	6.7%	-67.1%	-37.7	-13.0%
Paper and paper products	222.8%	30.4%	64.9%	13.2	4.6%	-59.6%	-23.9	-8.3%
Printing and reproduction of recorded media	78.4%	106.5%	-8.8%	-0.6	-0.2%	15.7%	0.9	0.3%
Coke and refined petroleum products	-51.0%	-14.1%	-75.0%	-1536.6	-531.3%	75.3%	622.9	215.4%
Chemicals and chemical products*	59.9%	1.1%	-18.3%	-33.7	-11.7%	-36.8%	-76.5	-26.4%
Rubber and plastic products	144.9%	142.7%	25.1%	19.6	6.8%	-0.9%	-0.8	-0.3%
Other non-metallic mineral products	127.7%	111.7%	16.4%	27.0	9.3%	-7.1%	-13.0	-4.5%
Basic metals	64.3%	50.1%	-16.1%	-61.8	-21.4%	-8.6%	-31.8	-11.0%
Fabricated metal products, except machinery and equipment	204.8%	-16.4%	55.8%	8.0	2.7%	-72.6%	-23.2	-8.0%
Computer, electronic and optical products	61.9%	66.0%	-17.3%	-0.6	-0.2%	2.5%	0.1	0.0%
Electrical equipment	170.2%	60.7%	38.1%	2.0	0.7%	-40.5%	-3.2	-1.1%
Machinery and equipment n.e.c.	212.0%	72.2%	59.5%	9.4	3.2%	-44.8%	-12.0	-4.1%
Motor vehicles, trailers and semi-trailers	143.5%	109.0%	24.4%	4.9	1.7%	-14.2%	-3.4	-1.2%
Other transport equipment	390.4%	117.4%	150.6%	3.8	1.3%	-55.7%	-3.4	-1.2%
Furniture; other manufacturing**	131.6%	167.8%	18.4%	2.8	1.0%	15.6%	2.4	0.8%
Total Effects ((Str. & Int.))				-1575.8			334.0	

Source: Corsatea et al. (2019)

Notes: The given values for energy consumption are in thousands of TJ.

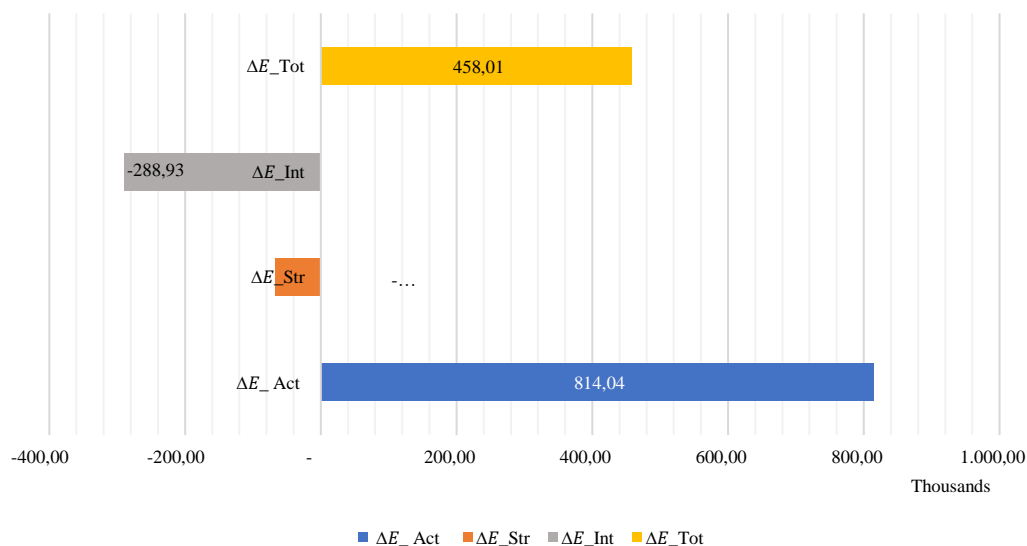
* Includes also the manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations.

** Includes also the repair and installation of machinery and equipment.

Despite the limited weight of coke and refined petroleum products in manufacturing value-added as shown in Similar to the most significant energy-consuming sectors, there has not been a considerable change among the five least energy-consuming sectors except *the manufacturing of furniture and other manufacturing activities* in which the energy consumption almost tripled, increasing from 9.7 thousand TJ in 2000 to 26.1 thousand TJ in 2014 and thus the sector’s share in manufacturing energy demand rose to over 1%.

Figure 2 and Figure 3, since it is the most energy-intensive sub-sector and constitutes almost half of the energy demand of manufacturing activities, the changes in its energy intensity and weight in total manufacturing value-added affected all the driving factors of energy change significantly and had a comparatively much more significant impact than the same changes in other sectors. Including coke and refined petroleum products produced by the coke ovens and oil refineries, this sector is one of the main components of double counting of energy resources in WIOD energy accounts. In the national energy balance tables, this sector is given a place in the transformation section where the conversion of primary energy resources into secondary fuels are shown. For this reason, it is considered beneficial to decompose the changes in other manufacturing sub-sectors this time to have a clear understanding of the driving factors of energy consumption change by excluding this sector.

Figure 5. Decomposition of the change in the energy consumption of other manufacturing sector, 2003-2014



Source: Author’s own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

It is seen in Figure 5 that by eliminating the impact of changes in the manufacturing of coke and refined petroleum products, the magnitude of the activity and structural impacts lowered considerably, whereas the intensity impact became the most dominant driving factor contributing to the reduction in the total energy demand of other

manufacturing activities. Between 2003 and 2014, the activity impact related to the increase in the value-added of the other manufacturing activities was equalling 814 thousand TJ, almost two times (178%) of the actual change in energy demand. The decreasing impact of structural change on total energy consumption change declined to 67.1 thousand TJ, equalling 15% of the total change in energy consumption. On the other hand, although the decrease in total energy intensity of other manufacturing activities was only 26%, and the decoupling was weaker as the value of the decoupling index $\varepsilon_{\text{other manufacturing}}$ was higher (0.52) than $\varepsilon_{\text{manufacturing}}$ (0.14); the energy intensity had a decreasing impact on total energy demand amounting to 289 thousand TJ, more than half of the total change (63%).

Looking at the other sectors in Table 3, it is observed that a decrease in a sector's weight in total value-added leads to a reduction in total energy consumption. In contrast, increases in the sectoral shares always have an impact of increasing the total energy consumption even if there is a strong decoupling in that sector. However, the magnitude of these impacts (in an increasing or decreasing way) depends on not only the level of changes in sectoral shares but also the weight of this sector in total energy demand and its energy intensity. Aside from the coke and refined petroleum products, the weight of six sub-sectors (*food products, textile, printing and reproduction, chemicals, basic metals and computer, electronic and optical products*) in manufacturing value-added decreased. Even though the decline in the value-added share was similar to each other in some sub-sectors, its impact on manufacturing energy demand varied considerably.

Amongst these sub-sectors, the most significant decline in the sectoral share occurred in textile, equalling 21.8% and leading to a reducing impact on manufacturing energy demand, equalling 36.7 thousand TJ, or -12.7% of total change. Another decline happened in the share of chemicals and chemical products with 18.3%, creating a reducing structural impact of 33.7 thousand TJ, or -11.7% of total change. On the other hand, in sub-sectors of food products, beverages and tobacco products along with the computer, electronic and optical products, sectoral shares declined at a similar rate, 17.9% and 17.3%. Still, their reducing contribution to total change was 15.85 thousand TJ (-5.5%) and 0.6 thousand TJ (-0.2%), respectively. Additionally, the reduction in the sectoral share of printing and reproduction of recorded media was 8.8%, but its impact on the energy demand change was 0.6 thousand TJ, similar to the structural impact caused by the computer, electronic and optical products. In basic metals sectors, the decline in the sectoral value-added share was limited to 16.1%, but its reducing contribution to the energy demand of the manufacturing sector was considerably high, equalling 61.8 thousand TJ, or -21.4%.

Accordingly, the highest increase in the value-added share occurred in the sub-sector of other transport equipment, with 150.6%. Still, the impact of this increase was limited to an increase of 2.8 thousand TJ in energy demand or 1% of total change. The second largest increase occurred in the wood and of wood products with 77%, and the

impact of this increase was 19.3 thousand TJ or 6.7% of the total change in energy demand. In paper and paper products, the increase in the sectoral value-added share was 64.9%, and its sub-sectoral structural impact was an increase of 13.2 thousand TJ, equalling 4.6% of total energy demand. The increase in the sectoral value-added shares of machinery and equipment as well as fabricated metal products was similar to each other with 59.5% and 55.8%, and the sub-sectoral structural impact of these increases equalled 3.2% and 2.7% of the total change in energy consumption; equalling 9.4 thousand TJ and 7.9 thousand TJ, respectively. The increase in the weight of electrical equipment in manufacturing value-added was 38.1%, causing an increase of 2 thousand TJ in manufacturing energy demand. While there was a similar increase in the sectoral value-added shares of motor vehicles and rubber and plastic products, the impact of these increases varied and was realised as 4.9 thousand TJ (1.7%) and 19.6 thousand TJ (6.8%), respectively. Similarly, an 18.6% increase in the weight of furniture and other manufacturing activities led to a rise in sub-structural impact on energy demand, equalling 2.8 thousand TJ or 1%. In contrast, a 16.4% increase in the value-added weight of other non-metallic mineral products led to 27 thousand TJ increase in manufacturing energy consumption, equalling 9.3%.

In this regard, while the weight of 10 out of 16 other sub-sectors in manufacturing value-added increased, the total impact of this increase on energy demand change was less than the total impact of the reduction in the weight of six sub-sectors. Thus, the net structural impact of all changes in the sectoral value-added shares was a reduction in the manufacturing energy consumption, equalling 67.1 thousand TJ when excluding the impact of the change in the value-added share of coke and refined petroleum products.

It is also worth noting that in the majority of the sub-sectors in which sectoral value-added shares increased, sectoral energy intensities decreased considerably, and these reductions were more than the reductions in the energy intensities of sub-sectors of which weight in manufacturing value-added decreased. This seems to be the reason behind the limited impact of structural changes on energy demand.

Looking at the changes in sub-sectoral energy intensities in Table 3, it is seen that in 13 out of 17 sub-sectors, energy intensity decreased at varying levels, and the highest decrease occurred in fabricated metal products with 72.6% causing a decreasing impact on energy demand equalling 23.2 thousand TJ, or 8% of total change. However, similar to the structural impact, the level of intensity impact changes among the sub-sectors changed independently from the rate of increase or decrease in energy intensity. In that light, the second most significant decrease in energy intensity was observed in the wood and of wood products with 67.1%, but its decreasing impact was higher than the decrease in the energy intensity of fabricated metal products equalling 37.7 thousand TJ, or -13% of total change. In paper and other transport sectors, the decrease in energy intensity was similar to each other. Still, the sub-sectoral intensity impact realised as 23.4 thousand TJ (-8.3%) and 3.6 thousand TJ (-1.2%), respectively. Similarly, a 44.8%

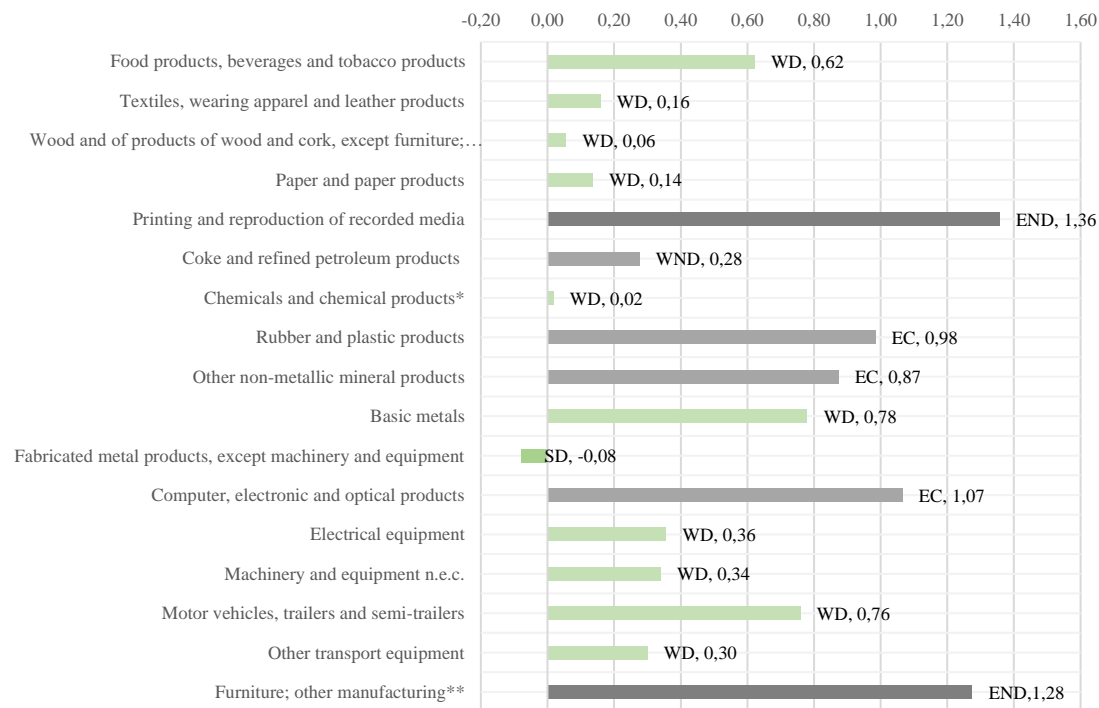
reduction in the energy intensity of the machinery and equipment and a 40.5% reduction in the energy intensity of electrical equipment resulted in intensity impacts accounting for 12.0 thousand TJ (-4.1%) and 3.24 thousand TJ (-1.1%), respectively.

On the other hand, a decrease in energy intensity with a rate of 36.8% in chemicals and chemicals products led to a comparatively higher intensity impact equalling 76.5 thousand TJ, or -26.4% of the total change in energy demand. Likewise, a 29.1% decrease in the energy intensity of the textile industry contributed to the decline in manufacturing energy demand by 17.7%, equalling 51.2 thousand TJ. In food, beverages and tobacco, and motor vehicles, almost the same level of decrease in energy intensity led to the reduction in energy demand by 12.4 thousand TJ (-4.3%) and 3.4 thousand TJ (-1.2%). In the basic metal industry, energy intensity reduction by only 8.6% led to a decrease in energy demand by 31.8 thousand TJ, equalling -11% of the total change in energy consumption. The smallest second decrease in energy intensity occurred in the other non-metallic mineral products with 7.1% and led to decreasing impact on energy consumption by -4.5% of total change, equalling 13.0 thousand TJ. The smallest decrease in the energy intensity occurred in the rubber and plastic products industry with 0.9% and led to a slight decline in manufacturing energy demand of 0.8 thousand TJ, or -0.3% of the total change in energy demand.

Excluding the coke and refined petroleum products, the highest increase in energy intensity was 15.7% and occurred in the printing and reproduction of recorded media leading to a rise in energy consumption by only 0.9 thousand TJ. Almost the same increase in energy intensity realised in furniture and other manufacturing activities, leading to a rise in energy consumption by 0.8%, equalling 2.4 thousand TJ. A relatively small energy intensity increase realised in computer, electronic and optical products by 2.5%, and this led to a neglectable amount of rise in manufacturing energy consumption equalling only 70 TJ.

It is seen that if the coke and refined petroleum products are not taken into consideration, a decrease in energy intensity in the majority of the sub-sectors led to the intensity impact to be the main driving factor contributing to a considerable amount of energy savings in the manufacturing sector in between 2003 and 2014.

Figure 6. Decoupling of value-added growth and energy consumption in manufacturing, 2003-2014



Source: Author's own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

Notes:

* Also includes the manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations.

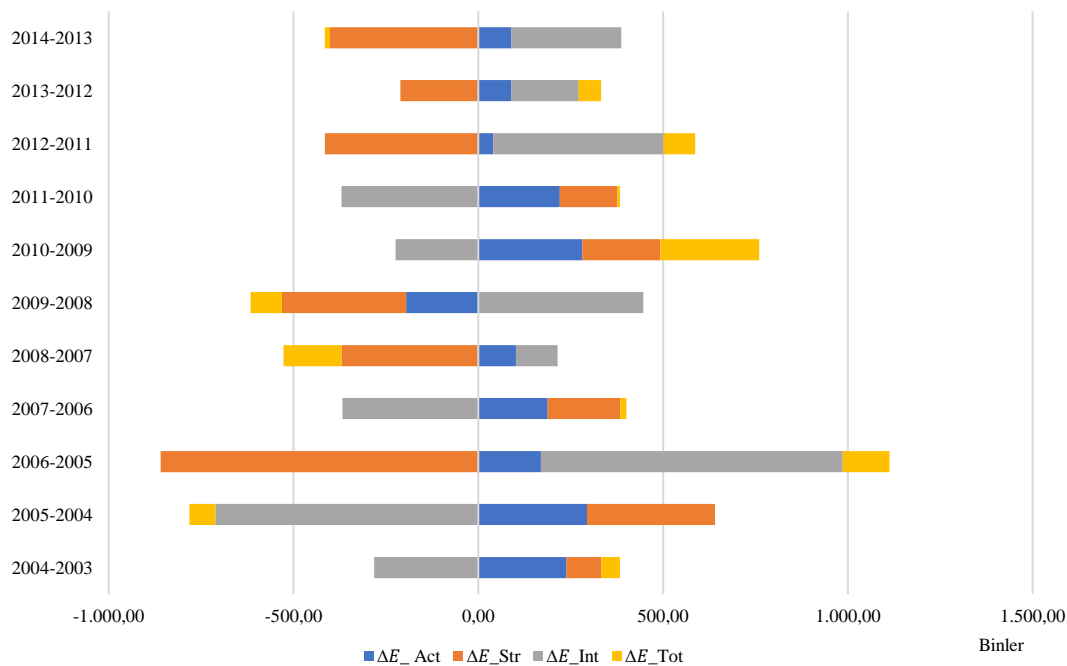
** Also includes the repair and installation of machinery and equipment.

The decoupling performance of each sub-sector is illustrated in Figure 6. Due to decreases in the energy intensities, the increase in energy consumption was less than the increase in real value-added in 11 out of 17 sub-sectors resulting in weak decoupling between energy consumption and growth. On the other hand, in chemical and chemical products, the value of the decoupling index, $\epsilon_{chemicals}$, is close to zero, indicating better decoupling performance among these sub-sectors. Only in fabricated metal products, there was strong decoupling as energy consumption decreased by 16% while the sub-sectoral value-added increased by more than two times. As in two sectors, namely the printing and the reproduction of recorded media as well as the furniture and other manufacturing activities, the increase in energy consumption was higher than the increase in value-added, resulting in expansive negative decoupling. There was weak negative decoupling in the coke and refined petroleum products as the decrease in value-added was higher than the decrease in energy consumption. In three sub-sectors, namely, rubber and plastic products, other non-metallic mineral products and computer, electronic and optical products, there was expansive coupling as the rate of increase in energy demand was almost the same as the increase in value-added.

It is easily notable in Figure 7 that structural and intensity effects were stronger than the activity effect in almost all years except 2010 and the coke and refined

petroleum products were the main component behind the large structural and intensity impacts in all years except 2009 and 2010. In these years, changes in the sectoral share and energy intensity of basic metals outweighed the impacts of changes in all other sectors. Also, in the years 2005, 2008, 2009 and 2014, energy consumption decreased, and only in 2009 the downsizing in the economic activity contributed to this decline. In 2005, intensity impact was the main driving factor of this reduction, whereas, in 2008, 2009 and 2014, the structural impact was the main driving factor of the decline in annual energy demand in the manufacturing sector.

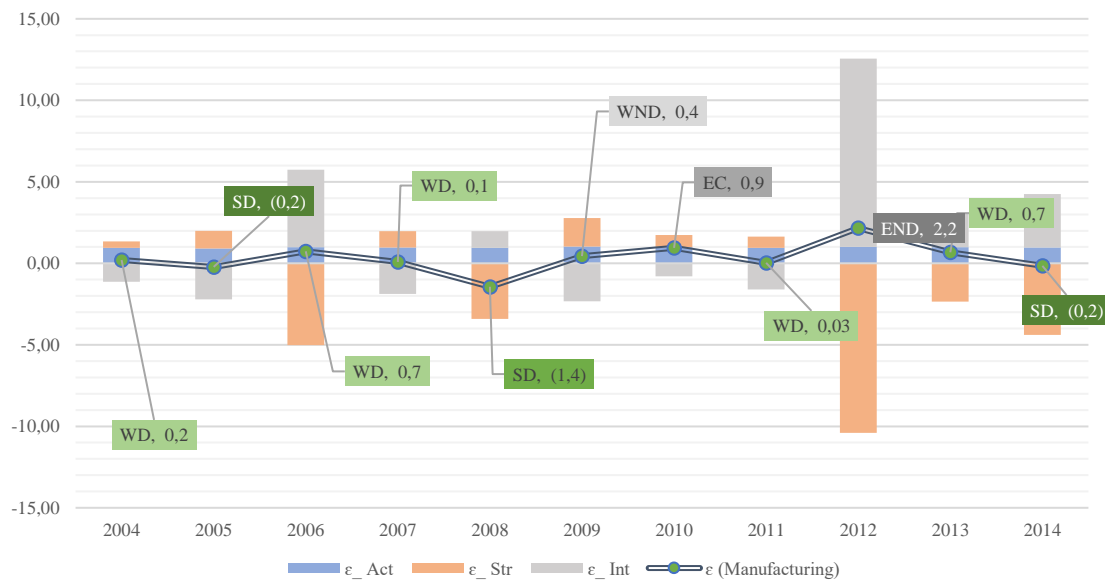
Figure 7. Decomposition of annual changes in the energy consumption of manufacturing sector, 2003-2014



Source: Author's own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

Figure 8 shows the annual decoupling between energy consumption and value-added growth together with the contributions of the driving factors to the annual decoupling index, $\epsilon_{\text{manufacturing}}$. In 8 out of 11 years, there was decoupling at varying degrees, and in three years, namely in 2005, 2008 and 2014, there was strong decoupling as the energy consumption decreased while real value-added rose. In other years, in 2009, 2010, and 2012 increase in energy consumption was higher than the increase in real value-added. In 2012, the rise in energy intensity, of which the main component was the manufacturing of coke and refined petroleum products, was the main reason behind the high energy demand. Similarly, when a strong decoupling occurred between energy consumption and growth, intensity (2005) and structural (2008 and 2014) effects, of which the main component was the same sub-sector, were the only driving factors.

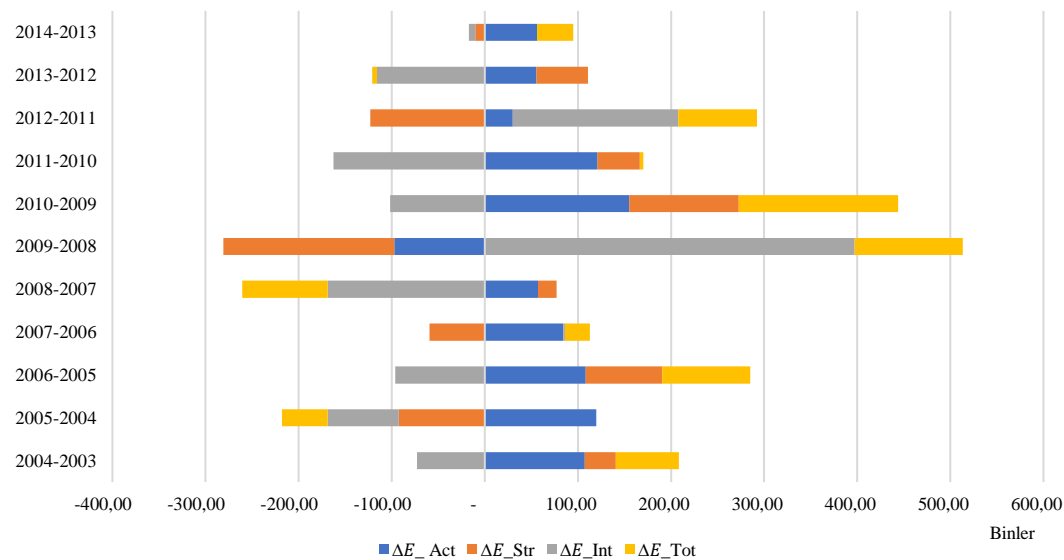
Figure 8. Contribution of driving factors to decoupling in manufacturing sector, 2003-2014



Source: Author's own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

To eliminate the dominant impact of this sector on the changes in energy demand of manufacturing sector, Figure 9 depicts the decomposition of the annual changes in total energy consumption of other manufacturing activities and the decoupling between energy demand of these activities and the value-added is shown in Figure 10. A detailed analysis of the sub-sectoral components of each driving factor in Appendix (B4) shows that basic metals was the dominant sub-sector among other manufacturing activities and the most significant contributions to structural and intensity effect came from this industry. Additionally, the magnitude of the activity effect increased and became noticeable, however, in neither of the three years energy consumption decreased, namely in 2005, 2008 and 2013; the activity effect contributed to this decline. On the contrary, despite the reduction in real value-added and thus the decreasing activity effect observed in 2009; there was a rise in total energy consumption of other manufacturing activities, and the increase in the energy intensity of basic metals was the main component behind the intensity effect that has an increasing impact. Similarly, in the majority of years, namely 2004, 2006, 2009 and 2010-2013, changes in the sectoral value-added share and energy intensity of this industry were dominant components of structural and intensity effects on the change in energy consumption.

Figure 9. Decomposition of annual changes in the energy consumption of other manufacturing sector, 2003-2014



Source: Author's own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

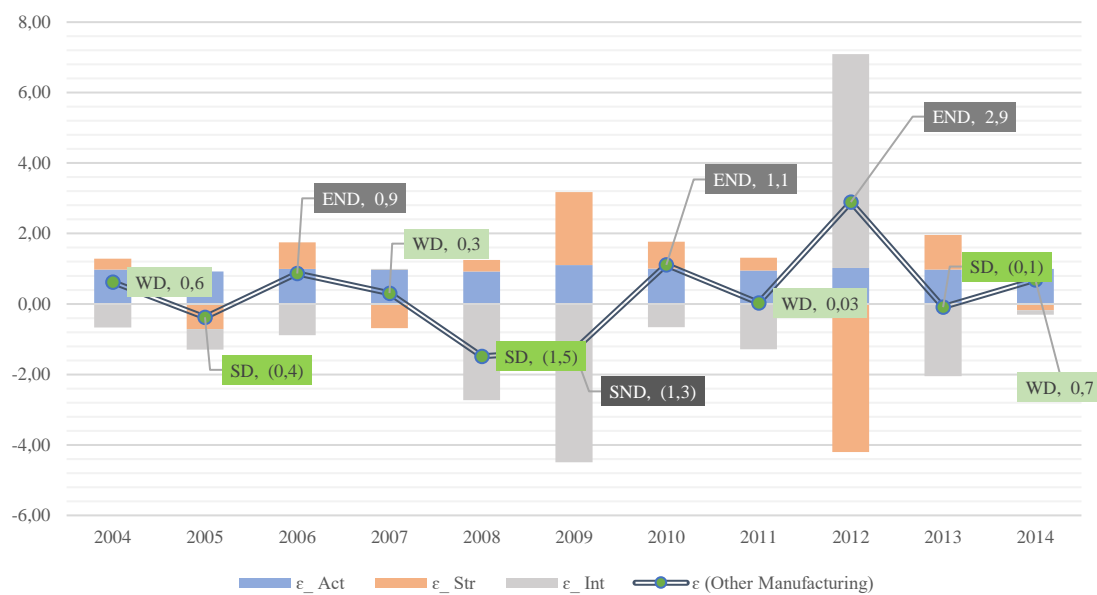
On the other hand, in 2005 and 2008 and 2013, when the decline in energy consumption was driven by the intensity (2005, 2008 and 2013) and structural effect (2005), the contribution of other industries was equally significant. In 2005, a decrease in the energy intensity of textile and other non-metallic mineral products offset the impact of the increase in energy intensity of basic metals. Similarly, the decreasing impact of structural effect mainly arose from the decline in the sectoral value-added shares of both basic metals and chemical products. In 2008, in addition to basic metals, energy intensity reduction in textile, chemical products, and rubber and plastic sub-sectors were the main components of the intensity. In 2013, chemical products and rubber and plastics were among the main components of intensity effect, along with basic metals.

As stated before, the decoupling performance of other manufacturing industries weakened when coke and refined petroleum products were not taken into consideration. Similarly, the number of years in which decoupling was observed declined to seven. In other years, the degree of negative decoupling increased since, in all these years, there was either expansive or strong negative decoupling. In three out of seven years in which decoupling was observed, namely in 2005, 2008 and 2013, there was strong decoupling. The main contributing factor was the structural effect in 2005, while in other years, it was the energy intensity improvements in different sectors, including basic metals, textile, chemical products, other non-metallic minerals and rubber and plastics.

On the other hand, in other years when decoupling was seen, albeit weak, in 2004, 2007, 2011 and 2014, energy intensity and structural effect contributed to decoupling. The main component of these effects was the value-added and energy

intensity changes in the basic metals sector. In 2009, in parallel to the decline in general economic activity due to the global financial crisis, value-added produced by the other manufacturing activities also declined, despite the increase in energy consumption, resulting in a strong negative decoupling. As can be seen both in Figure 9 and Figure 10 the intensity effect was the driving factor of strong negative decoupling, and the increase in the energy intensity of basic metals was the reason behind this effect. In the other three years, where there was negative decoupling, the activity effect (2006 and 2010) and intensity effect (2012) was the main contributing factor to negative decoupling.

Figure 10. Contribution of driving factors to decoupling in other manufacturing sector, 2003-2014



Source: Author's own calculations based on data retrieved from Corsatea et al. (2019), Timmer et al. (2015) and TURKSTAT (2014, 2021).

7. Conclusion

While energy security and ensuring the continuous supply of energy have been at the core of national energy strategies in Türkiye, as a component of demand-side energy policies, analysing the driving factors behind the change in energy consumption either at the national or industrial level also is considered very important in setting up the sectoral energy policies.

In this context, in the index decomposition analysis used in this study to examine these driving factors of the manufacturing energy consumption between 2003-2014 during which Turkish economy presented high growth rates due to the favourable internal and external conditions.

The decomposition analysis shows, in the first place, the importance of coke and refined petroleum products in energy demand. Being the most energy-intensive activity of its own nature, one-unit change in its value-added share or energy intensity outweighs

the impacts of corresponding changes in other sub-sectors. For this reason, the decomposition of changes in energy demand of other manufacturing industries, excluding coke and refined petroleum products, was conducted for a better understanding of the energy consumption structure of other manufacturing activities.

Looking at the changes in energy demand of these activities shows that activity effect was the main driving factor behind the increase in energy demand, whereas structural and energy intensity had a decreasing impact on energy consumption. While sectoral dynamics triggering these structural and intensity effects warrant a comprehensive study of their own, two pivotal factors stand out in influencing the overall transformation within the manufacturing industry. One significant factor contributing to the structural shift in manufacturing during this period was the escalating integration with global markets, impacting the production dynamics across the sector. As highlighted in the (SPO, 2007) report, sub-sectors that once enjoyed competitive advantages in trade, such as textiles, experienced limited growth rates. This decline was attributed to the escalating competitive advantages of Asian companies, particularly following China's entry into the World Trade Organization. The second key influence on the production structure of the manufacturing industry was the rapid growth observed in the construction sector. According to the findings of (Gül & Çakaloglu, 2017) sub-sectors like basic metals, other non-metallic mineral products, and fabricated metals underwent changes driven by their backward linkages with the flourishing construction sector. Along with these factors, the promotion of high value-added production began to find a place in development plans and sectoral incentives were implemented in the latter half of the analysed period. However, it remains inconclusive whether these policies had a determining impact on the production structure (Atiyas & Bakis, 2015; Canbaz, 2019).

In this context, while the majority of sub-sectoral shares increased during this period, the net impact stemming from changes in these shares, i.e., the structural impact, contributed to a reduction in energy demand. This reduction can be attributed to two main reasons: Firstly, the impact of a one-unit increase/decrease in sectoral share had varying effects on total energy consumption depending on this sector's weight in total energy demand and its energy intensity, apart from the magnitude of the change in its sectoral share. In that regard, the first six sectors in which changes in their sectoral shares had the most impact on total energy demand were *basic metals, chemicals and chemical products, textile, other non-metallic mineral products, food, and rubber*, respectively. Another reason for the decreasing impact of structural change is that in the majority of industries in which sectoral shares increased, the reduction in energy intensity was higher than in those where value-added shares decreased.

In terms of the intensity effect, aside from technological dynamics influencing energy efficiencies within each sub-sector, the overall advancements in sub-sectors can be attributed to fundamental shifts in energy policies after the 2000s. There was a notable

transition in energy policies, moving away from the goal of increasing energy supply per capita to prioritizing enhanced energy efficiency (SPO, 2000). The combination of elevated energy prices and challenges in energy supply served as inherent drivers for companies to proactively enhance their energy efficiencies, seeking to mitigate energy costs. Decomposition analysis reveals that a majority of manufacturing industries experienced improvements in varying degrees, with the final impact of these enhancements on total energy demand differing across sectors. In that regard, *chemicals, textiles, wood and of products of wood, basic metals, paper and fabricated metal products* were the major contributors to the intensity effect. However, the sectors where a unit change in energy intensity created the highest intensity effect were the same as those that caused the highest structural effect, which are *basic metals, chemicals and chemical products, other non-metallic products, textile, rubber and food*, respectively. Additionally, energy intensity improvements resulted in decoupling, albeit weak, in many of the manufacturing sub-sectors and in one sector, namely fabricated metal products, there was strong decoupling as there was a decrease in energy consumption despite the increase in the value-added.

In terms on decoupling performance, fabricated metal products sector was the only sector in which there was a strong decoupling. On the other hand, among the other sectors where there was weak decoupling, chemical products, wood, paper, textile, other transport equipment, machinery and electrical equipment turned out to have good decoupling performance respectively. However, in motor vehicles and basic metals decoupling performance was weaker, meaning that there was almost a coupling.

It is also seen in the annual analysis that in seven years between 2003 and 2014, there was a decoupling in other manufacturing industries and in three of them, namely 2005, 2008 and 2013, there was strong decoupling and the main contributing factor was the structural effect in 2005, while in other years it was the energy intensity improvements in different sectors including basic metals, textile, chemical products, other non-metallic minerals and rubber and plastics. On the other hand, despite the decrease in total value-added in 2009, energy consumption increased, illustrating a strong negative decoupling which is again led by the energy intensity increase in basic metals. In terms of the frequency of decoupling years, this picture does not change when coke and refined petroleum products are included in the analysis, but only the degree of decoupling and the years when total energy consumption was decreased differentiated.

It is seen that decoupling occurs temporarily and is very limited, resulting in the fact that activity increase remains the main contributing factor to the rise in energy consumption. On the other hand, the opposite is also true: the decrease in energy consumption does not always occur due to the effect of activity but can also result from improvements in energy intensity and even, albeit limited, structural changes. Thus, downsizing economic activity without realising potential improvements in energy intensity may not always be the only and most accurate way to reduce energy

consumption. Considering energy-intensive sectors such as basic metals, other non-metallic products and chemicals, reducing production without an improvement in energy intensity of these activities may not be sufficient to reduce energy consumption. Therefore, it seems more feasible to assess industrial policies after integrating technological advances into production and maximising energy efficiency. On the other hand, an energy strategy that aims to reduce energy consumption through changes in the production structure should consider sectors with a high share in energy consumption, as changes in their production shares and energy intensities have a comparatively higher impact on the change in energy consumption.

This study focused on a specific period covering 2003-2014, in which there is a positive conjuncture in terms of accessing finance and importing intermediate goods required to manufacturing production due to the low interest and exchange rates. Additionally, encouragement of high value-added production and energy efficiency were just given a place in official strategy documents in this period. Thus, it might be early to assume that production of high value-added goods and with low energy intensity was triggered by industrial and energy policies. In that regard, it would be helpful to compare these findings with a further study covering the following period where sectoral incentives and promotion of energy efficiency is more concrete. For example, Energy Efficiency Strategy approved in 2012 (HPC, 2012) aimed to reduce sub-sectoral energy intensities in the industry by at least 10% by 2023 through various measures. On the other hand, one of the restrictions of the WIOD is that it covers only this period, and for this reason a further study with the same database depends on the further releases of WIOD covering an updated period. In addition, a multi-level decomposition analysis, which allows the analysis of the effects of the changes in the sub-sectors of the manufacturing industry on total energy demand related with all production activities can also provide a better understanding of the impacts of changes at lower hierarchical level on total energy consumption.

References

- Akçay, Ü., & Güngen, A. R. (2019). *The Making of Turkey's 2018-2019 Economic Crisis* (120/2019; IPE Working Papers).
- Akyürek, Z. (2020). LMDI Decomposition Analysis of Energy Consumption of Turkish Manufacturing Industry: 2005–2014. *Energy Efficiency*, 13(4), 649–663. <https://doi.org/10.1007/s12053-020-09846-8>
- Ang, B. W. (2004a). Decomposition Analysis Applied to Energy. In C. J. Cleveland & R. U. Ayres (Eds.), *Encyclopaedia of Energy: Vol. I* (pp. 761–769). Elsevier Academic Press.
- Ang, B. W. (2004b). Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which is the Preferred Method? *Energy Policy*, 32(9), 1131–1139. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00076-4](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00076-4)
- Ang, B. W. (2005). The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide. *Energy Policy*, 33(7), 867–871. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.010>
- Ang, B. W. (2015). LMDI Decomposition Approach: A Guide for Implementation. *Energy Policy*, 86, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.07.007>
- Ang, B. W., & Choi, K.-H. (1997). Decomposition of Aggregate Energy and Gas Emission Intensities for Industry: A Refined Divisia Index Method. *The Energy Journal*, 18(3), 59–73.
- Ang, B. W., & Goh, T. (2019). Index Decomposition Analysis for Comparing Emission Scenarios: Applications and Challenges. *Energy Economics*, 83, 74–87. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.013>
- Ang, B. W., Huang, H. C., & Mu, A. R. (2009). Properties and Linkages of Some Index Decomposition Analysis Methods. *Energy Policy*, 37(11), 4624–4632. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.017>
- Ang, B. W., & Liu, F. L. (2001). A New Energy Decomposition Method: Perfect in Decomposition and Consistent in Aggregation. *Energy*, 26(6), 537–548. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(01\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(01)00022-6)
- Ang, B. W., Liu, F. L., & Chew, E. P. (2003). Perfect Decomposition Techniques in Energy and Environmental Analysis. *Energy Policy*, 31(14), 1561–1566. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00206-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00206-9)
- Ang, B. W., Liu, F. L., & Chung, H.-S. (2004). A Generalized Fisher Index Approach to Energy Decomposition Analysis. *Energy Economics*, 26(5), 757–763. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.02.002>
- Ang, B. W., & Wang, H. (2015). Index Decomposition Analysis with Multidimensional and Multilevel Energy Data. *Energy Economics*, 51, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.06.004>
- Ang, B. W., & Xu, X. Y. (2013). Tracking industrial energy efficiency trends using index decomposition analysis. *Energy Economics*, 40, 1014–1021. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.05.014>

- Ang, B. W., Zhang, F., & Choi, K. (1998). Factorizing Changes in Energy and Environmental Indicators through Decomposition. *Energy*, 23(6), 489–495. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(98\)00016-4](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(98)00016-4)
- Ang, B. W., & Zhang, F. Q. (2000). A Survey of Index Decomposition Analysis in Energy and Environmental Studies. *Energy*, 25(12), 1149–1176. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(00\)00039-6](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(00)00039-6)
- Atiyas, I., & Bakis, O. (2015). Structural Change and Industrial Policy in Turkey. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(6), 1209–1229. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1080523>
- Boyd, G. A., Hanson, D. A., & Sterner, T. (1988). Decomposition of Changes in Energy Intensity. *Energy Economics*, 10(4), 309–312. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(88\)90042-4](https://doi.org/10.1016/0140-9883(88)90042-4)
- Boyd, G. A., & Pang, J. X. (2000). Estimating the linkage between energy efficiency and productivity. *Energy Policy*, 28(5), 289–296. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00016-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00016-1)
- Boyd G., McDonald J.F., Ross M., & Hanson D.A. (1987). Separating the Changing Composition of U.S. Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach. *The Energy Journal*, 8(2), 77–96.
- Burğaç Çil, A. (2023). Türkiye imalat sanayinde enerji yoğunluğu: Firma bazında kanıtlar. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(4), 987–998. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1306918>
- Canbaz, M. (2019). Türkiye’de 2000 Sonrası Ekonomide Teşvik Politikaları ve 2018 Döviz Kuru Dalgalanmasının Karşılaştırmalı Analizi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 60–79.
- Corsatea, T. D., Román, M. V., Amores, A. F., Neuwahl, F., Velázquez Afonso, A., Rueda-Cantucho, J. M., Arto, I., & Lindner, S. (2019). *World Input-Output Database Environmental Accounts. Update 2000-2016*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2760/024036>
- de Boer, P., & Rodrigues, J. F. D. (2020). Decomposition Analysis: when to use which method? *Economic Systems Research*, 32(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/09535314.2019.1652571>
- Diakoulaki, D., & Mandaraka, M. (2007). Decomposition Analysis for Assessing the Progress in Decoupling Industrial Growth from CO2 Emissions in the EU Manufacturing Sector. *Energy Economics*, 29(4), 636–664. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.01.005>
- Engo, J. (2021). Driving Forces and Decoupling Indicators for Carbon Emissions from the Industrial Sector in Egypt, Morocco, Algeria, and Tunisia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(12), 14329–14342. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11531-3>
- EU. (2022). Decision (EU) 2022/591 of the European Parliament and of the Council of 6 April 2022 on a General Union Environment Action Programme to 2030. In *Official Journal of the European Union* (2022/591; pp. 22–26). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022D0591&from=EN>

- Förster, H., Schumacher, K., De Cian, E., Hübler, M., Keppo, I., Mima, S., & Sands, R. D. (2013). European Energy Efficiency and Decarbonization Strategies Beyond 2030—A Sectoral Multi-Model Decomposition. *Clim. Change Econ.*, 04(supp01), 1340004. <https://doi.org/10.1142/S2010007813400046>
- Genty, A., Arto, I., & Neuwahl, F. (2012). *Final Database of Environmental Satellite Accounts: Technical Report on Their Compilation*. <https://www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod/wiod-2013-release?lang=en>
- Gouma, R., Chen, W., Woltjer, P., & Timmer, M. (2016). *WIOD Socio-Economic Accounts 2016 Sources and Methods*. <https://www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod/wiod-2016-release?lang=en>
- Grand, M. C. (2016). Carbon Emission Targets and Decoupling Indicators. *Ecological Indicators*, 67, 649–656. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.042>
- Gül, Z. B., & Çakaloglu, M. (2017). İnşaat Sektörünün Dinamikleri: Türkiye için 2000-2014 Girdi-Çıktı Analizi. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(36), 130–155. <https://doi.org/10.25294/auibfd.357622>
- He, H., & Myers, R. J. (2021). Log Mean Divisia Index Decomposition Analysis of the Demand for Building Materials: Application to Concrete, Dwellings, and the U.K. *Environmental Science & Technology*, 55(5), 2767–2778. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02387>
- HPC. (2012). High Planning Council Decision on Energy Efficiency Strategy Paper 2012-2023. In *Official Gazette*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225-7.htm>
- IEA. (2021). *Turkey 2021*. https://iea.blob.core.windows.net/assets/cc499a7b-b72a-466c-88de-d792a9daff44/Turkey_2021_Energy_Policy_Review.pdf
- Karagöl, E. T., Kavaz, İ., Kaya, S., & Özdemir, B. Z. (2017). *Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası* (203). <https://setav.org/assets/uploads/2017/06/Analiz203.pdf>
- Karakaya, E., Bostan, A., & Özçağ, M. (2019). Decomposition and decoupling analysis of energy-related carbon emissions in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(31), 32080–32091. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06359-5>
- Karakaya, E., & Özçağ, A. G. M. (2003). Türkiye Açısından Kyoto Protokolü'nün Değerlendirilmesi ve Ayrıştırma (Decomposition) Yöntemi ile CO2 Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi. *METU International Conference in Economics VII*.
- Liu, F. L., & Ang, B. W. (2003). Eight Methods for Decomposing the Aggregate Energy-Intensity of Industry. *Applied Energy*, 76(1–3), 15–23. [https://doi.org/10.1016/S0306-2619\(03\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0306-2619(03)00043-6)
- Lu, Z., Wang, H., & Yue, Q. (2011). Decoupling Indicators: Quantitative Relationships between Resource Use, Waste Emission and Economic Growth. (*In Chinese*) *Resources Science*, 13(1), 2–9.
- MENR. (2024). National Energy Balance Tables 1990-2022. In *Reports of Directorate General of Energy Affairs*. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

- Meyer, J. W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340–363. <https://doi.org/10.1086/226550>
- ODYSSEE-MURE. (2021). *ODYSSEE Decomposition Tool*. <https://www.indicators.odyssee-mure.eu/decomposition.html>
- OECD. (2002). *Sustainable Development - Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth*. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/decoupling-the-environmental-impacts-of-transport-from-economic-growth/decoupling-indicators_9789264027138-6-en
- OECD. (2011). *Towards Green Growth*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264111318-en>
- Official Gazette. (2007). *Law No:5627*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-2.htm>
- Orhangazi, Ö., & Yeldan, A. E. (2021). The Re-making of the Turkish Crisis. *Development and Change*, 52(3), 460–503. <https://doi.org/10.1111/dech.12644>
- Orhangazi, Ö., & Yeldan, A. E. (2023). “Türkiye Modeli” - 2021 ve Sonrası: Rastgele hedefler, gerçekleştirmeler ve bir bilanço. *METU Studies in Development*, 50(1), 171–194. <https://doi.org/10.60165/metusd.v50i1.1286>
- Ozdemir, A. C. (2023). Decomposition and decoupling analysis of carbon dioxide emissions in electricity generation by primary fossil fuels in Turkey. *Energy*, 273. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127264>
- Özşahin, G. (2019). Decomposition of Industrial Energy Consumption in Turkey. *Journal of Research in Economics*, 3(2), 192–211. <https://doi.org/10.35333/JORE.2019.55>
- Parrique, T., Barth, J., Briens, F., Kuokkanen, A., & Spangenberg, J. H. (2019). Decoupling Debunked - Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. *European Environmental Bureau*. <https://eeb.org/wp-content/uploads/2019/07/Decoupling-Debunked.pdf>
- Reitler, W., Rudolph, M., & Schaefer, H. (1987). Analysis of the Factors Influencing Energy Consumption in Industry. *Energy Economics*, 9(3), 145–148. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(87\)90019-3](https://doi.org/10.1016/0140-9883(87)90019-3)
- Roux, N., & Plank, B. (2022). The misinterpretation of structure effects of the LMDI and an alternative index decomposition. *MethodsX*, 9, 101698. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101698>
- Shenning, Q. (2020). The Decomposition Analysis of Carbon Emissions: Theoretical Basis, Methods and Their Evaluations. *Chinese Journal of Urban Environmental Studies*, 08(04). <https://doi.org/https://doi.org/10.1142/S2345748120500207>
- Song, Y., & Zhang, M. (2017). Using a New Decoupling Indicator (ZM decoupling indicator) to Study the Relationship between the Economic Growth and Energy Consumption in China. *Natural Hazards*, 88(2), 1013–1022. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2903-6>
- SPO. (2000). *8th Five-Year Development Plan*.

- SPO. (2007). *9th Five-Year Development Plan – Industrial Policies Specialisation Commission Report*.
- Sun, J. W. (1998). Changes in Energy Consumption and Energy Intensity: A Complete Decomposition Model. *Energy Economics*, 20(1), 85–100. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(97\)00012-1](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(97)00012-1)
- Tapio, P. (2005). Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*, 12(2), 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.001>
- Taştan, K. (2022). *Decarbonising EU-Turkey Energy Cooperation: Challenges and Prospects* (23; SWP Comment 2022 C23). <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2022C23/>
- Taymaz, E., & Voyvoda, E. (2023). Türkiye ekonomisinde dış ticaret, cari denge ve yapısal dönüşüm. *METU Studies in Development*, 50(1), 29–54. <https://doi.org/10.60165/metusd.v50i1.1288>
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer R., & de Vries, G. J. (2015). An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: The Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 23, 575–605. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/roie.12178>
- Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (2016). *An Anatomy of the Global Trade Slowdown based on the WIOD 2016 Release* (Issue 162). https://www.rug.nl/ggdc/html_publications/memorandum/gd162.pdf
- Türköz, K. (2021). Türkiye’de Sektörel Enerji Kullanımındaki Değişimlerin İtici Güçleri: Ayrıştırma Analizi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1038–1052. <https://doi.org/10.33206/mjss.853348>
- TURKSTAT. (2014). Some Basic Indicators by Economic Activity According to NACE Rev.2. In *Annual Industry and Services Statistics, 2003-2009*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1>
- TURKSTAT. (2021). Value Added at Factor Costs by Economic Activities. In *Annual Industry and Service Statistics (NACE Rev.2)*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1>
- Wang, W., Liu, R., Zhang, M., & Li, H. (2013). Decomposing the Decoupling of Energy-related CO2 Emissions and Economic Growth in Jiangsu Province. *Energy for Sustainable Development*, 17(1), 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.11.007>
- Wang, Z., Feng, C., Chen, J., & Huang, J. (2017). The driving forces of material use in China: An index decomposition analysis. *Resources Policy*, 52, 336–348. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.04.011>
- Xu, X. Y., & Ang, B. W. (2014). Multilevel Index Decomposition Analysis: Approaches and Application. *Energy Economics*, 44, 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.05.002>

- Yılmaz Ataman, A. (2022). Index Decomposition Analysis and Energy Consumption of Turkey: 2000-2014. *Journal of Research in Economics*, 2(2), 107–134. <https://doi.org/10.29228/JOE.17>
- Yılmaz, A., Ürüt Kelleci, S., & Bostan, A. (2016). Türkiye İmalat Sanayiinde Enerji Tüketiminin İncelenmesi: Ayrıştırma Analizi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 205-224.
- Zhang, M., & Wang, W. (2013). Decoupling Analysis of Electricity Consumption from Economic Growth in China. *Journal of Energy in Southern Africa*, 24(2), 57–66. <https://doi.org/10.17159/2413-3051/2013/v24i2a3131>
- Zhang, Y.-J., & Da, Y.-B. (2015). The Decomposition of Energy-Related Carbon Emission and its Decoupling with Economic Growth in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1255–1266. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.021>
- Zhang, Z. (2000). Decoupling China's Carbon Emissions Increase from Economic Growth: An Economic Analysis and Policy Implications. *World Development*, 28(4), 739–752. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(99\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00154-0)

DISCLOSURE STATEMENTS:

Research and Publication Ethics Statement: This study has been prepared in accordance with the rules of scientific research and publication ethics.

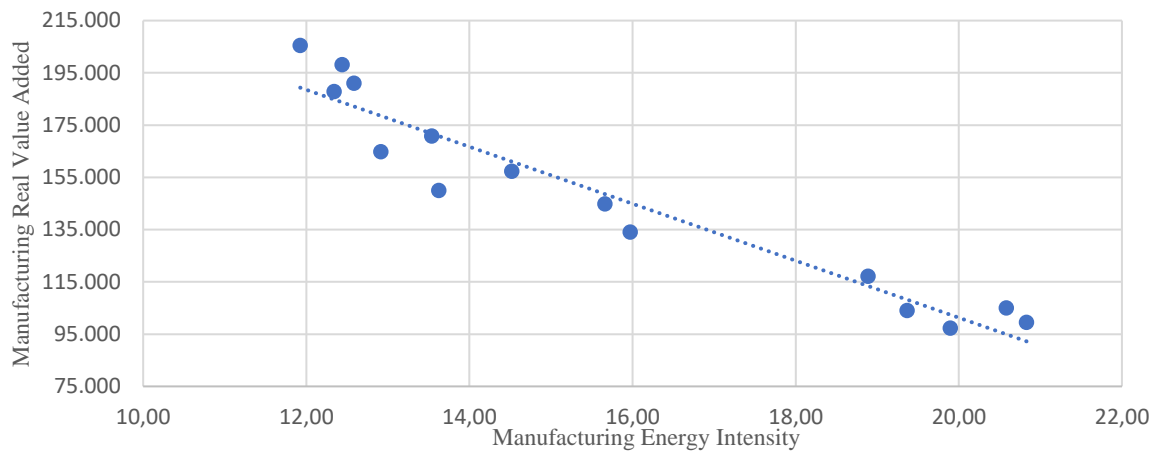
Contribution rates of the authors: First author (100%)

Conflicts of Interest: Author states that there is no conflict of interest.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was not obtained because human subjects were not used in the research described in the paper.

Appendix-A

Figure A-1. A scatterplot of energy intensity and value added in the manufacturing sector (2000-2014)



Source: Corsatea et al. (2019)

Figure A-1 shows a negative correlation between energy intensity and real value-added in the manufacturing industry, showing that value-added increases while energy intensity decreases. In other words, an increase in energy efficiency comes with an increase in value added. The positive relationship between the increase in energy efficiency and value-added can be explained by the fact that the same technological developments driven the increase in energy efficiency can result in an increase in productivity. Among many studies exploring the relationship between energy efficiency and productivity and investigating the extent to which energy-related technological improvements lead to productivity increases, Boyd & Pang (2000) focus on the plant-level data in the glass industry and support the linkage between energy efficiency and productivity. Their findings indicate a correlation between higher energy intensity and lower productivity in plants. Additionally, it is noted that while energy costs contribute to total production costs, policies aimed at improving energy efficiency can yield not only productivity gains but also other benefits. One of the recent firm-level research by Montalbano et al. (2022) confirms a positive, albeit varied, relationship between energy efficiency measures and increased productivity, depending on factors such as firm size, industry, and geographical region. Burgaç Çil (2023) focuses on the four energy-intensive subsectors within the cement, textile, weaving, and basic iron and steel industries between 2003 and 2015. In alignment with the presented scatterplot, the study identifies a positive relationship between energy efficiency and total factor productivity, fixed capital stock per employee, and firm size within these subsectors.

Appendix-B: IDA calculations
B-1 IDA for manufacturing activities 2003-2014 (period-wise analysis)

	CALCULATIONS				
	2003-2014	2003-2014	2003-2014	2003-2014	2003-2014
	E(t) -E (t-14)	ln E(t)- ln E(t-14)	ln (Qt/Qt-14)	ln (St/St-14)	ln (It/It-14)
Manufacturing Total	289,199.13	0.13		0.67	
C10_12	25,792.12	0.32		0.47	-0.20
C13_15	12,030.64	0.08		0.42	-0.25
C16	4,400.50	0.13		1.24	0.57
C17	7,000.25	0.27		1.17	0.50
C18	4,420.42	0.73		0.58	-0.09
C19	(168,810.17)	(0.15)		-0.71	-1.38
C20_21	1,841.00	0.01		0.47	-0.20
C22	77,404.58	0.89		0.90	0.22
C23	133,492.42	0.75		0.82	0.15
C24	143,535.77	0.41		0.50	-0.18
C25	(3,204.27)	(0.18)		1.11	0.44
C26	1,470.87	0.51		0.48	-0.19
C27	2,957.35	0.47		0.99	0.32
C28	10,923.77	0.54		1.14	0.47
C29	16,379.06	0.74		0.89	0.22
C30	3,192.22	0.78		1.59	0.92
C31_33	16,372.59	0.99		0.84	0.17

DRIVING FACTORS (Tera Joule)				
2000-2014				
TOTAL EFFECT (Tera Joule) 2000-2014	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	ΔE_{Tot}
C10_12	54,050.76	- 15,849.99	- 12,408.65	25,792.12
C13_15	99,817.12	- 36,632.81	- 51,153.67	12,030.64
C16	22,731.28	19,336.80	- 37,667.57	4,400.50
C17	17,718.74	13,209.85	- 23,928.34	7,000.25
C18	4,091.72	- 561.88	890.59	4,420.42
C19	744,915.31	- 1,536,606.40	622,880.92	(168,810.17)
C20_21	111,986.39	- 33,695.35	- 76,450.04	1,841.00
C22	58,600.67	19,582.39	- 778.47	77,404.58
C23	119,510.79	26,998.82	- 13,017.19	133,492.42
C24	237,118.55	- 61,818.69	- 31,764.09	143,535.77
C25	12,047.35	7,952.82	- 23,204.44	(3,204.27)
C26	1,948.47	- 550.01	72.42	1,470.87
C27	4,184.85	2,012.76	- 3,240.27	2,957.35
C28	13,497.62	9,384.12	- 11,957.96	10,923.77
C29	14,914.57	4,855.76	- 3,391.27	16,379.06
C30	2,759.92	3,777.64	- 3,345.34	3,192.22
C31_33	11,155.93	2,801.12	2,415.54	16,372.59
TOTAL EFFECT (Tera Joule) 2000-2014	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	ΔE_{Tot}
Contributions of Driving Factors to Total Effect (Tera Joule)	1,531,050.02	- 1,575,803.05	333,952.17	289,199.13
% Shares of Driving Factors in Total Effect (%)	5.29	(5.45)	1.15	1.00

B-2 IDA for manufacturing activities 2003-2014 (annual analysis)

	CALCULATIONS										
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)
Manufacturing Total (C10_33)	50,918.7	(70,622.0)	126,367.4	16,317.6	(156,103.6)	(84,659.7)	268,077.0	6,643.8	86,092.9	60,430.4	(14,263.5)
C10_12	(8,756.6)	124.7	3,679.3	6,561.6	(10,357.0)	38,121.1	34,092.8	(33,326.4)	(1,972.0)	(8,854.7)	6,479.4
C13_15	(12,981.8)	(25,754.8)	9,427.9	39,200.8	(59,934.6)	13,696.6	13,027.2	(6,561.1)	16,443.5	10,498.9	14,968.0
C16	(2,640.0)	(4,527.0)	697.7	2,649.8	(8,070.0)	4,714.7	(237.0)	(9,589.6)	7,843.7	13,201.9	356.4
C17	(3,423.9)	(1,736.7)	2,151.0	183.2	(1,272.7)	(426.0)	41.1	2,221.7	1,862.2	2,692.7	4,707.7
C18	(332.0)	635.3	653.5	513.4	76.2	(94.0)	495.4	15.7	282.5	1,114.6	1,059.8
C19	(16,999.0)	(21,519.1)	31,936.7	(10,485.3)	(64,444.0)	(200,998.2)	97,054.5	2,866.0	1,418.5	65,501.5	(53,141.8)
C20_21	43,505.8	(17,088.5)	11,676.2	(35,578.7)	(54,221.1)	65,771.8	17,383.3	(10,164.7)	26,042.8	(37,531.5)	(7,954.4)
C22	3,252.4	2,588.5	13,578.4	(7,440.7)	(18,963.2)	28,787.8	48,179.0	10,516.5	12,176.8	(9,837.1)	(5,434.0)
C23	28,388.0	(20,293.5)	9,657.0	21,680.8	45,236.3	(22,275.2)	5,245.5	11,309.0	13,700.8	28,350.4	12,493.2
C24	19,426.7	12,274.4	31,764.2	1,088.5	20,887.8	(9,334.4)	39,387.0	28,880.1	(1,523.3)	1,753.5	(1,068.7)
C25	(1,778.2)	(248.2)	2,974.0	(602.9)	(6,940.5)	(535.1)	2,129.2	(1,532.4)	2,648.2	(1,857.1)	2,538.8
C26	(155.6)	281.6	414.2	267.3	(48.3)	(422.6)	483.8	50.0	25.3	354.6	220.6
C27	(616.3)	460.7	587.7	194.0	301.0	(605.4)	935.4	129.0	283.7	402.6	884.9
C28	(1,125.5)	1,552.4	2,064.2	620.3	1,458.6	(1,833.9)	3,062.3	62.7	1,519.0	(234.1)	3,777.7
C29	3,799.3	1,498.8	2,502.6	(1,673.2)	993.0	(2,888.4)	285.1	9,138.3	(452.8)	325.2	2,851.2
C30	762.6	381.8	399.3	(317.1)	227.4	(738.4)	148.2	1,714.4	(155.6)	339.5	430.1
C31_33	592.7	747.6	2,203.6	(544.4)	(1,032.4)	4,399.8	6,364.1	914.6	5,949.6	(5,790.4)	2,567.7
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)	ln E(t)- ln E(t-1)
Manufacturing Total (C10_33)	0.02	- 0.03	0.06	0.01	- 0.07	- 0.04	0.12	0.00	0.04	0.02	- 0.01
C10_12	- 0.14	0.00	0.06	0.10	- 0.16	0.49	0.30	- 0.29	- 0.02	- 0.10	0.07
C13_15	- 0.10	- 0.22	0.09	0.30	- 0.50	0.14	0.12	- 0.06	0.14	- 0.08	0.10
C16	- 0.09	- 0.17	0.03	0.10	- 0.34	0.21	- 0.01	- 0.50	0.43	0.46	0.01
C17	- 0.16	- 0.09	0.11	0.01	- 0.07	- 0.02	0.00	0.11	0.09	0.11	0.17
C18	- 0.08	0.15	0.14	0.10	0.01	- 0.02	0.08	0.00	0.05	0.16	0.13
C19	- 0.01	- 0.02	0.03	- 0.01	- 0.06	- 0.20	0.10	0.00	0.00	0.06	- 0.05
C20_21	0.23	- 0.09	0.06	- 0.19	- 0.39	0.45	0.09	- 0.05	0.13	- 0.19	- 0.05
C22	0.06	0.04	0.20	- 0.11	- 0.34	0.48	0.49	0.08	0.09	- 0.07	- 0.04
C23	0.21	- 0.15	0.07	0.15	0.25	- 0.12	0.03	0.06	0.07	0.13	0.05
C24	0.07	0.04	0.10	0.00	0.06	- 0.03	0.10	0.07	- 0.00	0.00	- 0.00
C25	- 0.10	- 0.01	0.16	- 0.03	- 0.43	- 0.04	0.16	- 0.11	0.18	- 0.13	0.17
C26	- 0.07	0.13	0.16	0.09	- 0.02	- 0.15	0.17	0.02	0.01	0.11	0.06
C27	- 0.14	0.10	0.12	0.04	0.05	- 0.11	0.17	0.02	0.04	0.06	0.12
C28	- 0.08	0.11	0.12	0.03	0.08	- 0.10	0.16	0.00	0.07	- 0.01	0.16
C29	0.23	0.08	0.12	- 0.08	0.05	- 0.14	0.01	0.38	- 0.02	0.01	0.10
C30	0.25	0.10	0.10	- 0.08	0.06	- 0.19	0.04	0.39	- 0.03	0.06	0.08
C31_33	0.06	0.07	0.18	- 0.04	- 0.08	- 0.32	0.33	0.04	0.23	- 0.22	0.10
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)
Manufacturing Total (C10_33)	0.11	0.14	0.08	0.08	0.05	- 0.09	0.13	0.10	0.02	0.04	0.04
C10_12	- 0.06	0.25	- 0.05	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.10	- 0.03	0.05
C13_15	0.02	0.07	0.09	- 0.03	- 0.04	- 0.09	0.14	0.11	0.04	0.08	0.03
C16	0.12	0.52	- 0.06	0.34	- 0.07	- 0.03	0.21	0.05	0.22	- 0.13	0.07
C17	0.24	0.29	0.15	0.04	- 0.09	0.14	0.11	0.11	0.08	- 0.02	0.14
C18	0.09	0.55	- 0.24	0.06	0.09	- 0.02	0.08	- 0.04	0.08	- 0.03	- 0.04
C19	0.16	0.52	- 0.75	0.30	- 0.30	- 0.25	0.23	0.21	- 0.28	- 0.22	- 0.34

C20_21	0.08	- 0.10	0.15	0.01	0.05	0.11	0.18	- 0.02	0.01	- 0.03	0.04
C22	0.18	0.10	0.16	- 0.00	0.17	- 0.01	0.07	0.13	0.06	0.02	0.03
C23	0.27	0.22	0.21	0.04	- 0.13	- 0.12	0.17	0.01	0.03	0.08	0.04
C24	0.20	- 0.14	0.33	- 0.05	0.23	- 0.71	0.44	0.30	- 0.31	0.21	0.01
C25	0.10	0.35	- 0.00	0.08	- 0.02	0.16	0.13	0.12	0.11	0.04	0.06
C26	0.11	0.15	0.09	- 0.32	0.15	0.04	- 0.01	0.09	0.07	0.04	0.06
C27	0.27	0.24	0.19	0.10	0.14	- 0.11	- 0.00	0.09	- 0.01	0.13	- 0.04
C28	0.20	0.28	0.14	0.13	0.00	- 0.06	0.18	0.16	0.06	0.02	0.03
C29	0.32	- 0.16	0.07	0.54	0.15	- 0.28	0.15	0.12	- 0.02	0.01	0.01
C30	0.25	0.06	0.02	0.68	0.55	- 0.21	- 0.02	0.05	0.00	- 0.07	0.27
C31_33	- 0.04	0.09	0.09	0.19	0.02	0.12	0.09	0.08	0.08	0.01	0.11
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)
Manufacturing Total (C10_33)											
C10_12	- 0.16	0.12	- 0.13	0.03	0.01	0.11	- 0.12	- 0.09	0.08	- 0.07	0.01
C13_15	- 0.09	- 0.07	0.01	- 0.11	- 0.09	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	- 0.00
C16	0.01	0.39	- 0.13	0.26	- 0.11	0.06	0.08	- 0.05	0.21	- 0.17	0.03
C17	0.13	0.15	0.07	- 0.05	- 0.14	0.23	- 0.02	0.02	0.06	- 0.06	0.10
C18	- 0.02	0.42	- 0.32	- 0.03	0.04	0.07	- 0.05	- 0.14	0.06	- 0.06	- 0.08
C19	0.05	0.39	- 0.83	0.22	- 0.35	- 0.15	0.10	0.11	- 0.29	- 0.26	- 0.38
C20_21	- 0.03	- 0.23	0.07	- 0.07	- 0.00	0.20	0.05	- 0.11	- 0.01	- 0.07	0.01
C22	0.07	- 0.03	0.08	- 0.09	0.12	0.08	- 0.06	0.04	0.04	- 0.02	- 0.01
C23	0.16	0.09	0.13	- 0.04	- 0.17	- 0.03	0.04	- 0.09	0.01	0.04	0.01
C24	0.09	- 0.28	0.25	- 0.13	0.18	- 0.62	0.31	0.20	- 0.33	0.18	- 0.03
C25	- 0.01	0.21	- 0.08	- 0.01	- 0.06	0.25	0.00	0.02	0.09	- 0.00	0.02
C26	0.00	0.02	0.02	- 0.40	0.10	0.14	- 0.14	- 0.01	0.05	0.00	0.03
C27	0.17	0.10	0.11	0.02	0.10	- 0.02	- 0.13	- 0.01	- 0.03	0.09	- 0.08
C28	0.09	0.14	0.06	0.04	- 0.04	0.03	0.05	0.07	0.05	- 0.01	- 0.01
C29	0.21	- 0.30	- 0.01	0.45	0.11	- 0.19	0.02	0.02	- 0.04	- 0.03	- 0.03
C30	0.14	- 0.08	- 0.05	0.60	0.51	- 0.12	- 0.15	- 0.04	- 0.02	- 0.11	0.24
C31_33	- 0.15	- 0.04	0.01	0.11	- 0.03	0.21	- 0.04	- 0.01	0.06	- 0.03	0.07
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)
Manufacturing Total (C10_33)											
C10_12	- 0.08	- 0.25	0.11	- 0.02	- 0.21	0.48	0.29	- 0.30	- 0.12	- 0.07	0.02
C13_15	- 0.12	- 0.29	- 0.00	0.32	- 0.46	0.23	- 0.03	- 0.17	0.10	0.00	0.07
C16	- 0.20	- 0.69	0.08	- 0.24	- 0.27	0.24	- 0.22	- 0.55	0.20	0.59	- 0.06
C17	- 0.40	- 0.38	- 0.04	- 0.03	0.03	- 0.16	- 0.10	0.00	0.01	0.13	0.03
C18	- 0.18	- 0.40	0.38	0.04	- 0.07	0.01	0.00	0.04	- 0.03	0.19	0.17
C19	- 0.18	- 0.54	0.78	- 0.31	0.25	0.05	- 0.13	- 0.20	0.28	0.29	0.29
C20_21	0.16	0.01	- 0.09	- 0.20	- 0.43	0.35	- 0.08	- 0.03	0.12	- 0.16	- 0.09
C22	- 0.12	- 0.06	0.05	- 0.10	- 0.50	0.49	0.42	- 0.05	0.03	- 0.09	- 0.07
C23	- 0.05	- 0.37	- 0.14	0.10	0.38	0.01	- 0.14	0.05	0.04	0.05	0.01
C24	- 0.14	0.18	- 0.24	0.05	- 0.17	0.69	- 0.33	- 0.23	0.31	- 0.21	- 0.01
C25	- 0.19	- 0.36	0.16	- 0.11	- 0.41	- 0.20	0.03	- 0.23	0.08	- 0.16	0.11
C26	- 0.19	- 0.03	0.07	- 0.41	- 0.17	- 0.20	0.19	- 0.07	- 0.06	0.07	- 0.00
C27	- 0.41	- 0.13	- 0.07	- 0.06	- 0.09	- 0.00	0.17	- 0.07	0.06	- 0.07	0.16
C28	- 0.28	- 0.17	- 0.01	- 0.09	0.07	- 0.04	- 0.02	- 0.16	0.01	- 0.03	0.13
C29	- 0.09	0.24	0.05	- 0.61	- 0.11	0.14	- 0.14	0.27	0.01	0.00	0.09
C30	- 0.00	0.04	0.08	- 0.76	- 0.50	0.01	0.06	0.34	- 0.03	0.13	- 0.20
C31_33	0.10	- 0.02	0.09	- 0.23	- 0.10	0.20	0.24	- 0.04	0.14	- 0.23	- 0.00
	ACTIVITY EFFECT (E act)										
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
C10_12	6,972.1	8,058.3	4,735.9	5,503.5	2,998.9	(7,242.6)	14,755.4	10,892.1	1,661.9	3,363.1	3,298.5
C13_15	14,873.2	15,737.7	8,368.4	10,917.5	5,580.1	(9,343.6)	14,615.9	11,066.3	2,061.9	4,918.0	5,345.2

C16	3,317.3	3,614.8	1,916.7	2,193.9	1,096.7	(2,076.6)	3,163.6	1,820.4	312.9	1,047.5	1,304.9
C17	2,325.6	2,533.6	1,458.8	1,664.0	908.9	(1,761.1)	2,402.9	1,873.0	370.1	876.5	1,003.4
C18	434.9	557.9	367.5	443.0	262.7	(531.0)	757.5	581.8	106.6	253.7	291.6
C19	129,730.2	157,939.4	90,376.1	97,896.8	53,228.4	(95,014.2)	124,572.3	96,454.2	17,296.7	38,299.1	38,270.0
C20_21	20,405.2	27,135.0	15,255.4	15,344.2	6,478.5	(13,591.0)	24,427.6	18,317.5	3,409.2	7,088.2	6,235.4
C22	6,100.4	7,945.0	5,131.7	5,775.4	2,609.1	(5,687.6)	12,719.9	12,331.5	2,399.9	5,189.8	4,879.0
C23	14,553.5	18,591.8	10,196.9	12,222.9	8,386.4	(18,127.7)	23,912.7	18,371.1	3,500.3	8,266.2	8,961.1
C24	32,322.2	42,151.0	25,692.7	28,955.7	16,767.7	(34,500.6)	49,466.1	39,648.4	7,331.0	15,723.6	15,630.3
C25	2,041.8	2,391.7	1,464.5	1,673.0	753.2	(1,196.6)	1,749.5	1,316.4	244.6	539.8	547.9
C26	234.9	298.9	196.9	239.8	139.8	(260.5)	362.9	293.0	53.1	120.6	130.3
C27	497.7	605.8	385.4	446.4	262.2	(516.1)	731.9	590.2	109.1	246.5	267.9
C28	1,591.2	1,997.1	1,276.4	1,482.6	880.6	(1,764.7)	2,509.0	1,998.0	370.9	819.0	876.1
C29	1,840.9	2,644.6	1,659.6	1,816.7	1,004.8	(1,942.6)	2,513.6	2,269.9	485.2	1,038.1	1,087.9
C30	337.0	496.1	312.7	339.1	188.4	(356.5)	454.7	417.9	89.0	194.2	206.8
C31_33	1,097.6	1,448.7	936.7	1,076.6	567.8	(1,297.6)	2,478.5	2,186.1	447.8	963.4	901.5
STRUCTURAL EFFECT (E str)											
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
C10_12	(10,506.6)	7,064.2	(7,903.7)	2,166.6	495.0	8,711.8	(13,746.6)	(10,012.0)	8,218.5	(6,038.5)	1,284.2
C13_15	(11,933.5)	(7,708.7)	1,300.4	(14,560.8)	(10,482.2)	654.7	1,497.6	1,766.1	2,453.2	5,478.3	(460.0)
C16	185.1	10,305.2	(3,301.2)	6,932.5	(2,672.9)	1,413.8	1,865.5	(916.7)	3,808.5	(4,765.7)	1,099.7
C17	2,723.2	2,891.8	1,401.8	(926.5)	(2,764.0)	4,342.3	(455.3)	336.8	1,315.1	(1,367.0)	2,861.9
C18	(65.2)	1,718.8	(1,508.7)	(143.1)	229.3	390.5	(280.2)	(825.2)	394.7	(429.0)	(620.4)
C19	62,380.0	455,354.9	(970,908.7)	261,469.8	(398,749.6)	(155,575.8)	94,701.2	113,735.2	(298,726.6)	(271,461.4)	(396,196.9)
C20_21	(5,942.1)	(46,549.7)	14,045.4	(13,609.2)	(165.0)	29,000.3	8,980.0	(21,836.7)	(1,236.6)	(13,382.9)	1,018.3
C22	3,937.2	(1,847.4)	5,314.1	(6,033.0)	6,759.0	4,905.5	(5,683.6)	4,767.0	5,520.3	(2,818.6)	(1,044.6)
C23	21,016.7	11,728.3	17,419.4	(5,587.6)	(31,373.7)	(5,929.7)	7,983.8	(16,615.3)	2,946.6	9,572.8	1,360.6
C24	27,963.6	(86,278.1)	84,835.2	(46,872.1)	65,055.8	(226,707.3)	116,726.4	84,132.0	(142,221.1)	75,688.9	(12,453.0)
C25	(196.4)	3,789.5	(1,557.4)	(133.8)	(1,013.1)	3,190.8	30.2	337.4	1,315.2	(19.3)	343.4
C26	8.5	40.3	46.0	(1,162.3)	315.7	381.2	(404.5)	(28.8)	170.9	2.1	96.5
C27	752.6	459.8	554.5	93.3	547.6	(86.6)	(755.8)	(31.2)	(198.4)	638.2	(583.1)
C28	1,356.8	2,100.5	1,021.1	792.7	(805.3)	592.5	923.3	1,406.3	980.5	(284.3)	(256.7)
C29	3,475.4	(5,781.3)	(252.2)	9,983.6	2,296.3	(3,855.8)	409.3	480.6	(1,169.2)	(775.2)	(811.9)
C30	426.6	(277.9)	(220.6)	2,446.6	2,053.1	(437.4)	(527.9)	(181.6)	(86.3)	(563.9)	1,357.3
C31_33	(1,514.7)	(466.9)	145.7	1,432.3	(320.9)	2,928.6	(747.8)	(333.4)	1,706.6	(710.3)	1,752.9
INTENSITY EFFECT (E int)											
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
C10_12	(5,222.2)	(14,997.7)	6,847.1	(1,108.5)	(13,850.9)	36,651.9	33,084.1	(34,206.5)	(11,852.4)	(6,179.3)	1,896.7
C13_15	(15,921.5)	(33,783.8)	(240.9)	42,844.1	(55,032.5)	22,385.5	(3,086.4)	(19,393.4)	11,928.4	102.5	10,082.7
C16	(6,142.4)	(18,447.0)	2,082.2	(6,476.6)	(6,493.9)	5,377.4	(5,266.1)	(10,493.2)	3,722.3	16,920.2	(2,048.2)
C17	(8,472.8)	(7,162.1)	(709.6)	(554.2)	582.4	(3,007.2)	(1,906.4)	11.8	177.0	3,183.2	842.4
C18	(701.7)	(1,641.5)	1,794.7	213.6	(415.8)	46.5	18.1	259.1	(218.8)	1,289.9	1,388.6
C19	(209,109.2)	(634,813.4)	912,469.2	(369,851.8)	281,077.2	49,591.8	(122,219.0)	(207,323.4)	282,848.4	298,663.8	304,785.1
C20_21	29,042.7	2,326.1	(17,624.6)	(37,313.8)	(60,534.6)	50,362.5	(16,024.3)	(6,645.5)	23,870.1	(31,236.9)	(15,208.1)
C22	(6,785.2)	(3,509.1)	3,132.6	(7,183.0)	(28,331.4)	29,569.9	41,142.8	(6,582.0)	4,256.6	(12,208.3)	(9,268.4)
C23	(7,182.2)	(50,613.6)	(17,959.3)	15,045.5	68,223.6	1,782.2	(26,650.9)	9,553.3	7,253.8	10,511.3	2,171.5
C24	(40,859.1)	56,401.5	(78,763.8)	19,004.8	(60,935.7)	251,873.5	(126,805.5)	(94,900.3)	133,366.8	(89,659.0)	(4,245.9)
C25	(3,623.6)	(6,429.4)	3,066.9	(2,142.1)	(6,680.5)	(2,529.3)	349.5	(3,186.2)	1,088.3	(2,377.6)	1,647.5
C26	(399.0)	(57.6)	171.3	1,189.8	(503.8)	(543.3)	525.5	(214.2)	(198.7)	231.9	(6.3)
C27	(1,866.6)	(604.9)	(352.2)	(345.7)	(508.7)	(2.8)	959.2	(430.0)	373.0	(482.1)	1,200.0
C28	(4,073.5)	(2,545.2)	(233.3)	(1,655.0)	1,383.4	(661.6)	(370.0)	(3,341.5)	167.6	(768.9)	3,158.3
C29	(1,517.0)	4,635.5	1,095.3	(13,473.5)	(2,308.1)	2,910.0	(2,637.8)	6,387.8	231.2	62.3	2,575.1
C30	(1.0)	163.6	307.2	(3,102.8)	(2,014.1)	55.5	221.5	1,478.0	(158.4)	709.2	(1,134.0)
C31_33	1,009.8	(234.2)	1,121.2	(3,053.3)	(1,279.3)	2,768.8	4,633.4	(938.0)	3,795.1	(6,043.5)	(86.7)
CONTRIBUTIONS OF DRIVING FACTORS TO TOTAL EFFECT (Tera Joule)											
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013

ΔE_{Act}	238,675.73	294,147.53	169,732.36	187,991.11	102,114.13	- 195,210.55	281,593.71	220,427.56	40,250.33	88,947.17	89,237.96
ΔE_{Str}	94,067.50	346,543.21	- 859,569.05	196,288.95	- 370,594.98	- 336,080.57	210,515.66	156,180.48	- 414,807.93	- 211,235.51	- 401,251.78
ΔE_{Int}	- 281,824.50	- 711,312.77	816,204.10	- 367,962.42	112,377.29	446,631.44	- 224,032.40	- 369,964.22	460,650.53	182,718.76	297,750.32
ΔE_{Tot}	50,918.73	- 70,622.03	126,367.41	16,317.64	- 156,103.56	- 84,659.69	268,076.96	6,643.82	86,092.93	60,430.42	- 14,263.50
% SHARES OF DRIVING FACTORS IN TOTAL EFFECT (%)											
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
ΔE_{Act}	4.69	(4.17)	1.34	11.52	(0.65)	2.31	1.05	33.18	0.47	1.47	(6.26)
ΔE_{Str}	1.85	(4.91)	(6.80)	12.03	2.37	3.97	0.79	23.51	(4.82)	(3.50)	28.13
ΔE_{Int}	(5.53)	10.07	6.46	(22.55)	(0.72)	(5.28)	(0.84)	(55.69)	5.35	3.02	(20.87)
ΔE_{Tot}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

B-3 IDA for manufacturing activities 2003-2014 (period-wise analysis) - excluding coke and refined petroleum products

	CALCULATIONS				
	2003-2014	2003-2014	2003-2014	2003-2014	2003-2014
	$E(t) - E(t-14)$	$\ln E(t) - \ln E(t-14)$	$\ln (Qt/Qt-14)$	$\ln (St/St-14)$	$\ln (It/It-14)$
Manufacturing Total	458,020.30	0.39	0.70		
C10_12	25,792.12	0.32	0.47	-0.22	-0.15
C13_15	12,030.64	0.08	0.42	-0.27	-0.34
C16	4,400.50	0.13	1.24	0.55	-1.11
C17	7,000.25	0.27	1.17	0.48	-0.91
C18	4,420.42	0.73	0.58	-0.12	0.15
C19	-				
C20_21	1,841.00	0.01	0.47	-0.23	-0.46
C22	77,404.58	0.89	0.90	0.20	-0.01
C23	133,492.42	0.75	0.82	0.13	-0.07
C24	143,535.77	0.41	0.50	-0.20	-0.09
C25	(3,204.27)	(0.18)	1.11	0.42	-1.29
C26	1,470.87	0.51	0.48	-0.21	0.02
C27	2,957.35	0.47	0.99	0.30	-0.52
C28	10,923.77	0.54	1.14	0.44	-0.59
C29	16,379.06	0.74	0.89	0.19	-0.15
C30	3,192.22	0.78	1.59	0.89	-0.81
C31_33	16,372.59	0.99	0.84	0.14	0.15
DRIVING FACTORS (Tera Joule)					
2000-2014					
TOTAL EFFECT (Tera Joule)	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	ΔE_{Tot}	
2000-2014					
C10_12	55,969.70	- 17,768.94	- 12,408.65	25,792.12	
C13_15	103,360.88	- 40,176.57	- 51,153.67	12,030.64	
C16	23,538.30	18,529.78	- 37,667.57	4,400.50	
C17	18,347.80	12,580.79	- 23,928.34	7,000.25	
C18	4,236.98	- 707.15	890.59	4,420.42	
C19					
C20_21	115,962.20	- 37,671.16	- 76,450.04	1,841.00	
C22	60,681.14	17,501.91	- 778.47	77,404.58	
C23	123,753.73	22,755.88	- 13,017.19	133,492.42	
C24	245,536.86	- 70,237.00	- 31,764.09	143,535.77	
C25	12,475.06	7,525.11	- 23,204.44	(3,204.27)	
C26	2,017.64	- 619.19	72.42	1,470.87	
C27	4,333.43	1,864.19	- 3,240.27	2,957.35	
C28	13,976.82	8,904.92	- 11,957.96	10,923.77	
C29	15,444.08	4,326.25	- 3,391.27	16,379.06	
C30	2,857.91	3,679.66	- 3,345.34	3,192.22	
C31_33	11,551.99	2,405.06	2,415.54	16,372.59	

	TOTAL EFFECT (Tera Joule) 2000-2014			
	ΔE Act	ΔE Str	ΔE Int	ΔE Tot
Contributions of Driving Factors to Total Effect (Tera Joule)	814,044.51	- 67,106.45	- 288,928.75	458,009.30
% Shares of Driving Factors in Total Effect (%)	1.78	(0.15)	(0.63)	1.00

B-4 IDA for manufacturing activities 2003-2014 (annual analysis) -excluding coke and refined petroleum products

	CALCULATIONS										
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)	E(t) -E (t-1)
Manufacturing Total (C10_33)	67,917.8	(49,102.9)	94,430.7	26,802.9	(91,659.6)	116,338.5	171,022.5	3,777.8	84,674.5	(5,071.1)	38,878.3
C10_12	(8,756.6)	124.7	3,679.3	6,561.6	(10,357.0)	38,121.1	34,092.8	(33,326.4)	(1,972.0)	(8,854.7)	6,479.4
C13_15	(12,981.8)	(25,754.8)	9,427.9	39,200.8	(59,934.6)	13,696.6	13,027.2	(6,561.1)	16,443.5	10,498.9	14,968.0
C16	(2,640.0)	(4,527.0)	697.7	2,649.8	(8,070.0)	4,714.7	(237.0)	(9,589.6)	7,843.7	13,201.9	356.4
C17	(3,423.9)	(1,736.7)	2,151.0	183.2	(1,272.7)	(426.0)	41.1	2,221.7	1,862.2	2,692.7	4,707.7
C18	(332.0)	635.3	653.5	513.4	76.2	(94.0)	495.4	15.7	282.5	1,114.6	1,059.8
C19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C20_21	43,505.8	(17,088.5)	11,676.2	(35,578.7)	(54,221.1)	65,771.8	17,383.3	(10,164.7)	26,042.8	(37,531.5)	(7,954.4)
C22	3,252.4	2,588.5	13,578.4	(7,440.7)	(18,963.2)	28,787.8	48,179.0	10,516.5	12,176.8	(9,837.1)	(5,434.0)
C23	28,388.0	(20,293.5)	9,657.0	21,680.8	45,236.3	(22,275.2)	5,245.5	11,309.0	13,700.8	28,350.4	12,493.2
C24	19,426.7	12,274.4	31,764.2	1,088.5	20,887.8	(9,334.4)	39,387.0	28,880.1	(1,523.3)	1,753.5	(1,068.7)
C25	(1,778.2)	(248.2)	2,974.0	(602.9)	(6,940.5)	(535.1)	2,129.2	(1,532.4)	2,648.2	(1,857.1)	2,538.8
C26	(155.6)	281.6	414.2	267.3	(48.3)	(422.6)	483.8	50.0	25.3	354.6	220.6
C27	(616.3)	460.7	587.7	194.0	301.0	(605.4)	935.4	129.0	283.7	402.6	884.9
C28	(1,125.5)	1,552.4	2,064.2	620.3	1,458.6	(1,833.9)	3,062.3	62.7	1,519.0	(234.1)	3,777.7
C29	3,799.3	1,498.8	2,502.6	(1,673.2)	993.0	(2,888.4)	285.1	9,138.3	(452.8)	325.2	2,851.2
C30	762.6	381.8	399.3	(317.1)	227.4	(738.4)	148.2	1,714.4	(155.6)	339.5	430.1
C31_33	592.7	747.6	2,203.6	(544.4)	(1,032.4)	4,399.8	6,364.1	914.6	5,949.6	(5,790.4)	2,567.7
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)	ln E(t)-ln E(t-1)
Manufacturing Total (C10_33)	0.07	- 0.05	0.09	0.02	- 0.09	0.11	0.14	0.00	0.06	- 0.00	0.03
C10_12	- 0.14	0.00	0.06	0.10	- 0.16	0.49	0.30	- 0.29	- 0.02	- 0.10	0.07
C13_15	- 0.10	- 0.22	0.09	0.30	- 0.50	0.14	0.12	- 0.06	0.14	- 0.08	0.10
C16	- 0.09	- 0.17	0.03	0.10	- 0.34	0.21	- 0.01	- 0.50	0.43	0.46	0.01
C17	- 0.16	- 0.09	0.11	0.01	- 0.07	- 0.02	0.00	0.11	0.09	0.11	0.17
C18	- 0.08	0.15	0.14	0.10	0.01	- 0.02	0.08	0.00	0.05	0.16	0.13
C19											
C20_21	0.23	- 0.09	0.06	- 0.19	- 0.39	0.45	0.09	- 0.05	0.13	- 0.19	- 0.05
C22	0.06	0.04	0.20	- 0.11	- 0.34	0.48	0.49	0.08	0.09	- 0.07	- 0.04
C23	0.21	- 0.15	0.07	0.15	0.25	- 0.12	0.03	0.06	0.07	0.13	0.05
C24	0.07	0.04	0.10	0.00	0.06	- 0.03	0.10	0.07	- 0.00	0.00	- 0.00
C25	- 0.10	- 0.01	0.16	- 0.03	- 0.43	- 0.04	0.16	- 0.11	0.18	- 0.13	0.17
C26	- 0.07	0.13	0.16	0.09	- 0.02	- 0.15	0.17	0.02	0.01	0.11	0.06
C27	- 0.14	0.10	0.12	0.04	0.05	- 0.11	0.17	0.02	0.04	0.06	0.12
C28	- 0.08	0.11	0.12	0.03	0.08	- 0.10	0.16	0.00	0.07	- 0.01	0.16
C29	0.23	0.08	0.12	- 0.08	0.05	- 0.14	0.01	0.38	- 0.02	0.01	0.10
C30	0.25	0.10	0.10	- 0.08	0.06	- 0.19	0.04	0.39	- 0.03	0.06	0.08

C31_33	0.06	0.07	0.18	- 0.04	- 0.08	0.32	0.33	0.04	0.23	- 0.22	0.10
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)	ln (Qt/Qt-1)
Manufacturing Total (C10_33)	0.11	0.12	0.11	0.08	0.05	- 0.09	0.13	0.09	0.02	0.04	0.04
C10_12	- 0.06	0.25	- 0.05	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.10	- 0.03	0.05
C13_15	0.02	0.07	0.09	- 0.03	- 0.04	- 0.09	0.14	0.11	0.04	0.08	0.03
C16	0.12	0.52	- 0.06	0.34	- 0.07	- 0.03	0.21	0.05	0.22	- 0.13	0.07
C17	0.24	0.29	0.15	0.04	- 0.09	0.14	0.11	0.11	0.08	- 0.02	0.14
C18	0.09	0.55	- 0.24	0.06	0.09	- 0.02	0.08	- 0.04	0.08	- 0.03	- 0.04
C19											
C20_21	0.08	- 0.10	0.15	0.01	0.05	0.11	0.18	- 0.02	0.01	- 0.03	0.04
C22	0.18	0.10	0.16	- 0.00	0.17	- 0.01	0.07	0.13	0.06	0.02	0.03
C23	0.27	0.22	0.21	0.04	- 0.13	- 0.12	0.17	0.01	0.03	0.08	0.04
C24	0.20	- 0.14	0.33	- 0.05	0.23	- 0.71	0.44	0.30	- 0.31	0.21	0.01
C25	0.10	0.35	- 0.00	0.08	- 0.02	0.16	0.13	0.12	0.11	0.04	0.06
C26	0.11	0.15	0.09	- 0.32	0.15	0.04	- 0.01	0.09	0.07	0.04	0.06
C27	0.27	0.24	0.19	0.10	0.14	- 0.11	- 0.00	0.09	- 0.01	0.13	- 0.04
C28	0.20	0.28	0.14	0.13	0.00	- 0.06	0.18	0.16	0.06	0.02	0.03
C29	0.32	- 0.16	0.07	0.54	0.15	- 0.28	0.15	0.12	- 0.02	0.01	0.01
C30	0.25	0.06	0.02	0.68	0.55	- 0.21	- 0.02	0.05	0.00	- 0.07	0.27
C31_33	- 0.04	0.09	0.09	0.19	0.02	0.12	0.09	0.08	0.08	0.01	0.11
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)	ln (St/St-1)
Manufacturing Total (C10_33)											
C10_12	- 0.16	0.13	- 0.16	0.04	- 0.00	0.11	- 0.12	- 0.09	0.08	- 0.07	0.01
C13_15	- 0.09	- 0.05	- 0.02	- 0.10	- 0.10	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	- 0.01
C16	0.01	0.40	- 0.16	0.27	- 0.12	0.06	0.08	- 0.05	0.20	- 0.17	0.03
C17	0.13	0.17	0.05	- 0.04	- 0.15	0.23	- 0.02	0.02	0.06	- 0.06	0.10
C18	- 0.01	0.43	- 0.34	- 0.02	0.03	0.07	- 0.05	- 0.13	0.06	- 0.07	- 0.08
C19											
C20_21	- 0.03	- 0.22	0.04	- 0.07	- 0.01	0.20	0.05	- 0.11	- 0.01	- 0.07	0.00
C22	0.07	- 0.02	0.05	- 0.08	0.11	0.08	- 0.06	0.04	0.03	- 0.02	- 0.01
C23	0.16	0.10	0.10	- 0.03	- 0.18	- 0.03	0.04	- 0.08	0.01	0.04	0.00
C24	0.10	- 0.26	0.23	- 0.13	0.17	- 0.62	0.31	0.20	- 0.34	0.17	- 0.03
C25	- 0.01	0.23	- 0.11	- 0.00	- 0.07	0.25	0.00	0.03	0.09	- 0.00	0.02
C26	0.01	0.03	- 0.01	- 0.40	0.10	0.13	- 0.14	- 0.01	0.05	- 0.00	0.02
C27	0.17	0.12	0.08	0.02	0.09	- 0.02	- 0.13	- 0.00	- 0.04	0.09	- 0.08
C28	0.09	0.16	0.03	0.05	- 0.05	0.03	0.05	0.07	0.04	- 0.02	- 0.01
C29	0.21	- 0.28	- 0.04	0.46	0.10	- 0.19	0.02	0.02	- 0.05	- 0.03	- 0.03
C30	0.14	- 0.06	- 0.08	0.60	0.50	- 0.12	- 0.15	- 0.04	- 0.02	- 0.11	0.23
C31_33	- 0.15	- 0.03	- 0.02	0.12	- 0.03	0.21	- 0.04	- 0.01	0.06	- 0.03	0.07
	2004-2003	2005-2004	2006-2005	2007-2006	2008-2007	2009-2008	2010-2009	2011-2010	2012-2011	2013-2012	2014-2013
	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)	ln (It/It-1)
Manufacturing Total (C10_33)											
C10_12	- 0.08	- 0.25	0.11	- 0.02	- 0.21	0.48	0.29	- 0.30	- 0.12	- 0.07	0.02
C13_15	- 0.12	- 0.29	- 0.00	0.32	- 0.46	0.23	- 0.03	- 0.17	0.10	0.00	0.07
C16	- 0.20	- 0.69	0.08	- 0.24	- 0.27	0.24	- 0.22	- 0.55	0.20	0.59	- 0.06
C17	- 0.40	- 0.38	- 0.04	- 0.03	0.03	- 0.16	- 0.10	0.00	0.01	0.13	0.03
C18	- 0.18	- 0.40	0.38	0.04	- 0.07	0.01	0.00	0.04	- 0.03	0.19	0.17
C19											
C20_21	0.16	0.01	- 0.09	- 0.20	- 0.43	0.35	- 0.08	- 0.03	0.12	- 0.16	- 0.09
C22	- 0.12	- 0.06	0.05	- 0.10	- 0.50	0.49	0.42	- 0.05	0.03	- 0.09	- 0.07
C23	- 0.05	- 0.37	- 0.14	0.10	0.38	0.01	- 0.14	0.05	0.04	0.05	0.01

C24	-	0.14	0.18	-	0.24	0.05	-	0.17	0.69	-	0.33	-	0.23	0.31	-	0.21	-	0.01	
C25	-	0.19	-	0.36	0.16	-	0.11	-	0.41	-	0.20	0.03	-	0.23	0.08	-	0.16	-	0.11
C26	-	0.19	-	0.03	0.07	0.41	-	0.17	-	0.20	0.19	-	0.07	-	0.06	0.07	-	0.00	
C27	-	0.41	-	0.13	-	0.07	-	0.06	-	0.09	-	0.00	0.17	-	0.07	0.06	-	0.16	
C28	-	0.28	-	0.17	-	0.01	-	0.09	0.07	-	0.04	-	0.02	-	0.16	0.01	-	0.13	
C29	-	0.09	0.24	0.05	-	0.61	-	0.11	0.14	-	0.14	-	0.27	0.01	-	0.00	0.09		
C30	-	0.00	0.04	0.08	-	0.76	-	0.50	0.01	-	0.06	0.34	-	0.03	-	0.13	-	0.20	
C31_33	0.10	-	0.02	0.09	-	0.23	-	0.10	0.20	-	0.24	-	0.04	0.14	-	0.23	-	0.00	
ACTIVITY EFFECT (E act)																			
2004-2003																			
C10_12	6.861.3	7.085.3	6.475.5	5.146.1	3.512.4	(7.033.7)	14.563.3	10.647.3	2.162.2	3.676.5	3.625.2								
C13_15	14.636.7	13.837.5	11.442.4	10.208.6	6.535.6	(9.074.0)	14.425.7	10.817.5	2.682.6	5.376.3	5.874.6								
C16	3.264.6	3.178.4	2.620.8	2.051.5	1.284.5	(2.016.7)	3.122.4	1.779.5	407.1	1.145.1	1.434.2								
C17	2.288.7	2.227.7	1.994.7	1.555.9	1.064.6	(1.710.3)	2.371.6	1.830.9	481.5	958.1	1.102.8								
C18	428.0	490.6	502.5	414.2	307.6	(515.7)	747.7	568.7	138.7	277.3	320.5								
C19																			
C20_21	20.080.8	23.858.8	20.859.2	14.347.8	7.587.7	(13.198.9)	24.109.7	17.905.8	4.435.5	7.748.8	6.853.0								
C22	6.003.4	6.985.7	7.016.8	5.400.3	3.055.8	(5.523.5)	12.554.3	12.054.4	3.122.3	5.673.5	5.362.2								
C23	14.322.2	16.347.1	13.942.6	11.429.2	9.822.3	(17.604.7)	23.601.4	17.958.1	4.554.0	9.036.6	9.848.6								
C24	31.808.3	37.061.7	35.130.6	27.075.5	19.638.7	(33.505.2)	48.822.3	38.757.2	9.537.9	17.189.0	17.178.3								
C25	2.009.4	2.102.9	2.002.5	1.564.4	882.1	(1.162.1)	1.726.7	1.286.8	318.3	590.1	602.2								
C26	231.1	262.8	269.2	224.2	163.8	(253.0)	358.1	286.4	69.0	131.9	143.2								
C27	489.8	532.7	526.9	417.4	307.0	(501.2)	722.3	576.9	142.0	269.4	294.5								
C28	1.565.9	1.756.0	1.745.3	1.386.3	1.031.3	(1.713.8)	2.476.4	1.953.1	482.5	895.4	962.9								
C29	1.811.6	2.325.3	2.269.2	1.698.7	1.176.9	(1.886.6)	2.480.9	2.218.9	631.3	1.134.8	1.195.7								
C30	331.7	436.2	427.6	317.1	220.7	(346.2)	448.8	408.5	115.8	212.3	227.3								
C31_33	1.080.2	1.273.8	1.280.8	1.006.7	665.0	(1.260.2)	2.446.2	2.136.9	582.7	1,053.2	990.8								
STRUCTURAL EFFECT (E str)																			
2004-2003																			
C10_12	(10.395.7)	8.037.1	(9.643.4)	2.524.0	(18.5)	8.502.9	(13.554.6)	(9.767.2)	7.718.3	(6.351.9)	957.5								
C13_15	(11,697.0)	(5,808.5)	(1,773.6)	(13,851.9)	(11,437.7)	385.1	1,687.8	2,014.8	1,832.5	5,020.0	(989.4)								
C16	237.9	10,741.7	(4,005.3)	7,074.9	(2,860.7)	1,353.9	1,906.7	(875.8)	3,714.2	(4,863.3)	970.4								
C17	2,760.2	3,197.7	865.9	(818.5)	(2,919.6)	4,291.5	(424.0)	378.9	1,203.6	(1,448.6)	2,762.5								
C18	(58.3)	1,786.2	(1,643.7)	(114.3)	184.3	375.2	(270.3)	(812.2)	362.6	(452.6)	(649.3)								
C19																			
C20_21	(5,617.7)	(43,273.4)	8,441.6	(12,612.8)	(1,274.2)	28,608.2	9,297.9	(21,424.9)	(2,262.8)	(14,043.4)	400.7								
C22	4,034.2	(888.1)	3,429.0	(5,658.0)	6,312.3	4,741.4	(5,518.1)	5,044.2	4,797.9	(3,302.3)	(1,527.8)								
C23	21,248.0	13,973.0	13,673.8	(4,793.9)	(32,809.6)	(6,452.7)	8,295.0	(16,202.4)	1,892.9	8,802.5	473.1								
C24	28,477.5	(81,188.8)	75,397.4	(44,991.8)	62,184.8	(227,702.7)	117,370.2	85,023.2	(144,428.0)	74,223.5	(14,001.1)								
C25	(163.9)	4,078.2	(2,095.4)	(25.2)	(1,142.1)	3,156.3	53.0	367.0	1,241.6	(69.6)	289.1								
C26	12.3	76.4	(26.3)	(1,146.7)	291.8	373.7	(399.8)	(22.2)	154.9	(9.2)	83.6								
C27	760.6	532.9	413.0	122.3	502.7	(101.4)	(746.2)	(17.9)	(231.2)	615.3	(609.6)								
C28	1,382.1	2,341.6	552.2	889.0	(956.1)	541.6	955.9	1,451.2	868.9	(360.6)	(343.5)								
C29	3,504.7	(5,462.0)	(861.8)	10,101.6	2,124.2	(3,911.9)	442.0	531.7	(1,315.2)	(871.9)	(919.6)								
C30	432.0	(218.0)	(335.5)	2,468.7	2,020.9	(447.7)	(522.0)	(172.2)	(113.1)	(582.0)	1,336.8								
C31_33	(1,497.3)	(292.0)	(198.4)	1,502.2	(418.1)	2,891.2	(715.5)	(284.2)	1,571.8	(800.1)	1,663.6								
INTENSITY EFFECT (E int)																			
2004-2003																			
C10_12	(5,222.2)	(14,997.7)	6,847.1	(1,108.5)	(13,850.9)	36,651.9	33,084.1	(34,206.5)	(11,852.4)	(6,179.3)	1,896.7								
C13_15	(15,921.5)	(33,783.8)	(240.9)	42,844.1	(55,032.5)	22,385.5	(3,086.4)	(19,393.4)	11,928.4	102.5	10,082.7								
C16	(6,142.4)	(18,447.0)	2,082.2	(6,476.6)	(6,493.9)	5,377.4	(5,266.1)	(10,493.2)	3,722.3	16,920.2	(2,048.2)								
C17	(8,472.8)	(7,162.1)	(709.6)	(554.2)	582.4	(3,007.2)	(1,906.4)	11.8	177.0	3,183.2	842.4								
C18	(701.7)	(1,641.5)	1,794.7	213.6	(415.8)	46.5	18.1	259.1	(218.8)	1,289.9	1,388.6								
C19																			
C20_21	29,042.7	2,326.1	(17,624.6)	(37,313.8)	(60,534.6)	50,362.5	(16,024.3)	(6,645.5)	23,870.1	(31,236.9)	(15,208.1)								

A Study on Multidimensional Poverty in Türkiye from a Regional Perspective*

Gizem ACET DÖNMEZ**
Bilge ERİŞ DERELİ***

Abstract

The multidimensional poverty approach considering the intrinsically multifaceted structure of the poverty phenomenon has become prevalent recently. This study produces a multidimensional poverty index (MPI) -composed of education, health, housing conditions, material deprivation, and social exclusion dimensions- for Türkiye. For this purpose, it applies the Alkire-Foster methodology and employs the SILC micro datasets for the 2014-2022 period. Türkiye is a rather heterogeneous country and therefore the current study has a special focus on the spatial distribution of poverty in the country. It is found that multidimensional poverty is mainly concentrated in Southeastern and Eastern Anatolia. Although multidimensional poverty fell in all regions without exception from 2014 to 2022, the regions with the highest poverty did not change in this period. Afterwards, a comprehensive descriptive analysis is provided including many scatter plots for regional MPIs and regional macroeconomic and social indicators to clarify the association between regional poverty and regional conditions.

JEL Codes: I32, O11, O12, O18, R11

Keywords: poverty measurement, multidimensional poverty, regional poverty, regional development

* This study has been derived from a part of the Ph.D. thesis of Dr. Gizem Acet Dönmez under the supervision of Assoc. Prof. Bilge Eriş Dereli. The authors are grateful to Fatma Doğruel, Mahmut Tekçe, Tolga Aksoy, Pınar Deniz, and Burhan Can Karahasan for their worthwhile contributions to the study.

** Ph.D., Department of Economics, Marmara University, Istanbul, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-3936-7147>, (gizem.acet@marmara.edu.tr)

*** Assoc. Prof., Department of Economics, Marmara University, Istanbul, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-9005-1826>, (bilge.eris@marmara.edu.tr)

Türkiye’deki Çok Boyutlu Yoksulluk Üzerine Bölgesel Perspektiften Bir Çalışma

Öz

Yoksulluk olgusunun doğası gereği çok yönlü olan yapısını dikkate alan çok boyutlu yoksulluk yaklaşımı son yıllarda yaygın hâle gelmiştir. Bu çalışma Türkiye için eğitim, sağlık, barınma koşulları, maddi yoksunluk ve sosyal dışlanma boyutlarından oluşan bir çok boyutlu yoksulluk endeksi geliştirmektedir. Bu amaçla Alkire-Foster metodolojisi uygulanmakta ve 2014-2022 dönemine ait GYKA mikro veri setleri kullanılmaktadır. Türkiye’nin heterojen yapısı nedeniyle bu çalışma yoksulluğun ülke içindeki mekânsal dağılımına özel olarak odaklanmaktadır. Sonuçlar çok boyutlu yoksulluğun ağırlıklı olarak Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaştığını göstermektedir. 2014’ten 2022’ye kadar çok boyutlu yoksulluk istisnasız olarak her bölgede azalmış olsa da en yoksul bölgeler bu dönemde değişmemiştir. Sonrasında, bölgesel yoksulluk ile bölgesel koşullar arasındaki ilişkileri açıklığa kavuşturmak için bölgesel çok boyutlu yoksulluk endeksleri ile bölgesel makroekonomik ve sosyal göstergelere ilişkin çok sayıda grafiği içeren kapsamlı bir betimsel analiz sunulmaktadır.

JEL Kodları: I32, O11, O12, O18, R11

Anahtar Kelimeler: yoksulluk ölçümü, çok boyutlu yoksulluk, bölgesel yoksulluk, bölgesel gelişme

1. Introduction

Poverty has been one of the most fundamental economic, social, and political challenges globally for centuries. It is considered as not only a lack of economic and material resources but also a violation of human rights. It impairs economic and social rights such as access to food and clean water, the right to education and health, and also civil and political rights. In spite of the great efforts made by governments and non-governmental organizations, poverty is still one of the main challenges faced by many countries in our time. Besides, the progress in poverty alleviation is rather vulnerable to shocks as the recent shocks (e.g., the COVID-19 pandemic and climate change) have demonstrated.

To handle poverty, the primary step is to measure it as accurately as possible. Poverty statistics are very crucial economic and social indicators because they allow us to monitor how economic development evolves. Moreover, poverty comparisons can unearth which groups, regions and countries are more prone to poverty. Poverty measurement is therefore a useful tool to target the poorest groups and regions, allocate social budgets, and support the coordination of social policies. Poverty statistics raise public awareness and motivate politicians to handle this problem since the prevalence of poverty means policy failure (Atkinson, 2019). Yet, there is no consensus on how to measure poverty and poverty estimations can notably differ depending on the methodology (Atkinson, 1987). Measurement of poverty has always been a challenging task as the results are often sensitive to the choice of welfare indicator, poverty line, and summary statistic.

Absolute and relative poverty concepts have been prominent in poverty measurement for decades. They both use monetary sources, such as household income level or consumption expenditures as welfare indicators. Then, by employing a pre-determined poverty line, these approaches identify individuals or households as poor if their welfare level is lower than this threshold. However, monetary welfare indicators suffer from some limitations. For example, household income level is highly affected by transitory income, and in this case, it is not a proper indicator for long-term welfare. Furthermore, the collection of income data may be problematic if informal employment, agricultural or self-employment are prevalent (World Bank, 2005). Both income and consumption data suffer from recall bias. The collection of monetary data suffers from measurement error more probably than that of non-monetary indicators of welfare such as educational degree or having an indoor toilet. More importantly, although monetary resources enable access to plenty of market goods, they may not help access to non-market goods such as education or health services (Ravallion, 2012). For example, the household income of a child who does not attend school might be above the monetary poverty line (Limanlı, 2016). Therefore, monetary resources might lack to reflect well-being, and deprivation forms other than economic hardship can be important for poverty

measurement (Smeeding, 2016). Non-monetary indicators of welfare are useful for comprehending the multifaceted structure of poverty.

To deal with these limitations, the multidimensional poverty approach has come to the fore recently. This literature argues that poverty is a multifaceted phenomenon which is intrinsically multidimensional (Alkire and Foster, 2007, 2011; Nolan and Whelan, 2010, 2014; Alkire et al. 2015). To focus only on the lack of monetary or non-monetary deprivations may not be sufficient to measure poverty. Poverty is sometimes a lack of food; sometimes psychological issues (e.g., humiliation, voicelessness, dependency, powerlessness); and sometimes a lack of access to basic infrastructure like clean water and transportation (Alkire et al., 2015). By comparing country trajectories in satisfying the Millennium Development Goals and reductions in income poverty, Alkire et al. (2015) conclude that trends in income poverty do not always match with non-income deprivations, and therefore monetary poverty measures should be complemented by other dimensions of poverty. They also state that no single non-monetary deprivation represents all the other deprivations. Therefore, a multidimensional measure must reflect highly differentiated dimensions of deprivations.

In this context, the Human Development Index (HDI), a summary measure of education, health, and a decent living standard, has been estimated by the United Nations Development Programme (UNDP) since 1990. Moreover, the Human Poverty Index (HPI) used for international poverty comparisons was introduced by the UNDP in 1997. This index, which has different definitions for developing countries and high-income OECD group, consists of three dimensions; a long and healthy life, knowledge (measured by illiteracy rates), and a decent standard of living. The HPI was replaced by the global MPI in 2010. An MPI can reflect highly differentiated deprivations of the people in poverty. It considers overlapping or simultaneous deprivations that individuals experience. Taking various components of welfare into account allows for analysing the phenomenon of poverty comprehensively beyond the lack of monetary resources. Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHI) and UNDP measure the global Multidimensional Poverty Index (MPI) for more than 100 countries. The global MPI consists of three dimensions; health, education, and living standards. As Acar (2014) argues, the global MPI is more proper for underdeveloped countries since its criteria is too low for developing ones. Therefore, several developing countries, such as India, Mexico, Colombia, Chile, Thailand, etc., have generated official and national (i.e., country-specific) MPIs by considering the characteristics of their own country recently. A national MPI allows for monitoring progress in multidimensional poverty, coordination of policies, budget allocations and planning, guiding policy interventions, targeting, and impact evaluation.

Following the previous discussion on the importance of poverty as an economic and social challenge and the advantages of multidimensional poverty measurement, this study aims to provide a comprehensive descriptive analysis about regional disparities in

poverty in Türkiye using multidimensional poverty indices. Türkiye is an important study area because of the persistent regional duality within the country (see for example Erkal, 1978). Indeed, there is a great literature on the prevalence of regional imbalances in the country. For instance, Dansuk, Özmen, and Erdoğan (2007) showed that income and social classes were unequally distributed among regions in Türkiye. Many studies concluded that there is a considerable disparity between the Eastern and Western parts of Türkiye in terms of wages (Taştan and Akar, 2013), incomes (Filiztekin and Çelik, 2010), economic activity and poor access to education and health facilities (Karaman and Doğruel, 2011), and market potential (Karahasan, Doğruel, Doğruel, 2016). Moreover, some studies found that poverty in Türkiye was spatially clustered in South-eastern and Eastern Anatolia (Karadağ, 2010; Coşkun, 2012; Duran, 2015; Karadağ, 2015; Limanlı, 2016; Karahasan and Bilgel, 2021). These studies mostly argued that regional concentration of poverty was not a temporary issue changing over time, but a structural problem. Therefore, it is important to consider the regional disparities and conduct poverty-related analysis at the regional level.

Although there is not an official MPI in Türkiye, a few studies in the literature constructed multidimensional indices for the country (Acar, 2014; Karadağ and Saraçoğlu, 2015; Limanlı, 2016; Giovanis and Özdamar, 2021; Karahasan and Bilgel, 2021; Yılmaz and Kılıç, 2021 and Tekgüç and Akbulut, 2022). While most of the previous studies focus on the population over 14-year-old, the MPI in the current study accounts for the whole population. Besides, it employs a few new indicators (e.g., internet access and overcrowding) and a new dimension (i.e., social exclusion). Finally, and foremost, this paper extends the prior literature by measuring regional MPI in Türkiye by focusing on its spatial distribution and puts forward a detailed understanding of its nature on the basis of regional disparities by employing useful descriptive analysis.

In this study, the Surveys of Income and Living Conditions (SILC) between 2014 and 2022 are used and an extensive descriptive analysis is conducted. The descriptive analysis consists of three parts. First, regional MPIs between 2014 and 2022 are estimated at the NUTS-2 level and compared. Second, regional MPIs are decomposed to examine the differences in the contribution of each dimension across regions. Third, various scatter plots for regional MPIs and regional macroeconomic and social indicators (sectoral GDP per capita, unemployment rate, share of exports and imports in GDP, credits per adult, per capita social assistance, Gini index, female labor force participation rate, early motherhood rate, net migration rate and the number of students per teacher) are drawn to clarify the association between regional poverty and regional conditions.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 describes the data used and explains the methodological details of MPI measurement. Section 3 presents the descriptive tables and figures to discuss the regional disparities in MPI. Section 4 concludes along with some policy recommendations.

2. Data and methodology

The Alkire-Foster (AF) (2007, 2011) methodology is followed to measure the MPI generated in this study. This approach satisfies many desirable axioms and also has intuitive power. Its practical and technical advantages make it quite attractive to informing policy. It employs the Adjusted Headcount Ratio as the multidimensional poverty index reflecting both the incidence and intensity of poverty. The AF method follows a dual cut-off approach: (i) a set of deprivation cut-offs identifying if an individual/household is deprived in each indicator, (ii) a poverty cut-off identifying if an individual/household is multidimensionally poor or not. The steps of this methodology are as follows (Alkire et al., 2015, pp. 145-147).

- i. A set of indicators are defined. Data for all units of identification (i.e., individuals or households) needs to be available for all units.
- ii. Deprivation cut-offs (i.e., thresholds considered adequate to be non-deprived) for each indicator should be set.
- iii. Cut-offs are applied to decide whether each individual/household is deprived or not in terms of each indicator.
- iv. Weights for each indicator are chosen such that their sum is equal to one. Here, we adopt the equal weighting approach where dimensions are equally weighted and indicators in each dimension are also equally weighted.
- v. The weighted sum of deprivations is generated for each individual/household, and it is called "deprivation score" for each unit.
- vi. A poverty cut-off which is a deprivation score to be counted as multidimensionally poor is determined. Afterwards, each individual/household is identified as multidimensionally poor or not. We use the standard 1/3 poverty cut-off which means that only the households who are deprived in at least 33.3% of the weighted indicators are considered multidimensionally poor.¹
- vii. Deprivations of the non-poor are censored,² and the ratio of multidimensionally poor people is computed. This ratio is the headcount ratio (H) of multidimensional poverty.
- viii. Deprivation scores of the people in multidimensional poverty are added up and divided by the total number of poor people to compute the average intensity of multidimensional poverty (A).
- ix. Adjusted headcount ratio (M) is computed as the product of headcount ratio (H) and average intensity (A).

¹ For a robustness check, alternative poverty cut-offs (i.e., $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$) are also applied (see Table A.5 in the appendix). Although the results notably changed once we used the $\frac{1}{2}$ cut-off, the regional concentration of multidimensional poverty, rankings of regions, and dimensional contributions remained almost unchanged.

² This characteristic of the AF methodology is consistent with poverty focus and allows for satisfying the property that a poverty measure should be independent of the acquisitions of the non-poor.

$$M=HxA$$

Adjusted headcount ratio (aka MPI) is the rate of weighted deprivations of the poor out of the total number of deprivations that could have been experienced if all people in the society were poor and deprived in all dimensions. The AF methodology is easy to compute and valid for ordinal data. The AF methodology is also decomposable which means that an MPI can be broken down by subgroups of the population (e.g., by regions, genders, age groups, ethnicity, etc.). Another attractive characteristic of the AF methodology is that it allows for dimensional breakdown, and therefore deprivations contributing to poverty at most can be revealed. It also satisfies dimensional monotonicity, so that if a poor individual/household ends up being deprived in a dimension, the poverty measure reduces, and vice versa. The standard headcount ratio (H) does not satisfy dimensional breakdown and dimensional monotonicity, but the adjusted headcount ratio (M) does.

Individuals or households are often used as the unit of identification in poverty measures. In this study, though the unit of identification is households due to data constraints,³ the unit of analysis (i.e., how the results are reported) is individuals. Even if this approach cannot capture the intra-household inequalities,⁴ it allows us to measure poverty among the whole population instead of only the population aged 15 or older as most of the previous studies did.

By applying the Alkire-Foster methodology and considering the global MPI, national MPIs of other developing countries, and previous MPIs in the literature, this study estimates a national MPI for Türkiye at the regional level. For this purpose, the SILC micro dataset for the 2014-2022 period is used. Estimations start from 2014 since the required regional data is available thenceforth. The dimensions and indicators of the MPI are given in Table 1. It has five dimensions (i.e., education, health, housing conditions, material deprivation, and social exclusion) and 22 indicators. All indicators are binary variables which take either zero (for non-deprived) or one (for deprived). This index brings a new dimension, social exclusion, and some new indicators (e.g., overcrowding and internet access) compared to the previous MPIs generated for Türkiye in the literature.

The education dimension is comprised of two indicators: average years of schooling and illiteracy. Households are considered deprived in E1 if the average years of schooling of the household members who are aged 15 or older are less than 8 years. Considering that the legally compulsory education period in Türkiye has been 8 years since 1997 and 12 years since 2012, households whose average education degree is below the compulsory education are deprived in this indicator. Another indicator for education deprivation is illiteracy: If a household member aged 15 or above is illiterate, the household is considered as deprived in E2.

The health dimension consists of three indicators: Limited daily activity (a household is deprived if a member aged 15 or above has limitation in daily activities at

³ Data on education, health, and four indicators of social exclusion is available for people aged 15 or older.

⁴ Some factors such as gender, age, job status, etc. may lead to disparities in bargaining power among household members, and thus intra-household inequalities (see for example, Haddad and Kanbur, 1990; Jenkins, 1991).

least for six months due to a physical or mental health problem); inability to access to health services (a household is deprived if at least a member aged 15 or above is unable to access health services in the last 12 months); lack of micronutrients (a household is deprived if it cannot afford to eat meat/chicken/fish -or equivalent for vegetarians- once every two days). Instead of food poverty, micronutrient deficiency is a widespread problem in our time (Banerjee and Duflo, 2012), and the lack of micronutrients implies to bad health status.

Table 1. Dimensions and indicators of the MPI

Dimension	Indicator
<i>Education</i> (1/5)	E1: If the average years of schooling among household members aged 15 or older is less than 8 years (1/10)
	E2: If a household member aged 15 or above is illiterate (1/10)
<i>Health</i> (1/5)	H1: If a household member has a physical or mental health problem limiting daily activity (1/15)
	H2: If a household member is unable to access health services (1/15)
	H3: Lack of micronutrients: inability to afford a meal with meat, chicken, or fish (or equivalent for vegetarians) once every two days (1/15)
<i>Housing conditions</i> (1/5)	HC1: Problems in walls, floor, and roof (1/30)
	HC2: Lack of indoor toilet or bathroom (1/30)
	HC3: Overcrowding: 2.5 or more persons share a bedroom (1/30)
	HC4: Environmental problems in the neighbourhood such as air or environmental pollution due to traffic or industry (1/30)
	HC5: Crime and violence in the neighbourhood (1/30)
	HC6: Heating problem due to lack of isolation (1/30)
<i>Material deprivation</i> (1/5)	M1: Lack of at least 3 out of 5 assets (mobile phone, TV, computer, dishwasher, and automobile) due to financial limitations (1/25)
	M2: Inability to pay housing rent, mortgage credit, or loan on interest two or more times in the last 12 months (1/25)
	M3: Inability to pay bills (electricity, water, or gas) two or more times in the last 12 months (1/25)
	M4: Inability to repay a credit card debt or other debts two or more times in the last 12 months (1/25)
	M5: Inability to meet an unexpected but compulsory expenditure (1/25)
<i>Social exclusion</i> (1/5)	S1: If there is an unemployed ⁵ household member (1/30)
	S2: If there is a household member who does not have social security in his/her main job (1/30)
	S3: Inability to eat -or drink- out or at home with family or friends at least twice a month due to financial difficulty (1/30)
	S4: Inability to participate in activities such as sports, cinema, or concerts at least twice a month due to financial difficulty (1/30)
	S5: No access to the internet due to financial limitations (1/30)
	S6: If household adult equivalised income is less than 60% of the median per adult equivalent income (1/30)

Note: Weights of the indicators and dimensions are given in the parentheses.

The housing conditions dimension includes six indicators: Problems in walls/floor/roof; lack of indoor bathroom and toilet; overcrowding; environmental problems; crime/violence in the neighbourhood; and problems with heating the house. The overcrowding indicator is used in this MPI similar to that in the national MPIs of other developing countries such as Chile and Mexico. The material deprivation dimension covers a lack of assets, inability to pay housing rent, mortgage, loans on interest, bills, credit card debts, other debts, and inability to afford an unexpected but

⁵ If a household member is looking for a job it takes one, and zero otherwise.

compulsory expenditure. It is, to some extent, similar to the definition of Eurostat which describes material deprivation as the situation of people who have financial problems. The social exclusion dimension covers unemployment; lack of social security; inability to eat/drink with friends/relatives at least once a month due to financial limitation; inability to participate in leisure activities because of financial hardship; a lack of access to the internet due to financial limitation; and relative income poverty. Some developing countries such as Chile, Mexico, and Panama adopt similar indicators of social exclusion in their national MPIs. Social exclusion is a concept in which individuals experience problems with participating in the society where they live. Limited monetary resources inhibit individuals from feeling just like the other people in society. Being out of employment or social security usually results in exclusion from society. Paid work does not only provide monetary resources, but also it is an important arena of social interaction and contact. Therefore, unemployed people very likely suffer from social exclusion (Gordon et al., 2000). Lack of participation in social activities due to lack of monetary resources is another indicator of social exclusion. In this digital age, the absence of internet access because of financial limitations is also considered an indicator of social exclusion.

3. Results

This section presents the estimation results of the MPI. Regional MPI estimates are provided in the first sub-section, and it is followed by the decomposition of the regional MPIS. Finally, a descriptive analysis on the relationship between regional MPIs and regional macroeconomic and social variables is presented.

3.1. Regional MPI estimations

Table 2 shows the regional multidimensional poverty rates for the 2014-2022 period. The details of the NUTS regions of Türkiye can be found in Table A.1 in the appendix. The map of NUTS-2 regions is also provided in Figure A.1. In Table 2, the first row demonstrates the multidimensional poverty rate in the whole country. It seems that more than 43 per cent of the population was multidimensionally poor at the beginning of the period, and this ratio decreased to 29.1 in the end. Despite the considerable fall in the multidimensional poverty rate, three out of every ten people were still in multidimensional poverty in 2022. In other words, more than 24 million people was suffering from multidimensional poverty at the end of the period. The detailed results of the nation-level estimation are given in the appendix between Tables A.2 and A.5. More importantly, there is a substantial variation in the multidimensional poverty rates between regions. For instance, while the multidimensional poverty ratio in TR51 (Ankara) was 11.4 per cent in 2022, this ratio was more than 60 per cent in TRB2, TRC2, and TRC3.

Table 2. Regional multidimensional poverty rates

Region	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>TR</i>	43.2	43.5	38.6	35.6	33.9	34.9	31.6	31.5	29.1
<i>TR10</i>	29.7	35.4	29.3	27.2	26.9	29.5	25.2	25.4	22.5
<i>TR21</i>	22.9	28.3	21.9	23.5	22.6	27	21.7	22	18.3
<i>TR22</i>	25.7	45.1	33.3	26.9	23.7	24.2	21.1	21.1	18.3
<i>TR31</i>	38.1	42.8	33.5	32.8	26.7	26.2	27.3	26.2	24.6
<i>TR32</i>	32.4	35.1	29.3	29	28.2	28.9	24.8	18.8	17.3
<i>TR33</i>	28.6	28.3	22.9	22.3	19.8	23.8	22	24.2	21.4
<i>TR41</i>	28.2	28.5	23.3	23.2	22.6	23.1	18.6	17.8	21.6
<i>TR42</i>	43.5	33.8	27.1	15.5	16.6	19.2	14.5	19.1	14.5
<i>TR51</i>	25.1	20.1	14	16.6	16.9	14.9	10.2	9.5	11.4
<i>TR52</i>	39.5	29.4	29.9	25.2	22.4	23.8	18.8	26.4	18.2
<i>TR61</i>	36.6	37.9	38.9	28.9	29.9	33.9	29.8	30.9	28.8
<i>TR62</i>	49.7	49.3	45.3	33	28.2	31	32.4	36.6	34.4
<i>TR63</i>	59.4	58.2	50.1	49.4	49.5	54.9	50.5	52.1	48.8
<i>TR71</i>	30.2	35.2	33.3	33.1	30.6	27.9	24.8	23.2	21.8
<i>TR72</i>	47.2	46.3	53	46.2	38.4	31.9	30	24	19.5
<i>TR81</i>	36.3	41.1	35.5	32.6	34.2	28.6	22.8	20.1	22.6
<i>TR82</i>	38.8	36.6	29.6	29.1	25	32.8	29.5	27.8	22.1
<i>TR83</i>	51.1	49.1	42.1	38.4	35.7	36.9	36.3	36.2	32.2
<i>TR90</i>	43.2	43.7	46.2	44.4	40.5	41.8	39.9	32.4	31.3
<i>TRA1</i>	59.4	52.3	41	39.9	32.3	35	36.6	32.9	30.3
<i>TRA2</i>	79.3	74.1	72.3	71.1	70.9	69	64	66.1	59.7
<i>TRB1</i>	59.3	56.8	38.8	35.9	26.8	26.8	25.4	24.5	24.9
<i>TRB2</i>	82.6	82.4	79.7	75.8	76.1	72.1	71.4	69.8	64.2
<i>TRC1</i>	67.8	65.9	58.2	60.4	58.4	57.9	50.8	44.1	42.5
<i>TRC2</i>	84.9	81.7	81.8	79.9	81.2	76.7	73.8	75.4	68.3
<i>TRC3</i>	77.2	71.6	69.8	66.8	68.9	71.1	63.9	67.5	66.6

Source: Authors' own estimations

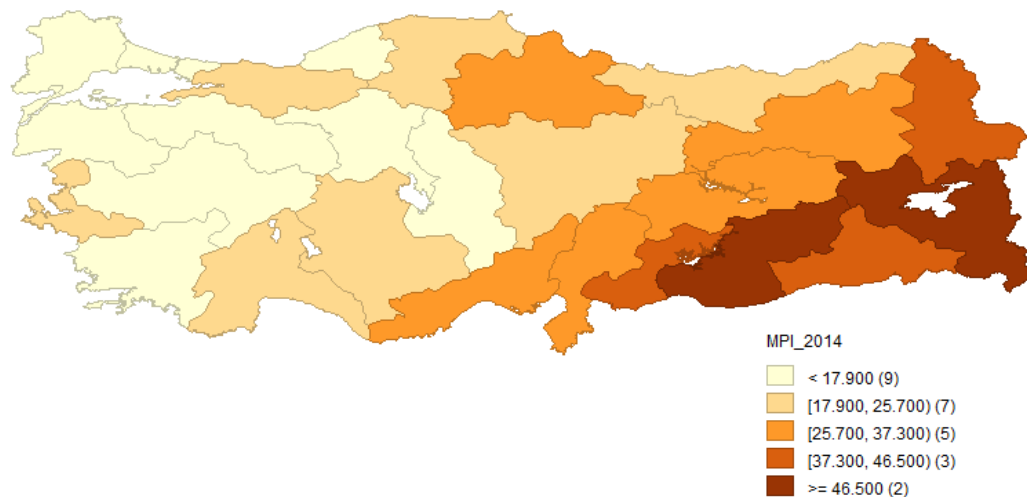
Table 3 presents the regional MPIs which are the product of headcount ratio (H) and average intensity (A) in each region. As mentioned earlier, it has some advantages over the traditional headcount ratio. For example, it allows for dimensional breakdown and satisfies the monotonicity axiom. It seems that there has been a substantial reduction in the MPIs from 2014 to 2022. There seem notable disparities between regions again. Indeed, while the MPIs in many regions have become less than 10 per cent in recent years, some regions such as TRB2, TRC2, and TRC3 have MPIs greater than 30 per cent.

Table 3. Regional MPIs

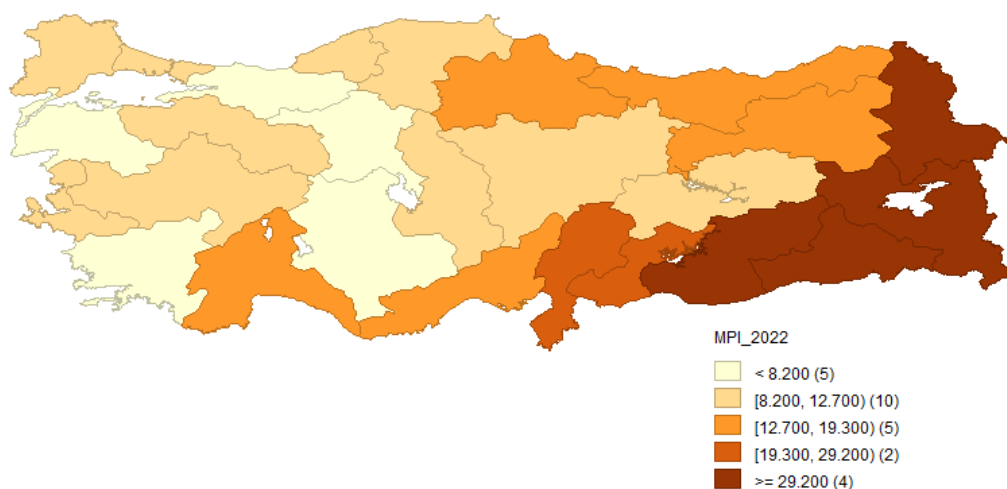
Region	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
TR	21.8	21.6	18.6	16.9	16	16.4	14.6	14.6	13.2
TR10	13.8	16.9	13.8	12.6	12.8	13.8	11.5	11.6	9.9
TR21	10.6	12.8	10.5	11.2	10.7	13	9.8	10.2	8.4
TR22	11.4	21.5	14.5	11.7	10.1	10.7	9.3	8.8	7.6
TR31	18.9	21.6	15.7	15.5	12.4	12	12.1	11.9	10.8
TR32	14.3	15.7	12.6	12.4	12.2	12.6	10.9	7.8	7.4
TR33	12.6	12.6	9.9	9.5	8.5	9.9	9.3	10.2	9.1
TR41	13.2	13.3	10	9.9	9.5	9.8	7.8	7.7	9.5
TR42	21.1	14.9	12.1	6.4	7	8.1	5.9	8.1	5.8
TR51	11.2	8.7	6.2	7.5	7.4	6.5	4.2	4	4.8
TR52	18.4	13.1	12.9	11	9.8	10.3	8.1	11.7	7.7
TR61	18.4	18.4	18.9	13.3	13.6	16.2	13.9	14.3	12.7
TR62	25.7	24.4	22.5	15.1	12.5	14.2	14.7	16.8	15.9
TR63	31.4	30.5	25.3	24.3	24.8	27.2	24.2	24.8	23.2
TR71	13.6	15.8	14.8	14.5	13.6	12.4	10.9	10.2	9.7
TR72	22.9	22.2	26.2	21.6	18.5	14.8	12.8	10.2	8.2
TR81	15.9	19	16.4	14.2	14.9	11.8	9.4	8.4	10
TR82	17.9	16.5	12.8	12	10.5	13.4	12.5	12	9.1
TR83	25.9	23.7	18.6	16.4	15.2	16.4	15.9	16.3	13.9
TR90	20.5	20.5	21.1	20.7	18.7	19.6	18.2	14.3	13.9
TRA1	32.1	26.2	19.2	18.9	14.1	16.1	17.2	14.9	13.4
TRA2	43.4	42.1	38.7	36.3	35.7	34.7	31	34.2	29.2
TRB1	30.3	27.6	17.9	15.6	10.7	10.8	10.4	9.8	10
TRB2	46.5	45.6	42.2	38.5	37.5	35.6	35.9	35.8	31.9
TRC1	37.3	35.9	29.5	30.1	29.5	28.1	24.1	20.8	19.3
TRC2	50.5	47.5	44.6	43.5	42	40.5	38	39.3	34.1
TRC3	40.3	36.8	34.6	34.3	34.9	36.3	31.5	33.4	32.1

Source: Authors' own estimations

Figure 1. Regional multidimensional poverty indices in 2014 (%)



Source: Authors' own estimations

Figure 2. Regional multidimensional poverty indices in 2022 (%)

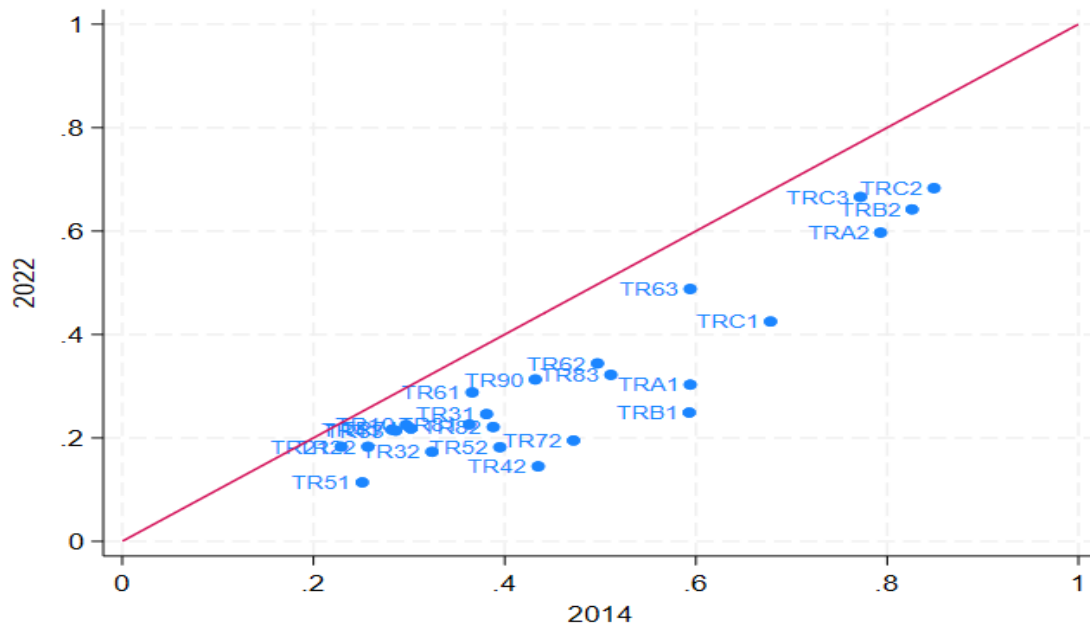
Source: Authors' own estimations

Figure 1 and Figure 2 provide regional maps of MPIs for the year 2014 and 2022, respectively.⁶ Once these maps are examined, regional duality in multidimensional poverty seems more obvious. The Southeastern and Eastern Anatolia regions have much more prevalent multidimensional poverty compared to the Western regions of the country. At the end of the period, even though all the regional MPIs fell, the concentration of poverty in the South-eastern and Eastern parts remained unchanged. This finding implies to the persistence of the regional disparities in the country.

Figure 3 compares the regional multidimensional poverty rates in 2014 vs. 2022 with a 45° line. It shows that multidimensional poverty rates decreased in all regions without exception from 2014 to 2021 (all regions are located below the 45° line). Especially, there have been massive poverty reductions in TRB1 (34.4 percentage points), TRA1 (29.1 points), TR42 (29 points), TR72 (27.7 points), and TRC1 (25.3 points). These regions need to be examined thoroughly to figure out how poverty can be alleviated also in other regions. Still, regions with the highest rates of poverty at the beginning are also the poorest regions at the end of the period, implying to the regional persistence of poverty. In particular, a targeted poverty alleviation strategy is required to alleviate the prevalent multidimensional poverty in TRA2, TRB2, TRC2, and TRC3 regions.

⁶ These figures are natural break maps.

Figure 3. Regional multidimensional poverty rates in 2014 vs. 2022

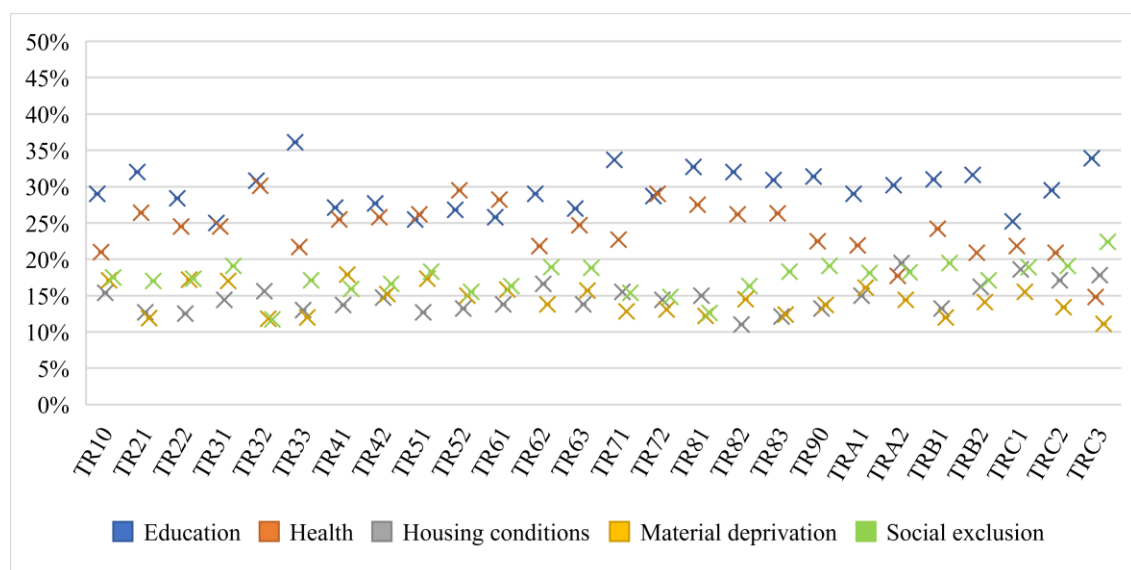


Source: Authors' own estimations

3.2 Decomposition of regional MPIs

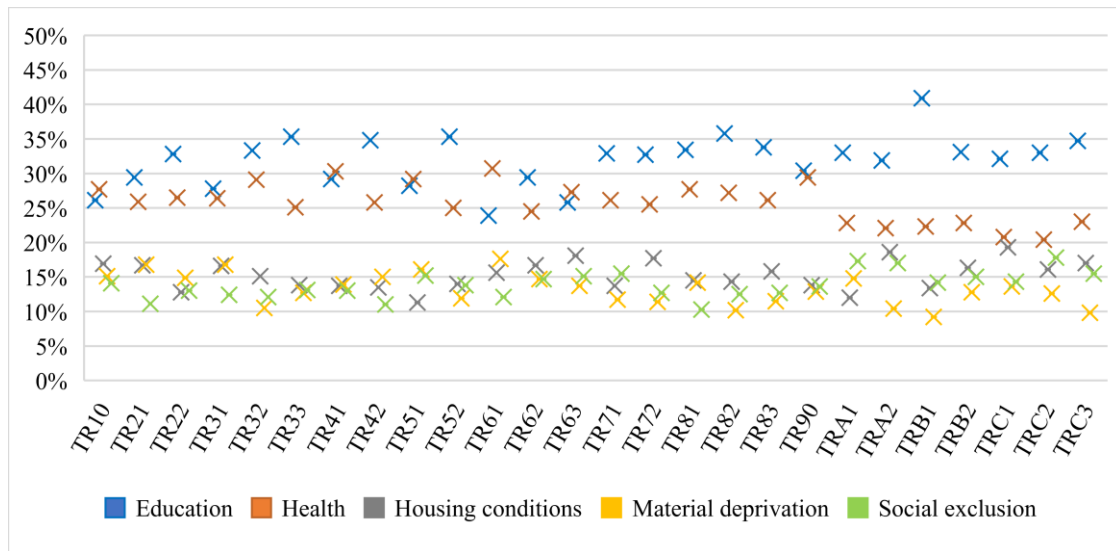
Figure 4 and Figure 5 indicate the contribution of each dimension to the regional MPIs in 2014 and 2022, successively. Education emerges as the most problematic dimension in almost all regions, and it is followed by the health dimension. After education and health, the other three dimensions of the MPI have approximately the same contribution rates. This situation does not notably change over time.

Figure 4. Regional contribution of each dimension in 2014



Source: Authors' own estimations

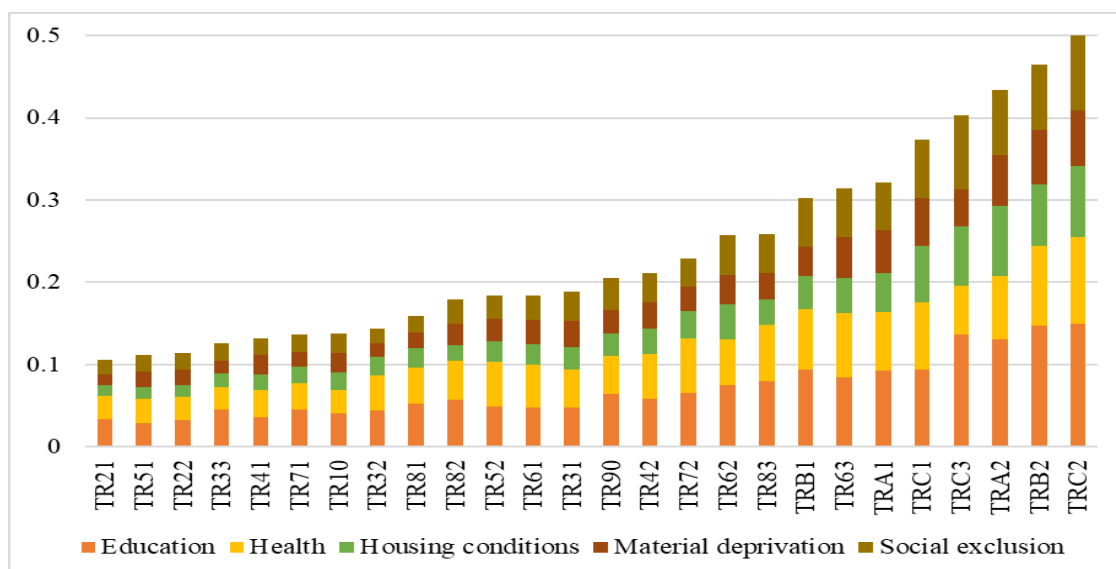
Figure 5. Regional contribution of each dimension in 2022



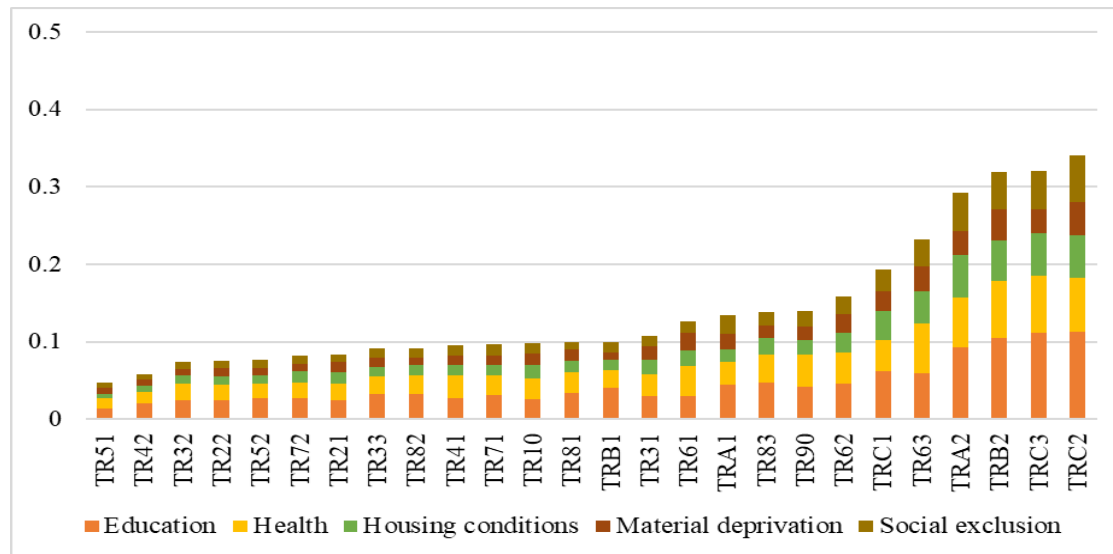
Source: Authors' own estimations

Regional MPIs by dimensional decompositions are presented in Figure 6 and Figure 7 for the beginning and end of the period. Although the MPIs significantly decreased from 2014 to 2022, the relative importance of the dimensions remained almost the same. It is obviously seen that education and health are the dimensions in which people in all regions have the highest deprivations. Therefore, policies towards reducing the deprivations in these two dimensions need to be prioritized. Deprivations in the housing conditions, material deprivation, and social exclusion seem less striking in general. However, as well as education and health, these three dimensions are also still problematic in the Southeastern and Eastern regions.

Figure 6. Regional MPI by dimensional contributions in 2014



Source: Authors' own estimations

Figure 7. Regional MPI by dimensional contributions in 2022

Source: Authors' own estimations

3.3 Regional MPIs and regional macroeconomic and social indicators

A descriptive analysis of the relationship between regional MPIs and some regional factors is presented in this sub-section. This analysis would improve our understanding of the regional multidimensional poverty in Türkiye. We restrict the analysis with the macroeconomic and social indicators that might be theoretically related to poverty and are available at the NUTS-2 level for the 2014-2022 period. The definitions of these variables are given in Table 4. Macroeconomic indicators used in this analysis are GDP per capita from three main sectors (i.e., industry, services, and agriculture),⁷ unemployment rate,⁸ exports and imports rates as indicators of openness to trade,⁹ credits per adult as an indicator of accession to credit,¹⁰ per capita social assistance which represents the government policy towards poverty alleviation. Considering the inflationary structure of the Turkish economy, it is vital to use the macroeconomic variables in real terms. Therefore, GDPs, credit levels, and social assistance expenditures are adjusted to 2014 price levels. As for social indicators, we employ the Gini coefficient as an indicator of income inequality, female labour force participation which is an important study area due to the persistent low rates in the

⁷ Economic growth is largely regarded as a key to eradicating poverty (see for example, Ravallion and Datt, 1992; Ravallion, 2001; Dollar and Kraay, 2002).

⁸ Unemployment is very often regarded as the main reason for poverty (see for example, (Freeman, 1991; Tobin, 1994; Minsky, 2013).

⁹ The effect of trade openness on poverty is often unambiguous (see for example Vos, 2008; Cockburn and Giordano, 2008).

¹⁰ Many studies suggest that financial inclusion can reduce poverty risks (see for example Omar and Inaba, 2020; Alvarez-Gamboa, et al., 2021).

country,¹¹ early motherhood rate,¹² number of students per teacher as a proxy for the quality of education,¹³ and net migration rate.¹⁴ Summary statistics of these variables are given in Table A.6 in the appendix.

Table 4. Definition of the variables

Variable	Definition	Source
<i>GDP_{industry}</i>	Natural logarithm of real GDP per capita (industry)	TurkStat
<i>GDP_{services}</i>	Natural logarithm of real GDP per capita (services)	TurkStat
<i>GDP_{agriculture}</i>	Natural logarithm of real GDP per capita (agriculture)	TurkStat
<i>unemployment</i>	Unemployment rate	TurkStat
<i>Exports rate</i>	Total value of exports divided by GDP (\$)	TurkStat
<i>Imports rate</i>	Total value of imports divided by GDP (\$)	TurkStat
<i>Credits per adult</i>	Natural logarithm of the real value of total credits per adult ¹⁵	The Banks Association of Türkiye
<i>Social assistance¹⁶</i>	Natural logarithm of the real value of per capita social security and social assistance expenditures (TL)	Ministry of Treasury and Finance
<i>Gini</i>	Gini coefficient	TurkStat
<i>Female labour force participation</i>	Female labour force participation rate	TurkStat
<i>early motherhood</i>	The ratio of births by mothers under 18-year-old to total births	TurkStat
<i>Net migration rate</i>	The net number of emigrants per thousand people who can migrate ¹⁷	TurkStat
<i>Student per teacher</i>	Number of students per teacher (primary school)	TurkStat

The following figures show the relationships between regional MPIs estimated in this study and regional variables. They also include the pairwise correlation coefficients. Except for agricultural GDP, all of the correlation coefficients are statistically significant at the 95% confidence interval. Figure 8 demonstrates that there is a strong and negative connection between regional MPIs and per capita industrial GDP with a very high correlation coefficient (i.e. -0.72). It is obvious that regions with high levels of per capita industrial GDP have lower MPIs, and vice versa. A similar linkage is observed between MPIs and per capita GDP levels in the services sector (see Figure 9), but it is not as strong as the one between industrial GDPs and MPIs. On the other hand, the link between per capita agricultural GDP levels and MPIs is unclear, and TR10 (Istanbul) and TR51 emerge as outliers (see Figure 10). These outliers have low MPIs

¹¹ Indeed, only 40 per cent of the 15–64-year-old women were in the labour force in 2022, and this was by far the lowest rate in the OECD group just like the previous years.

¹² Early motherhood rate can be considered as a variable not only about being a mother at a young age but also a deeper indicator of gender discrimination and social institutions in the region. It carries information about the role of girls in society and can also be interpreted as a proxy for the “child bride” issue.

¹³ There is a potential connection between poverty and low quality of education (see for example, Kokkenlenberg, Dillon, and Christy, 2008; Van der Berg et al., 2011).

¹⁴ Migration is a factor that might be related to poverty too.

¹⁵ The adult is defined here as individuals aged 20 or above.

¹⁶ Social assistance includes sickness and disability benefits, old-age benefits, widow and orphan pensions, family and child benefits, unemployment benefits, and housing benefits.

¹⁷ Net migration in a region is positive if it receives more people than it sends out.

despite their low levels of agricultural GDP. Besides, the regions with the highest MPIs (i.e., TRA2, TRB2, TRC2, and TRC3) have relatively high levels of per capita agricultural GDP. This finding may imply that these regions are at the earlier stages of their structural transformation and regional differences in the structural transformation levels can partly explain the regional variation in the multidimensional poverty.

Figure 8. MPI and GDP per capita (industry)

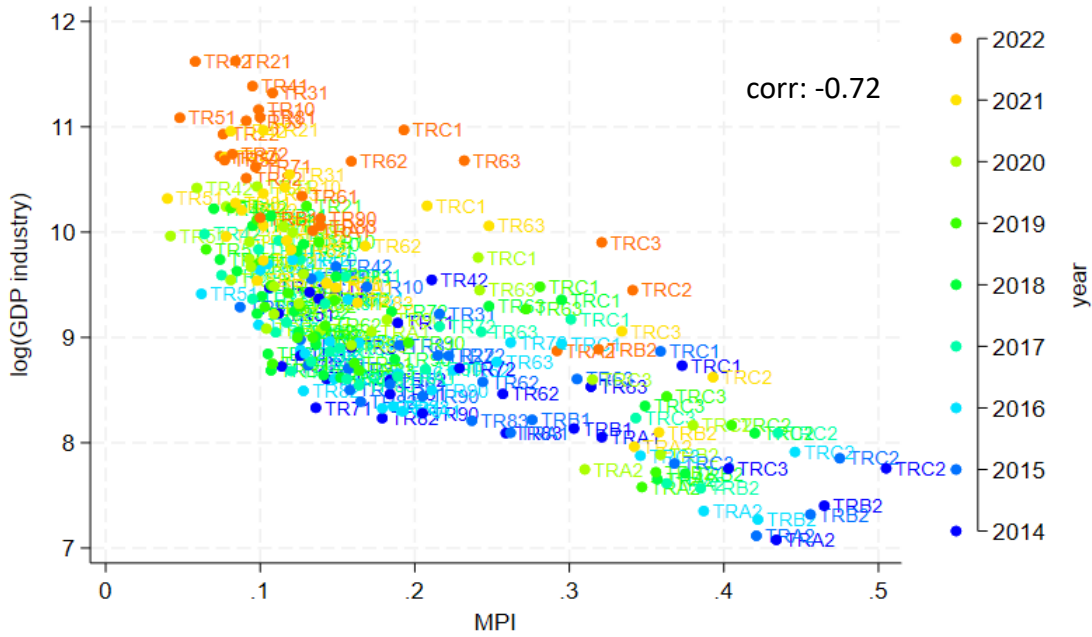


Figure 9. MPI and GDP per capita (services)

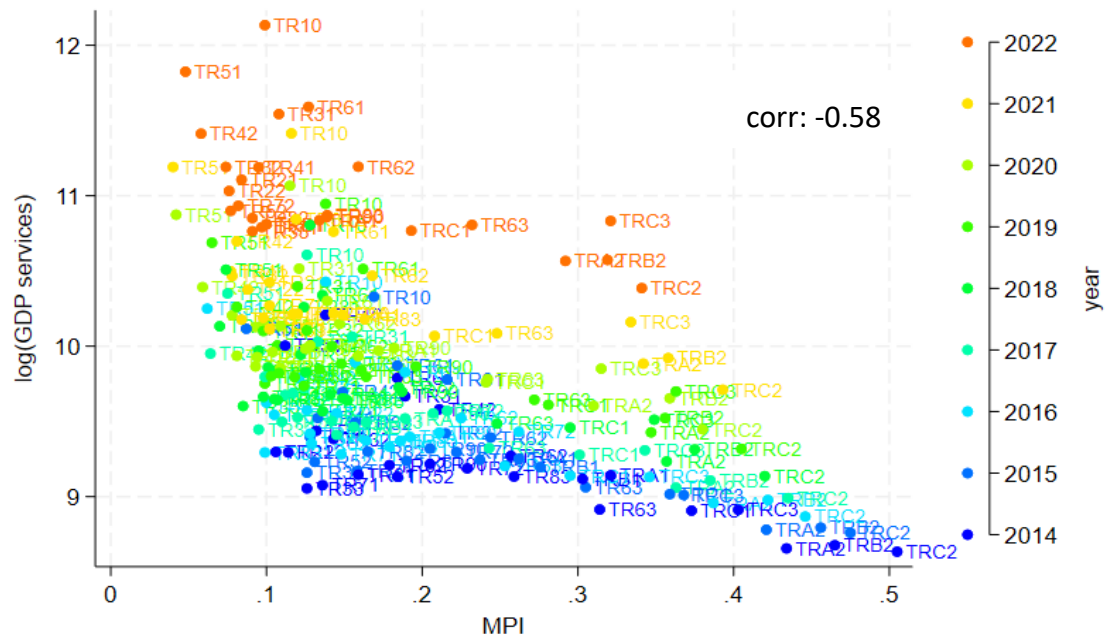


Figure 12. MPI and exports rate

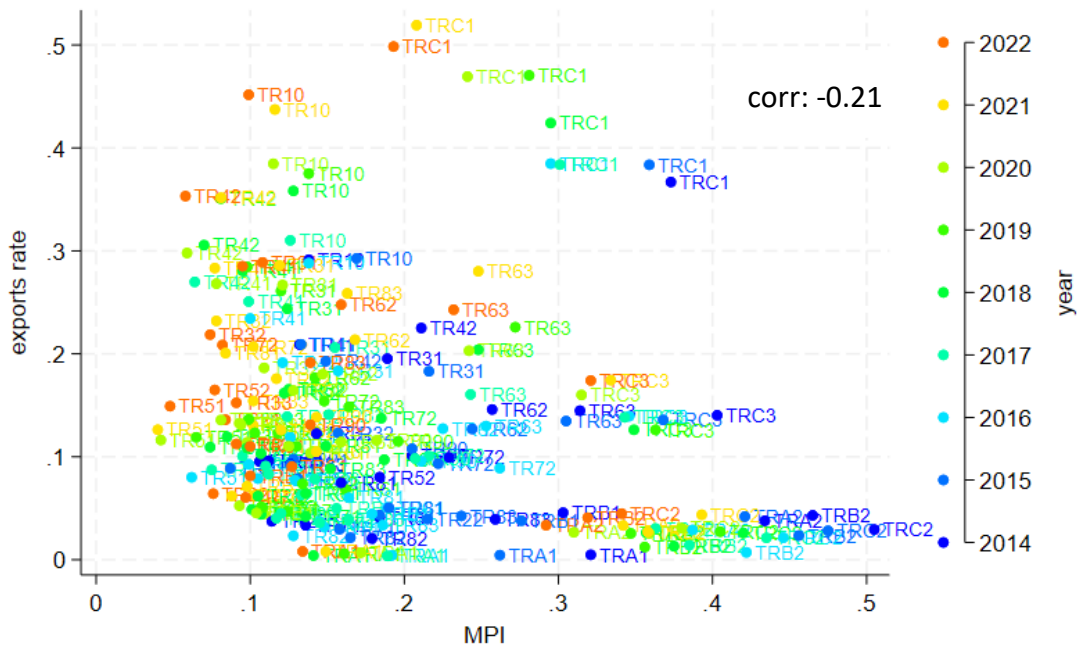
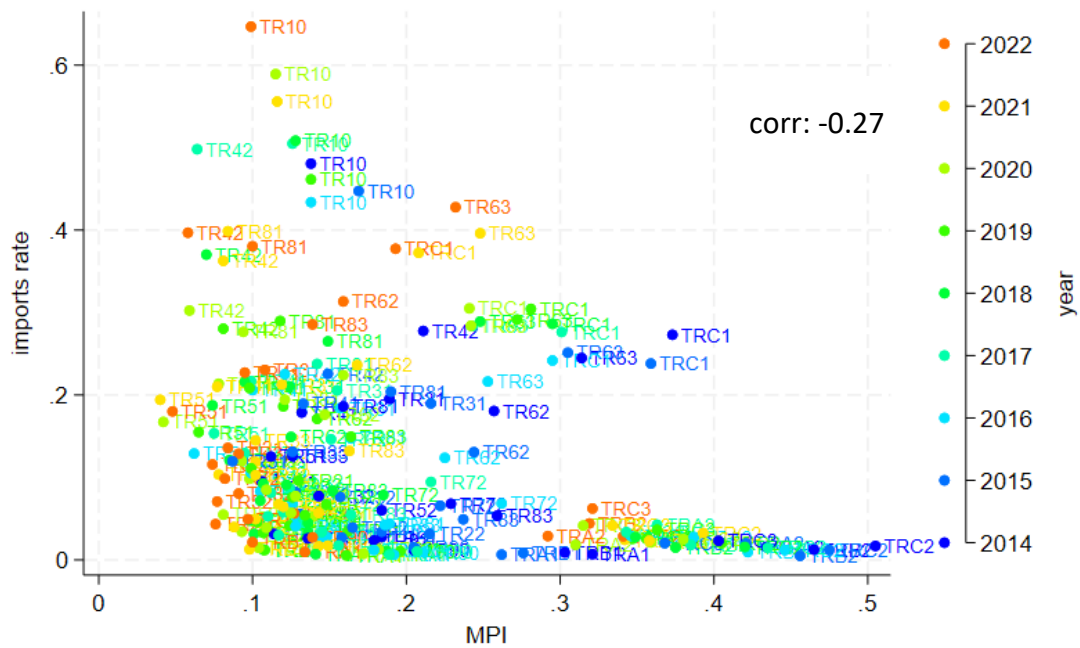


Figure 13. MPI and imports rate



Both export and import rates seem to be negatively connected with regional MPIs (see Figure 12 and Figure 13). Regions with higher export rates have lower MPIs, but TRC1 seems like an outlier.¹⁸ Similarly, regions with higher import rates have lower MPIs, and vice versa. It seems that trade openness is associated with lower poverty, but

¹⁸ It seems that high rates of exports in TRC1 do not help eliminate multidimensional poverty. They may even exacerbate inequalities within the region if profits from exports are obtained only from some privileged part of the society.

the direction of causality is unknown. Exports may help reduce multidimensional poverty, on the one hand. It is also possible that regions with low MPIs are more able to import and export, compared to those with high MPIs.

Furthermore, MPI decreases as access to credits improves (see Figure 14). Regions with high per adult credit levels have lower MPIs, and vice versa. There is a high negative correlation between these variables with a coefficient of -0.59 .

Figure 14. MPI and credits per adult

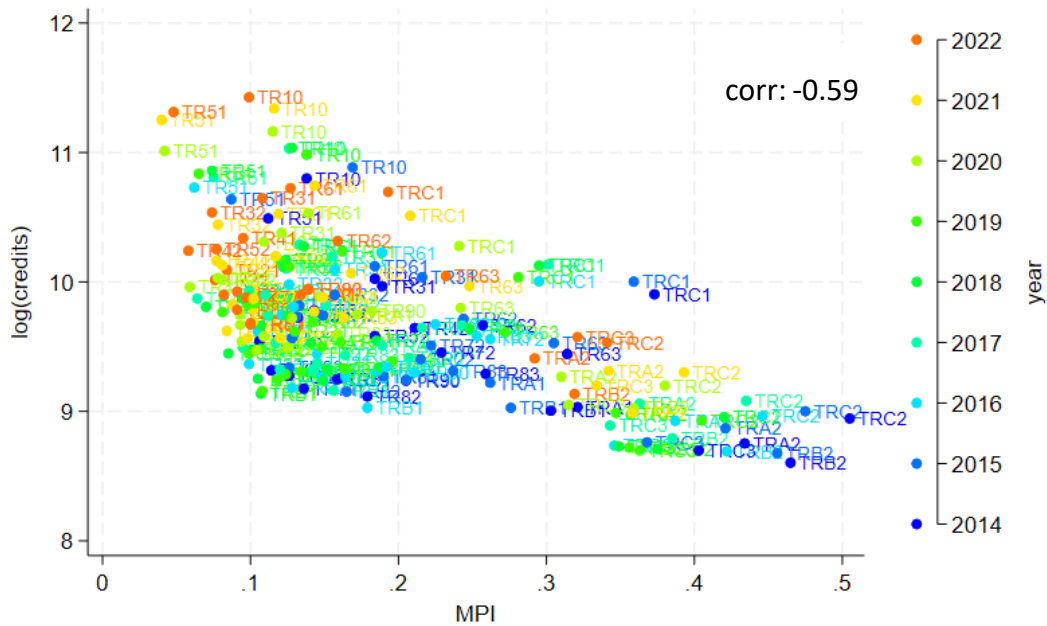


Figure 15 indicates that the relationship between per capita social assistance and MPIs is somewhat ambiguous. It seems that there is an inverted-U shape relation since the level of social assistance rises with MPI up to some degree (around 0.35), but then the social assistance level decreases as MPI ascends more. Still, once the time dimension of the social assistance variable is examined, it is observed that there is an improvement in the allocation of these benefits over time.

According to Figure 16, there is a positive sign link between regional Gini coefficients and MPIs. However, its correlation coefficient is somewhat low (i.e., 0.25), implying that income inequalities and multidimensional poverty may not always match well together.

Figure 15. MPI and per capita social assistance

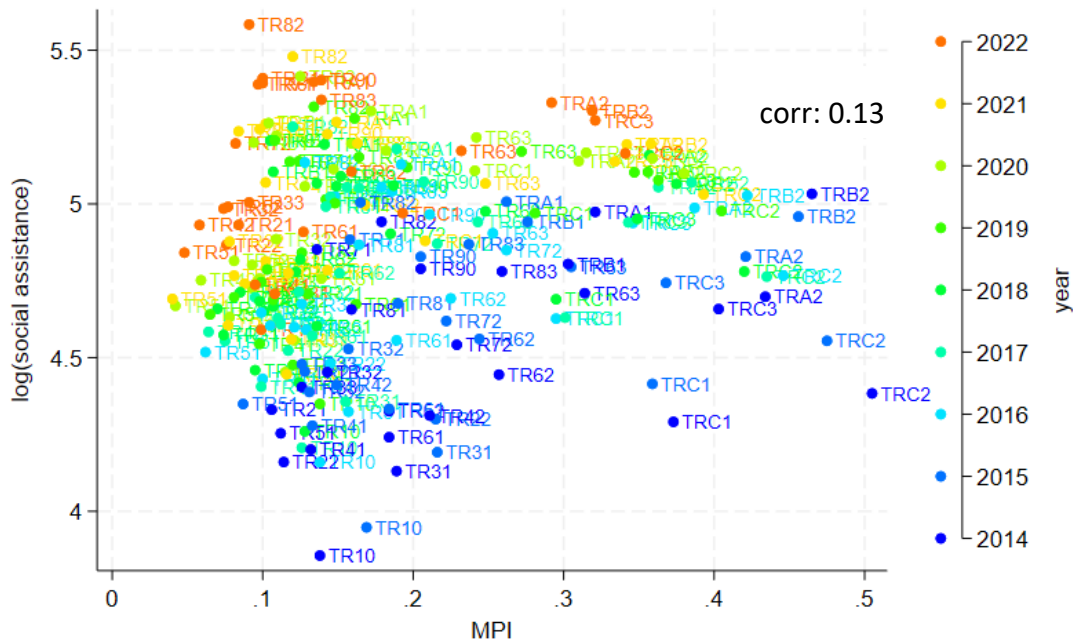


Figure 16. MPI and Gini

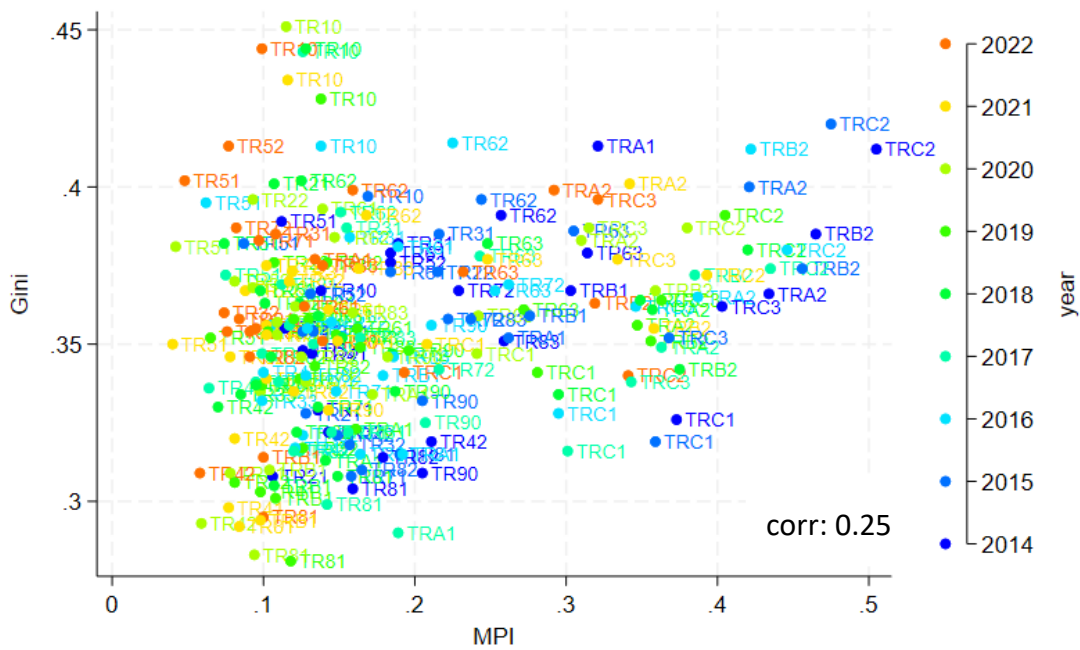
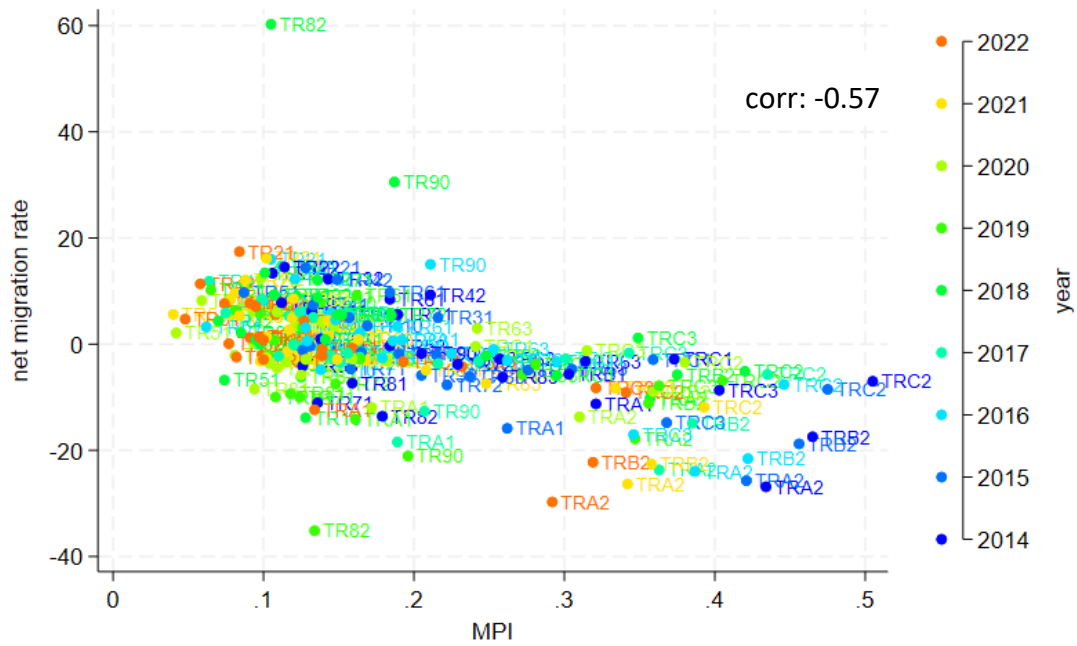


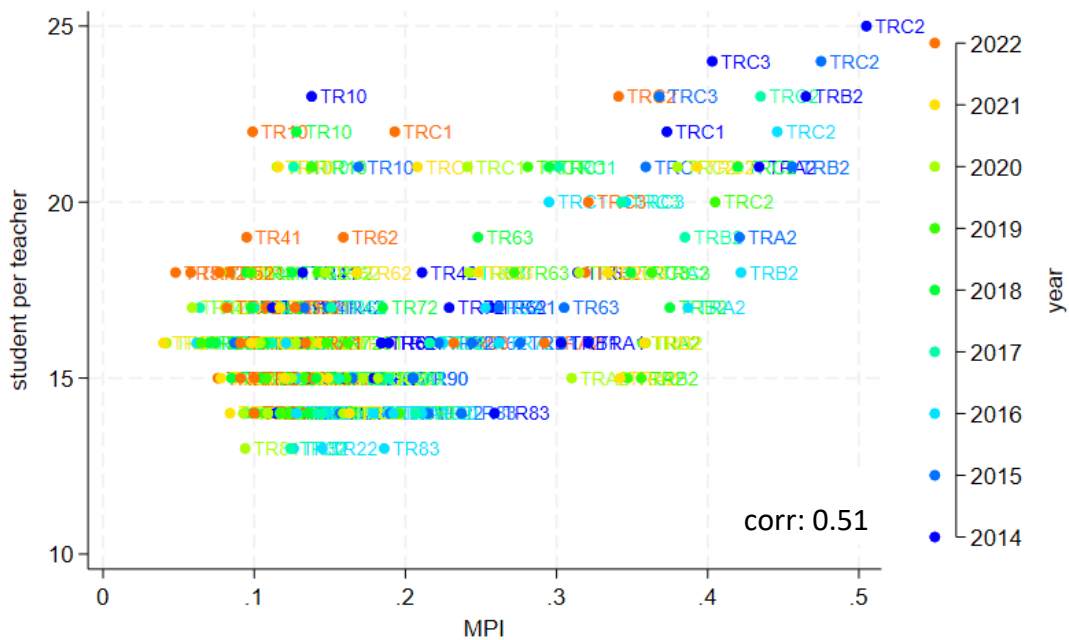
Figure 17 and Figure 18 present that while there seems a negative relationship between regional female labour force participation rates and MPIs (with a correlation coefficient of -0.61), a positive link is observed between regional early motherhood rates and MPIs (with a correlation coefficient of 0.74).

Figure 19. MPI and net migration rate



Finally, according to Figure 20, there is a positive connection between regional MPIs and the number of students per teacher with a correlation coefficient of 0.51. In particular, the number of students per teacher is much higher in the Southeastern and Eastern regions which suffer from multidimensional poverty at most.

Figure 20. MPI and number of students per teacher



4. Conclusion and discussion

Poverty statistics are fundamental economic and social indicators since they allow us to identify the groups, regions, and countries that need urgent intervention at most. They raise public awareness and are very useful in allocating social budgets and coordinating social policies. However, poverty measurement is a rather challenging task. In particular, monetary indicators of welfare used in the measurement of poverty have some limitations. In the last decades, the multidimensional poverty concept which complements monetary indicators with non-monetary indicators such as education, health, and housing conditions has emerged. Several developing countries have their country-specific MPI and utilize it as their official poverty statistic. Although there are a few MPIs in the literature, Türkiye does not have an official MPI yet. This paper extends the prior literature by measuring regional MPI in Türkiye and puts forward a detailed understanding of its nature on the basis of regional disparities employing a comprehensive descriptive analysis. Surveys of Income and Living Conditions (SILC) between 2014 and 2022 are used for this purpose.

Findings reveal that while 43 per cent of the population was in multidimensional poverty at the beginning of the period, this ratio decreased to 29 per cent in the end. More crucially, a considerable variation is found between regions. For example, in 2022, the multidimensional poverty ratio was 11.4 per cent in TR51 (Ankara), whereas it was more than 60 per cent in TRB2, TRC2, and TRC3. Likewise, the MPIs in many regions were lower than 10 per cent in recent years, while some regions such as TRB2, TRC2, and TRC3 had MPIs more than 30 per cent. A spatial clustering of poverty is observed as some previous studies found. Indeed, multidimensional poverty is largely concentrated in Southeastern and Eastern Anatolia. From 2014 to 2022, though multidimensional poverty reduced in all regions without exception, the regions with the highest poverty (i.e., TRA2, TRB2, TRC2, and TRC3) did not change in this period. This finding means that regional concentration of poverty is persistent, and a targeted anti-poverty strategy is required for these regions. On the other hand, in some regions, such as TRB1, TRA1, TR42, TR72, and TRC1, multidimensional poverty substantially decreased. The progress in these regions needs to be investigated thoroughly to reveal how multidimensional poverty can also be alleviated in other regions.

Once the dimensional decomposition of the MPIs is examined, it is concluded that education is the most problematic dimension in almost all regions and is followed by the health dimension. The relative importance of the dimensions did not notably change during the period. Hence, policies towards improving education and health conditions need to be prioritized. Still, social exclusion, housing conditions, and material deprivations are also still problematic in some of the Southeastern and Eastern regions, and therefore, region-specific anti-poverty policies would be useful in this case.

Afterwards, various scatter plots for regional MPIs and regional macroeconomic and social indicators are drawn to explicate the connection between regional poverty and regional conditions. The figures reflecting the association between sectoral per capita GDPs and MPIs show that there is a very strong and negative connection between industrial per capita GDP and MPIs. The regions with high per capita industrial GDP have low MPIs, and vice versa. GDP per capita in the services sector has also a negative link with regional MPIs, although it is not as strong as industrial GDP. On the other hand, the correlation between per capita agricultural GDP and MPIs is not statistically

significant, and TR10 and TR51 emerge as outliers. The regions with the highest MPIs have relatively high per capita agricultural GDP, implying that these regions are probably at the earlier stages of their structural transformation and the regional disparities in the levels of structural change can partly explain the regional differences in the MPIs.

A powerful and positive relationship between unemployment rates and MPIs is observed, supporting the previous literature arguing that employment is the key to poverty elimination (e.g., Karnani, 2009; Minsky, 2013). Furthermore, both export and import rates are found negatively connected with regional MPIs, implying that trade openness can lower poverty. Still, the direction of causality is unknown. On the one hand, exports may help reduce multidimensional poverty. On the other hand, regions with low MPIs may be more able to import and export, compared to those with high MPIs. Moreover, a high negative correlation is observed between regional MPIs and credits per adult. This result supports the previous studies (e.g., Bae, Han, and Sohn, 2012; Omar and Inaba, 2020; Alvarez-Gamboa, et al., 2021) emphasizing the importance of financial inclusion on poverty eradication.

The relationship between per capita social assistance and MPIs is found ambiguous. To some extent, an inverted-U shape relation is observed since the level of social assistance escalates with MPI until some degree (around 0.35), and then the social assistance level falls as MPI rises more. Besides, a positive link is found between regional Gini coefficients and MPIs, as expected. Still, its correlation coefficient is somewhat low, implying that income inequalities and multidimensional poverty may not always match well together.

Furthermore, it is discovered that regional MPIs are negatively related to regional female labour force participation rates, and positively linked with regional early motherhood rates with pretty high correlation coefficients. These findings are in line with our theoretical expectations and low rates of female labour force participation and prevalent early motherhood are, in fact, interconnected. These variables refer to gender discrimination and social institutions in the region. Remarkably, the regions with the highest MPIs have the lowest labour force participation rates among women and the highest incidence of motherhood before 18 years old. Therefore, a comprehensive poverty alleviation strategy should aim to change the prevalent negative cultural codes about the role of women in society especially in these regions.

Additionally, it is revealed that net migration is negative in the regions with the highest MPIs, while it is usually positive in the regions with the lowest MPIs. This finding implies that people migrate from regions with high MPIs to regions with lower MPIs. Finally, a positive association is observed between regional MPIs and the number of students per teacher. In particular, the number of students per teacher is much higher in the Southeastern and Eastern regions which suffer from the sharpest multidimensional poverty. Considering the fact that a high number of students lowers the quality of education, students in these regions may face high poverty risks in the future since low quality of education can adversely influence their future employability (see for example, Santos 2011). As Black and Devereux (2011) state, this situation may lead to intergenerational persistence of poverty, and policies improving the quality of education need to be produced especially in these vulnerable regions.

This descriptive analysis extends our information set about regional multidimensional poverty in Türkiye. Still, an empirical analysis is required to get more precise conclusions about the reasons for multidimensional poverty.¹⁹ Besides, even if the NUTS-2 level dataset used in the current study allows us to examine regional poverty disparities up to some extent, a more detailed regional dataset such as at the NUTS-3 level would better unearth regional characteristics of poverty. With the data availability, future studies can generate better predictions and more specific regional poverty reduction policies.

¹⁹ See for example, Acet Dönmez (2023) for an empirical analysis in this regard.

References

- Acar, A. (2014). The dynamics of multidimensional poverty in Turkey, BETAM Working Paper Series, 14.
- Acet Dönmez, G. (2023). A study on measurement and proximate causes of poverty: The case of Türkiye, Ph.D. Thesis, Marmara University, Institute of Social Sciences.
- Alkire, S. and Foster, J. (2007). Counting and multidimensional poverty measurement, Working Paper No. 7, Oxford Poverty and Human Development Initiative.
- Alkire, S. and Foster, J. (2011). Counting and multidimensional poverty measurement, *Journal of Public Economics*, 95, 476-487.
- Alkire, S., Foster, J., Seth, S., Santos, M. E., Roche, and J. M., Ballon, P. (2015). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis*: Oxford University Press.
- Alvarez-Gamboa, J., Cabrera-Barona, P., and Jacome-Estrella, H. (2021). Financial inclusion and multidimensional poverty in Ecuador: A spatial approach, *World Development Perspectives*, 22, 100311, <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2021.100311>.
- Atkinson, A. B. (1987). On the measurement of poverty, *Econometrica*, 5(4), 749-764.
- Atkinson, A. B. (2019). *Measuring Poverty Around the World*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Bae, K., Han, D., and Sohn, H. (2012). Importance of access to finance in reducing income inequality and poverty level, *International Review of Public Administration* 17(1), 55-77. doi: 10.1080/12264431.2012.10805217
- Banerjee, A. V. and Duflo, E. (2012). *Poor Economics: The Surprising Truth about Life on Less Than \$1 a Day*. London: Penguin Books.
- Black, S. and Devereux, P. (2011). Recent developments in intergenerational mobility. In O. Ashenfelter and D. Card (Eds.). *Handbook of Labor Economics*. Part B (Vol. 4). (pp. 1487-1541). Amsterdam: Elsevier.
- Cockburn, J. and Giordano, P. (2008). *Trade and poverty in the developing world*, Poverty and Economic Policy (PEP) Research Network.
- Coşkun, M. N. (2012). Türkiye'de yoksulluk: Bölgesel farklılıklar ve yoksulluğun profili, Turkish Economic Association Discussion Paper, No: 2012/59.
- Dansuk, E. and Özmen, M., Erdoğan, G. (2007). Poverty and social stratification at the regional levels in Turkey, Social Policy and Regional Development Proceedings, The Institute of Economics, Zagreb.
- Dollar, D. and Kraay, A. (2002). Growth is good for the poor, *Journal of Economic Growth*, 7, 195-225.
- Duran, H. (2015). Türkiye'de yoksulluğa bölgesel bir bakış, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(2), 87-103.

- Erkal, M. E. (1978). *Bölgelerarası Dengesizlik ve Doğu Kalkınması*, 2. Issue. Istanbul: Şamil Yayınevi.
- Filiztekin, A. and Çelik, M. A. (2010). Regional income inequality in Turkey, *Yıldız Technical University Faculty of Architecture E-Journal*, 5(3), 116-127.
- Freeman, R. B. (1991). Employment and earnings of disadvantaged young men in a labor shortage economy. In Jencks, C. and Peterson, P. E. (Eds.). *The Urban Underclass*. (pp. 103-121). Washington, DC: The Brookings Institution.
- Giovanis, E. and Özdamar, O. (2021). Regional employment support programs and multidimensional poverty of youth in Turkey, *Eurasian Economic Review*, 11, 583-609.
- Gordon, D., Levitas, R., Pantazis, C., Patsios, D., Payne, S., Townsend, P., Adelman, L., Ashwort, K., Middleton, S., Bradshaw, J., and Williams, J. (2000). *Poverty and Social Exclusion in Britain*: Joseph Rowntree Foundation.
- Haddad, L. J. and Kanbur S. R. (1990). How serious is the neglect of intra-household inequality?, *Economic Journal*, 100, 866–881.
- Jenkins, S. P. (1991). Poverty measurement and the within-household distribution: Agenda for action, *Journal of Social Policy*, 20(4), 457–483.
- Karadağ, M. A. and Saraçoğlu, B. (2015). Çok boyutlu yoksulluk analizi: Türkiye-AB karşılaştırması, *Amme İdaresi Dergisi*, 48(4), 129-159.
- Karadağ, M. A. (2010). Yoksulluk hesaplamalarına çok değişkenli yaklaşım, Turkish Statistical Institute Expertness Thesis, Ankara.
- Karadağ, M. A. (2015). Tek boyutlu ve çok boyutlu yoksulluk ölçümleri: Türkiye uygulaması, Gazi University Institute of Social Sciences PhD Thesis, Ankara.
- Karahasan, B. C. and Bilgel, F. (2021). The topography and sources of multidimensional poverty in Turkey, *Social Indicators Research*, 154, 413-445.
- Karahasan, B. C., Doğruel, F., and Doğruel, A. S. (2016). Can market potential explain regional disparities in developing countries? Evidence from Turkey, *The Developing Economies*, 54(2), 162-197
- Karaman, F. and Doğruel, F. (2011). Regional convergence in Turkey: The role of government in economic environment augmenting activities, Munich, MPRA Paper No. 34271.
- Karnani, A. (2009). Reducing poverty through employment, Ross School of Business Working Paper, No: 1132, <http://ssrn.com/abstract=1476953>
- Kokkenlenberg, E. C., Dillon, M., and Christy, S. M. (2008). The effects of class size on student grades at a public university, *Economics of Education Review*, 27, 221–233.
- Limanlı, Ö. (2016). Multidimensional poverty in Turkey, *Turkish Economic Association International Conference on Economics*, in Bodrum, in 20-22 October 2016, 110-132.
- Minsky, H. P. (2013). *Ending poverty: Jobs, not welfare*. New York: Levy Economics Institute of Bard College.

- Nolan, B. and Whelan, C. T. (2010). Using non-monetary deprivation indicators to analyze poverty and social exclusion: Lessons from Europe?, *Journal of Policy Analysis and Management*, 29(2), 305–325.
- Nolan, B. and Whelan, C. T. (2014). Multidimensional poverty measurement in Europe: An application of the adjusted headcount approach, *Journal of European Social Policy*, 24(2), 183–197.
- Omar, M. A. and Inaba, K. (2020). Does financial inclusion reduce poverty and income inequality in developing countries? A panel data analysis, *Journal of Economic Structures*, 9(37), <https://doi.org/10.1186/s40008-020-00214-4>
- Ravallion, M. (2001). Growth, inequality and poverty: Looking beyond averages, *World Development*, 29(11), 1803-1815.
- Ravallion, M. (2012). Poor, or just feeling poor? On using subjective data in measuring poverty, Policy Research Working Paper Series 5968, The World Bank.
- Ravallion, M. and Datt, G. (1992). Growth and redistribution components of changes in poverty measures, *Journal of Development Economics*, 38(2): 275-295.
- Santos, M. E. (2011). Human capital and the quality of education in a poverty trap model, *Oxford Development Studies*, 39(1), 25-47, doi: [10.1080/13600818.2010.551003](https://doi.org/10.1080/13600818.2010.551003)
- Smeeding, T. M. (2016). Poverty measurement, In D. Brady & L. M. Burton (Eds.), *The Oxford Handbook of The Social Science of Poverty*. (pp. 21-46): Oxford University Press.
- Taştan, H. and Akar, M. (2013). Türkiye imalat sanayiinde bölgesel ve sektörel ücret eşitsizliği, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 63(1), 17-49
- Tekgüç, H. and Akbulut, B. (2022). A multidimensional approach to the gender gap in poverty: An application for Turkey, *Feminist Economics*, 28(2), 119-151.
- Tobin, J. (1994). Poverty in relation to macroeconomic trends, cycles, and policies, In Danziger, S. H., Sandefur, G. D. and Weinberg, D. H. (Eds.). *Confronting Poverty: Prescriptions for Change*. (pp. 147-167). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Turkish Statistical Institute, Surveys of Income and Living Conditions (SILC) 2014-2022, Micro Datasets.
- Van der Berg, S., Burger, C., Burger, R., de Vos, M., du Rand, G., Gustafsson, M. A., Moses, E., Shepherd, D. L., Spaul, N., Taylor S., van Broekhuizen, H., and von Fintel, D. (2011). Low quality education as a poverty trap, Stellenbosch Economic Working Papers, No. 25/2011.
- Vos, R. (2008). What we do and don't know about trade liberalization and poverty reduction. In J. Cockburn, P. Giordano (Eds.), *Trade and Poverty in the Developing World*. (pp 32-66), Poverty and Economic Policy (PEP) Research Network.
- World Bank (2005). Introduction to poverty analyses, Poverty Manual, Washington, Banco Mundial.

Yılmaz, E. and Kılıç, İ. E. (2021). Deprivation: Endowment and discrimination?, *Social Indicators Research*, 158(1), 177-196.

DISCLOSURE STATEMENTS:

Research and Publication Ethics Statement: This study has been prepared in accordance with the rules of scientific research and publication ethics.

Contribution rates of the authors: First author (70%), Second author (30%).

Conflicts of Interest: Author states that there is no conflict of interest.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was not obtained because human subjects were not used in the research described in the paper.

Appendix

Table A.1 NUTS regions of Türkiye

NUTS-1 level regions	NUTS-2 level regions
TR1: İstanbul	TR10: İstanbul
TR2: Western Marmara	TR21: Tekirdağ, Edirne, Kırklareli
	TR22: Balıkesir, Çanakkale
TR3: Aegean	TR31: İzmir
	TR32: Aydın, Denizli, Muğla
	TR33: Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak
TR4: Eastern Marmara	TR41: Bursa, Eskişehir, Bilecik
	TR42: Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova
TR5: Western Anatolia	TR51: Ankara
	TR52: Konya, Karaman
TR6: Mediterranean	TR61: Antalya, Isparta, Burdur
	TR62: Adana, Mersin
	TR63: Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye
TR7: Central Anatolia	TR71: Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir
	TR72: Kayseri, Sivas, Yozgat
TR8: Western Black Sea	TR81: Zonguldak, Karabük, Bartın
	TR82: Kastamonu, Çankırı, Sinop
	TR83: Samsun, Tokat, Çorum, Amasya
TR9: Eastern Black Sea	TR90: Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane
TRA: North-eastern Anatolia	TRA1: Erzurum, Erzincan, Bayburt
	TRA2: Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan
TRB: Central Eastern Anatolia	TRB1: Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli
	TRB2: Van, Muş, Bitlis, Hakkari
TRC: South-eastern Anatolia	TRC1: Gaziantep, Adıyaman, Kilis
	TRC2: Şanlıurfa, Diyarbakır
	TRC3: Mardin, Batman, Şırnak, Siirt

Table A.2 Summary of MPI indicators

Indicator	Weight	Percentage of individuals deprived %								
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i><u>Education</u></i>										
<i>E1</i>	0.1	61.69	58.93	57.97	56.56	54.71	53.11	50.33	47.75	45.67
<i>E2</i>	0.1	28.29	27.41	26.35	24.95	23.79	22.84	21.46	20.00	19.14
<i>Health</i>										
<i>H1</i>	0.07	45.46	50.12	39.35	45.38	47.77	47.47	42.35	43.07	43.89
<i>H2</i>	0.07	27.56	23.77	15.77	14.10	15.01	14.97	8.48	19.30	12.22
<i>H3</i>	0.07	33.64	35.81	37.74	33.97	31.95	33.56	37.29	38.32	41.51
<i><u>Housing conditions</u></i>										
<i>HC1</i>	0.03	37.18	39.01	38.09	36.62	35.91	36.88	34.72	33.89	33.57
<i>HC2</i>	0.03	7.97	6.82	5.49	4.80	4.28	3.99	3.79	3.41	2.69
<i>HC3</i>	0.03	28.81	27.40	25.99	24.84	23.15	22.36	21.67	14.42	19.62
<i>HC4</i>	0.03	24.38	24.19	24.51	22.94	24.83	26.10	22.60	23.40	21.72
<i>HC5</i>	0.03	10.57	11.26	10.66	11.33	11.18	10.87	9.79	9.98	10.41
<i>HC6</i>	0.03	38.66	43.04	42.20	40.77	39.39	39.31	36.73	34.28	33.61
<i><u>Material deprivation</u></i>										
<i>M1</i>	0.04	14.22	13.15	10.42	7.58	6.12	6.11	6.17	6.50	5.31
<i>M2</i>	0.04	9.03	9.06	8.60	7.84	7.05	9.18	7.79	8.89	7.23
<i>M3</i>	0.04	31.02	28.52	24.31	21.48	18.16	22.47	18.40	19.52	14.56
<i>M4</i>	0.04	21.70	21.76	18.90	17.80	15.31	19.42	13.89	16.98	11.87
<i>M5</i>	0.04	29.05	32.64	34.43	31.74	30.17	29.69	32.23	33.43	31.14
<i><u>Social Exclusion</u></i>										
<i>S1</i>	0.03	12.69	13.76	13.62	14.98	14.64	17.66	20.70	17.92	16.32
<i>S2</i>	0.03	38.61	36.40	34.14	33.11	32.86	32.46	28.06	28.94	29.50
<i>S3</i>	0.03	24.40	22.47	14.04	12.11	12.82	13.19	13.66	15.28	13.35
<i>S4</i>	0.03	27.21	29.61	20.29	16.98	17.54	19.58	18.14	19.82	14.43
<i>S5</i>	0.03	28.25	25.39	18.06	10.08	7.20	6.53	6.35	4.80	2.60
<i>S6</i>	0.03	24.01	24.39	23.78	23.13	22.89	23.45	23.59	23.31	21.60

Source: Authors' own estimations

Table A.3 Multidimensional poverty estimations

Year	Number of poor (million)	H (%)	A (%)	M (%)
2014	32,699,498	43.2 0.005	50.4 0.002	21.8 0.003
2015	33,220,503	43.5 (.005)	49.7 (.002)	21.6 (.003)
2016	29,764,250	38.6 0.005	48.2 0.002	18.6 0.002
2017	28,074,940	35.6 (.005)	47.4 (.002)	16.9 (.002)
2018	27,039,299	33.9 (.005)	47.1 (.002)	16 (.002)
2019	28,167,434	34.9 (.004)	47.1 (.002)	16.4 (.002)
2020	25,871,753	31.6 (.004)	46.2 (.002)	14.6 (.002)
2021	26,083,059	31.5 (.004)	46.5 (.002)	14.6 (.002)
2022	24,296,049	29.1 (.004)	45.4 (.002)	13.2 (.002)

Note: Standard errors are in parentheses. *H* is the headcount ratio, *A* is the average deprivation score of the poor, and *M* is the adjusted headcount ratio (aka multidimensional poverty index).

Source: Authors' own estimations

Table A.4 Contribution of dimensions

Dimension	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Education</i>	.291	.291	.309	.316	.313	.303	.309	.294	.307
<i>Health</i>	.231	.233	.221	.226	.237	.238	.230	.253	.253
<i>Housing conditions</i>	.153	.157	.164	.167	.167	.164	.163	.151	.161
<i>Material deprivation</i>	.146	.146	.147	.144	.135	.145	.141	.147	.135
<i>Social exclusion</i>	.179	.173	.158	.148	.148	.151	.157	.155	.145

Source: Authors' own estimations

Table A.5 Multidimensional poverty estimates through various cut-offs

Cut-off	1/4	1/3	1/2	1/4	1/3	1/2
Year	H (%)			M (%)		
2014	54.7 0.004	43.2 0.005	19.8 0.004	25.1 0.002	21.8 0.003	12.3 0.003
2015	55.1 (.004)	43.5 (.005)	19.4 (.004)	25 (.002)	21.6 (.003)	11.9 (.003)
2016	50.3 (.005)	38.6 (.005)	15.7 (.004)	22 (.002)	18.6 (.002)	9.4 (.002)
2017	47.6 0.005	35.6 0.005	13 0.004	20.3 0.002	16.9 0.002	7.8 0.002
2018	45.9 (.005)	33.9 (.005)	12.2 (.003)	19.4 (.002)	16 (.002)	7.2 (.002)
2019	47 (.004)	34.9 (.004)	12.3 (.003)	19.9 (.002)	16.4 (.002)	7.4 (.002)
2020	43 (.004)	31.6 (.004)	10.5 (.003)	17.9 (.002)	14.6 (.002)	6.1 (.002)
2021	43.8 (.004)	31.5 (.004)	11 (.003)	18.2 (.002)	14.6 (.002)	6.5 (.002)
2022	41 (.004)	29.1 (.004)	8.8 (.003)	16.6 (.002)	13.2 (.002)	5.1 (.002)

Note: Estimations using the 1/2 poverty cut-off can be considered as extreme poverty, while those using the 1/4 cut-off also cover the population who are not in multidimensional poverty -according to the standard 1/3 cut-off- but at risk of poverty.

Source: Authors' own estimations

Table A.6 Summary statistics

Variable	Observation	Mean	Std. dev.	Min	Max
<i>log(GDP_{industry})</i>	234	9.215	0.910	7.078	11.625
<i>log(GDP_{services})</i>	234	9.863	0.648	8.634	12.134
<i>log(GDP_{agriculture})</i>	234	8.117	1.013	4.127	10.265
<i>unemployment</i>	234	0.109	0.05	0.034	0.335
<i>exports rate</i>	234	0.135	0.109	0.004	0.519
<i>imports rate</i>	234	0.128	0.130	0.005	0.647
<i>log(credits)</i>	234	9.709	0.577	8.603	11.427
<i>log(social assistance)</i>	234	4.829	0.322	3.856	5.584
<i>Gini</i>	234	0.356	0.032	0.281	0.451
<i>female labor force participation</i>	234	0.320	0.064	0.122	0.442
<i>early motherhood</i>	234	0.011	0.007	0.002	0.039
<i>net migration rate</i>	234	-0.844	10.152	-35.15	60.26
<i>student per teacher</i>	234	16.641	2.52	13	25

Figure A.1 NUTS-2 regions map



Türkiye’de Elektrikli Araçlar için Şarj Altyapısı Nasıl Yaygınlaşır?

Emin KÖKSAL*
Şahin ARDIYOK**
Bora İKİLER***

Öz

Elektrikli araçlara geçiş, günümüz ulaşım endüstrisinde köklü bir dönüşüm sürecine işaret etmektedir. Araç üreticileri kaynaklarını elektrikli modeller tasarlamaya ve üretmeye yönlendirirken, hükümetler de bu süreci iklim değişikliğiyle mücadele hedefleri doğrultusunda ekonomilerini fosil yakıtlardan arındırmak için bir araç olarak görmektedir. Bu çalışma, elektrikli araç ekosistemin önemli bir parçasını oluşturan şarj altyapısının Türkiye’de nasıl geliştirilebileceğine dair kamu politikası önerileri üretmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Türkiye için elektrikli araçların yayılımı konusunda yerli elektrikli araç üretimi ve Türkiye’nin iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik hedeflerinin, elektrikli araç ekosisteminin yayılımını hızlandırabilecek önemli fırsatlar olduğu savunulmaktadır. Ayrıca, elektrikli araçlara geçişte Türkiye’nin henüz takipçi konumunda olmasının diğer başarılı ülke modellerini benimsemesi konusunda da bir fırsat sunduğu düşünülmektedir. Çalışmanın kapsamı, sunulan bilgiler ve ortaya koyulan fırsatlar çerçevesinde şu öneriler sunulmuştur: temel ve kapsayıcı bir stratejinin ortaya koyulması, yasal düzenlemelerin tutarlı ve öngörülebilir hale getirilmesi ve başka hedeflerle (enerjide dışa bağımlılığı azaltma, yenilenebilir enerjiye geçiş, vb.) sinerji yaratılması.

JEL Kodları: L52, L98, R48

Anahtar Kelimeler: elektrikli araçlar, şarj altyapısı, kamu politikası

* Bahçeşehir Üniversitesi İktisat Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0003-4232-3193>, (emin.koksal@bau.edu.tr)

** BASEAK Avukatlık Ortaklığı, İstanbul, <https://orcid.org/0000-0002-0303-8376>, (sardiyok@baseak.com)

*** BASEAK Avukatlık Ortaklığı, İstanbul, <https://orcid.org/0000-0001-6662-5650>, (bikiler@baseak.com)

How Does Charging Infrastructure for Electric Vehicles Become Widespread in Türkiye?

Abstract

The transition to electric vehicles indicates a radical transformation process in today's transportation industry. While vehicle manufacturers direct their resources to design and produce electric models, governments see this process as a tool to decarbonize their economies in line with their goals of combating climate change. This study aims to produce public policy recommendations on how the charging infrastructure, which is an important component of the electric vehicle ecosystem, can be developed in Türkiye. In this context, it is argued that domestic electric vehicle production and Türkiye's targets of mitigating climate change are important opportunities that can accelerate the spread of the electric vehicle ecosystem. In addition, being a follower in the transition to electric vehicles offers an opportunity to adopt other successful country models. Within the framework of the scope of the study, the information and the opportunities presented, the following suggestions are offered: introducing a basic and comprehensive strategy, making legal regulations consistent and predictable, and creating synergies with other goals (reducing foreign dependency on energy, transition to renewable energy, etc.).

JEL Codes: L52, L98, R48

Keywords: electric vehicle, charging infrastructure, public policy

1. Giriş

Elektrikli araçlara geçiş, günümüz ulaşım endüstrisinde köklü bir dönüşüm sürecine işaret etmektedir. Araç üreticileri kaynaklarını elektrikli modeller tasarlamaya ve üretmeye yönlendirirken, hükümetler de bu süreci iklim değişikliğiyle mücadele hedefleri doğrultusunda ekonomilerini fosil yakıtlardan arındırmak için bir araç olarak görmektedir. Hem sektörel düzeyde teknolojik değişimin hem de iklim değişikliği ile mücadele gibi makro düzeyde hedeflerin kesiştiği bir alan olan ulaşımındaki bu dönüşüm, sadece elektrikli araç üretimini değil, bu araçların yaygın olarak kullanılabilmesi için şarj altyapısı gibi birbirleriyle bağlantılı bileşenleri içeren bir ekosistemin geliştirilmesini gerektirmektedir.

Bu çalışma, elektrikli araç ekosisteminin önemli bir parçasını oluşturan şarj altyapısının Türkiye’de nasıl geliştirilebileceğine dair kamu politikası önerileri üretmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Türkiye için elektrikli araçların yayılımı konusunda yerli elektrikli araç üretimi ve Türkiye’nin iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik hedeflerinin, elektrikli araç ekosisteminin yayılımını hızlandırabilecek önemli fırsatlar olduğu savunulmaktadır. Ayrıca, elektrikli araçlara geçişte Türkiye’nin henüz takipçi konumunda olmasının diğer başarılı ülke modellerini benimsemesi konusunda da bir fırsat sunduğu düşünülmektedir. Çalışmanın kapsamı, sunulan bilgiler ve ortaya koyulan fırsatlar çerçevesinde şu öneriler sunulmuştur: temel ve kapsayıcı bir stratejinin ortaya koyulması, yasal düzenlemelerin tutarlı ve öngörülebilir hale getirilmesi ve başka hedeflerle (enerjide dışa bağımlılığı azaltma, yenilenebilir enerjiye geçiş, vb.) sinerji yaratılması.

Bu doğrultuda, çalışmanın takip eden bölümünde elektrikli araç ekosisteminin ve şarj altyapılarının mikroekonomik dinamikleri incelenecektir. Üçüncü bölümde iyi uygulama örnekleri açısından dünyada elektrikli araçlara yönelik en yoğun kamu müdahalelerinin olduğu Avrupa Birliği’ndeki (AB) gelişmeler üzerinde durulacaktır. Dördüncü bölüm, Türkiye’deki gelişmelerin ayrıntılı bir analizine ayrılmış durumdadır. Beşinci ve son bölüm ise önceki bölümlerden anlatılanlardan hareketle, Türkiye için fırsat ve önerileri sıralamaktadır.

2. Elektrikli araçlar ekosistemi ve şarj altyapısının ekonomisi

Elektrikli araçlar, yeni gelişen birçok teknoloji gibi kendi ekosistemini de beraberinde getiren bir yapıda karşımıza çıkmaktadır. Farklı teknolojileri barındıran elektrikli araçlar temel olarak, tamamen elektrikli (*all-electric*) ve şarj edilebilir hibrid (*plug-in hybrid*) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Tamamen elektrikli araçlar ise kendi içinde bataryalı ve yakıt hücreli (*fuel cell*) olarak ayrılmaktadır (US Department of Energy, 2020). Bu çalışmada elektrikli araç kavramı, tamamen elektrikli bataryalı

araçları ifade etmektedir. Elektrikli araç ekosistemi ise elektrikli araç ve şarj altyapısı gibi birbirleriyle bağlantılı bileşenleri içine alan bir kavram olarak kullanılmaktadır.

Bu bölümde, takip eden bölümlere temel bir çerçeve ve altyapı oluşturacak şekilde, elektrikli araç ekosistemindeki ilişkilere yönelik bilgiler verilir, şarj altyapısındaki temel ekonomik dinamikler ele alınacaktır. Bu alanda bir kamu politikasına ihtiyaç duyulup duyulmadığı ve olası düzenlemelerin verimliliği için nelerin dikkate alınması gerektiği konusunda tespitlerde bulunulacaktır.

2.1. Elektrikli araç ekosistemi

Elektrikli araçlar ve bu araçların işlevlerini sürdürebilmesi için gerekli şarj altyapısı birbirlerini tamamlayıcı bir ağ ekonomisini oluşturmaktadır. Bu iki ürün arasındaki tamamlayıcı ilişki bir ürünün diğeri olmadan ekonomik değer ifade edemeyeceği anlamına gelmektedir. Somut bir ifadeyle, elektrikli araçlar olmadan şarj altyapısı, şarj altyapısı olmadan da elektrikli araçlar herhangi bir ekonomik değer ifade etmemektedir.

Elektrikli araçlar ve şarj altyapısı arasındaki ilişki, özellikle ticari şarj altyapısı dikkate alındığında, pek tabii ki konvansiyonel ya da içten yanmalı araçlar¹ ve akaryakıt istasyonları ile özdeşleştirilebilir. Bu sebeple geçmişte olduğu gibi konvansiyonel araçlar ve gerekli akaryakıt istasyonu altyapısının gelişim yolu takip edilerek temel düzenlemeler ile yetinilmesi ve piyasanın kendi dinamikleri ile elektrikli araç ekosisteminin gelişmesi beklenebilir. Ancak, iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik küresel hedeflerin ülkeler için bağlayıcı olduğu bir düzende (Bodansky, 2016), elektrikli araçların kendi doğal akışından daha hızlı bir şekilde yaygınlaştırılması bu hedeflere ulaşmak açısından önemli bir politika aracı olarak ortaya çıkmaktadır (Euobserver, 2020).

Birçok ülkede ulaşımda kullanılan fosil yakıtlar karbon emisyonlarının kayda değer bir kısmını oluşturmaktadır (OECD, 2020). Bu sebeple elektrikli araçların yaygınlaşması birçok ülkenin karbon azaltma hedeflerine ciddi oranda katkıda bulunabilecektir. Bu hedeflere ulaşmanın toplumsal ve çevresel katkıları göz önüne alındığında, elektrikli araç ekosisteminin oluşturulmasının piyasa dinamiklerinin işleyişinin yanında kamu politikaları ile de desteklenebileceğine işaret etmektedir (Frontier Economics, 2020). Yaygınlığının artırılması için düzenlemeler ile yönlendirilmesi ve teşvikler ile yayılımının hızlandırılması tartışılması gereken öncelikli meseleler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Elektrikli araçların yaygınlaşması için bir kamu politikasının gerekliliğine işaret eden bir diğerk faktör ise hem elektrikli araç edinme konusundaki talebin hem de şarj

¹ İçten yanmalı motorlar fosil yakıtların kimyasal tepkimeleri sonucu mekanik enerji üretirler. *Bkz.* Heywood (2018).

altyapısı sunumunun/arzının esnek bir yapıya sahip olmasıdır. Bir taraftan, elektrikli araç satın alacaklar için konvansiyonel araçların neredeyse tam ikame durumunda olması, diğer taraftan şarj altyapısı yatırımı yapacaklar için ilk yatırım maliyetlerinin caydırıcı nitelikte olması bu esnekliğin temel sebebidir (Springel, 2017). Bu sebeple, yukarda bahsedilen tamamlayıcı niteliği de dikkate alındığında, düzenleme ve teşvikler sözü edilen esnekliğin elektrikli araçların yaygınlaşması yönünde kullanılması gerektiğini göstermektedir.

Alıcılar için elektrikli araçları diğer konvansiyonel araçlardan daha cazip hale getirebilecek teşvikler ve konvansiyonel araçlardan daha dezavantajlı bir his yaratmayacak şarj altyapısının varlığını sağlayacak düzenlemeler talep tarafındaki esnekliğin bu çerçevede yönlendirilmesine imkân sağlayacaktır (Egnér ve Trosvik, 2018; Mersky, Sprei, Samaras ve Qian, 2016; Chakraborty, Bunch, Lee ve Tal, 2019). Öte yandan, şarj altyapısı yatırımı yapacak girişimciler için elde edecekleri getiri konusunda belirsizliğin azaltılması ve ilk yatırım maliyetlerinin düşürülmesine yönelik politikalar da diğer yatırım alternatiflerine kaymaya yönelik esnekliğin yönetilmesine katkıda bulunacaktır.

Elektrikli araçlar ile şarj istasyonlarının birbirlerini tamamlayıcı şekilde ekonomik değer ifade etmesi bu ekosistemin çift-tarafli pazar yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, yapılacak değerlendirmelerin bu çerçevede ele alınması oldukça önemlidir. Aksi halde yapılacak tespit ve değerlendirmeler yanıltıcı olabilecektir.

Çift-tarafli pazarların temel özelliklerinden biri pazarın bir tarafındaki kullanıcıların sayısı ve/veya niteliğinin pazarın diğer tarafındaki kullanıcılar için yarattığı dışsallık (*externalities*) ile yakından ilgilidir. Somutlaştırmak gerekirse, elektrikli araçların sayısının artışı şarj altyapısı sunucularının yatırımlarının arttırmaları için bir güdü yaratırken, şarj altyapısının bulunabilirliği de elektrikli araç edinme konusundaki motivasyonu arttırmaktadır. Bu durum çift-tarafli pazar ilişkileri çerçevesinde bir geri besleme döngüsü (*feedback loop*) yaratarak sisteme atfedilen değeri yükseltmektedir (Katz ve Shapiro, 1985; 1986).

Bir örnek ile somutlaştırmak gerekirse, şarj altyapısının olmadığı bir ülkede elektrikli araçlara atfedilen değer ve sahip olma isteği oldukça sınırlıyken, elektrikli araç kullanmayı olanaklı kılan bir şarj altyapısının var olduğu bir ülkede hem atfedilen değeri hem de sahip olma isteği oldukça yüksektir. Bu durum şarj altyapısı yatırımcılarının iştahları açısından belirleyicidir. Bu ilişki temelde bize elektrikli araç ekosisteminin çift-tarafli bir pazar niteliğini ve geri besleme döngüsü ile birlikte yaratılan pozitif dışsallığı göstermektedir (Li, Tong, Xing ve Zhou, 2017).

Bu noktada elektrikli araç ekosisteminin yaygınlaşabilmesi açısından pozitif dışsallığın belli bir seviyeye gelip geri besleme etkisi yaratması için hem elektrikli araç

sayısında hem de şarj istasyonları yaygınlığında kritik eşiğin (*critical mass*) aşılması gerekmektedir. Sadece piyasa dinamiklerine bırakıldığında bu kritik eşiğin aşılması uzun bir zaman dilimine yayılabilmektedir. Bu durum ilgili literatürde “tavuk ve yumurta sorunu” (*chicken and egg problem*) olarak adlandırılan bir soruna işaret etmektedir (Caillaud ve Jullien, 2003). Bu sorunun çözülebilmesi ekosistemde yeterli sayıda elektrikli araç ve yeterli yaygınlıkta şarj istasyonu olmasına bağlıdır. Kritik eşiğe ulaşamadığı sürece, elektrikli araç sayısının yetersiz olması şarj istasyonlarının atıl kalmasına ve yeni yatırım yapılmamasına, şarj istasyonlarının yeterince mevcut olmaması ise elektrikli araç edinilmemesine yol açacaktır (Zhou ve Li, 2018). Bu durum elektrikli araç ekosisteminin gelişmesi konusunda en azından işlem maliyetlerini azaltıcı ve koordinasyon sağlayıcı temel bazı düzenlemeler için etkinlik imkânı tanımaktadır (Li, vd., 2017).

Yukarda belirtilen hususlardan hareketle, iklim değişikliğinin önlenmesi gibi önemli ve acil bir küresel sorunda çözümün parçası olması, elektrikli araçlara kilit bir rol atfetmektedir. Elektrikli araçların yaygınlaşması pozitif dışsallık sağlayan çevresel iyileşmeleri beraberinde getirerek sadece kullanıcılarına değil, toplumun diğer kesimlerine de fayda sağlayabilmektedir. Bu sebeple birtakım politikalar ile kamu tarafından doğrudan veya dolaylı olarak desteklenmesi iktisadi açıdan meşruiyeti olan bir mesele olarak karşımıza çıkmaktadır (Competition & Markets Authority, 2021). Bunun yanında, elektrikli araç ekosisteminin çift- taraflı pazar niteliği göstermesi bir takım koordinasyon ve geri-besleme süreçlerini – özellikle elektrikli araçların yayılım hızı açısından – kritik bir hale getirmektedir (Rong, Shi, Shang, Chen ve Hao, 2017). Bu durum söz konusu koordinasyon ve geri-besleme süreçleri için neler yapılabileceği konusunda düşünmek için bir motivasyon yaratmaktadır.

2.2. Şarj altyapısının ekonomisi

Elektrikli araçların yayılımının sağlanması için gerekli olan yaygın bir şarj altyapısının ortaya çıkması gerek tasarım gerekse finansal sürdürülebilirlik açısından farklı dinamiklerin etkili olduğu ve koordinasyon gerektiren bir duruma işaret etmektedir. Bir taraftan mesken şarj ekipmanlarının çeşitliliği ve farklı ticari şarj istasyonu altyapılarının oluşu bir standardizasyonu gerektirirken, diğer taraftan elektrikli araç ekosistemi içerisindeki birçok aktörden (elektrik dağıtım ve tedarik şirketleri, araç üreticileri, ekipman üreticileri, ticari şarj istasyonu şirketleri) hangilerinin yakın gelecekte şarj altyapısını oluşturacağı ve bunlar arasında nasıl bir koordinasyon gerektiği gibi konular ön plana çıkmaktadır. Bu meselelerin ortaya koyulup tartışılabilmesi için şarj altyapısına dair ekonomik dinamiklerin anlaşılması gerekmektedir.

2.2.1. Bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonları ve altyapı gereksinimleri

Öncelikle ticari olmayan şarj altyapılarından yani, bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonlarından başlanabilir. Günümüz koşullarında elektrikli araç edinme motivasyonunu öncelikle etkileyen faktörlerden biri kullanıcıların günlük olarak erişebilecekleri ve herhangi bir kısıtlama ile karşılaşmayacakları konut, ofis ve işyerlerinde yer alan şarj istasyonları olduğu bilinmektedir (Hardman, Jenn, Tal, Axsen, Beard, Daina ve Witkamp, 2018).

Alternatif-akım (AC) şarj yöntemi ile çalışan bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonları, genelde düzey 1 (*level 1*) ve düzey 2 (*level 2*) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Düzey 1, daha çok Kuzey Amerika kıtasındaki 110 voltluk şehir elektriği ile şarj imkanına işaret ederken, düzey 2 kıta Avrupası ve ülkemizdeki kullanılan 240 voltluk şebeke gücüne işaret etmektedir. Düzey 1 ve düzey 2, genellikle düşük güçte (20-22kW) şarj kapasitesine sahiptir. Araç içi dönüştürücüler (*inverter*) sayesinde alternatif akımı doğru akıma (DC) dönüştürerek şarj imkânı sağlamaktadır (McKinsey, 2018).

Bir veya birkaç şarj ünitesinden oluşan bu tür şarj istasyonlarının mevcut altyapıya fazla maliyet gerektirmeyen, genelde mevcut elektrik dağıtım şebekesi üzerine kurulabilen ekipmanlardan oluşmaktadır (Hall ve Lutsey, 2017). Bu açıdan, bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonlarının çoğu zaman sabit maliyetlerinin, kurulum maliyetleri ile sınırlı olduğu söylenebilir. Gerektiğinde buna sahanın hazırlanmasına dair maliyetler de eklenebilir. Elverişlilik durumuna göre söz konusu sabit maliyetler farklılaşsa da genelde katlanılabilir düzeyde sabit maliyetler ile karşılaşıldığını söylemek mümkündür.

Ticari olmayan bu tür şarj istasyonları için değişken maliyetlerin ise elektrik enerjisine dair maliyetlerden oluştuğunu, bakım onarım maliyetlerinin çok sınırlı kaldığını belirtmek gerekir. Şarj etmek için kullanılan elektrik enerjisi için günümüzde farklı tarifeler söz konusu olmakla birlikte yaygın olarak zamana dayalı tarifelerin elektrikli araçların şarj edilmesi için optimum çözümlerden biri olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Lee ve Clark, 2018). Araçların geceleri park halinde olduğu düşünüldüğünde zamana dayalı tarifeler sayesinde elektrik enerjisine dayalı söz konusu değişken maliyetlerin olabilecek en düşük düzeyde tutulması mümkün olabilmektedir. Bu durum konvansiyonel araçlar ile kıyaslandığında yakıt maliyetleri ile avantaj sunması açısından elektrikli araç edinme motivasyonunu arttıran bir unsur olarak da düşünülebilir.

Elektrikli araç kullanıcılarının şarj tercihi hiyerarşi açısından bakıldığında, bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonları ilk sırada yer almaktadır. Birçok binek otomobil kullanıcısı araçlarını 8-12 saat arasında park halinde tutma eğilimindedir (McKinsey, 2018). Bu sebeple, bireysel şarj istasyonlarında şarj etmek hem daha erişilebilir hem de geceleri daha düşük tarifelerde elektrik enerjisi kullanılabilmesi sebebiyle daha ucuz bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle ABD ve AB'de,

elektrikli araç sahiplerinin yüzde 75-80'inin konutlarında şarj imkanına sahip olduğu düşünüldüğünde (McKinsey, 2018), bireysel şarj istasyonlarının kullanıcıların tercih hiyerarşisi açısından neden ilk sırada yer aldığı daha iyi anlaşılacaktır. Bu açıdan bakıldığında, birçok elektrikli araç kullanıcısı için ticari şarj istasyonlarının günlük rutinlerin dışına çıkıldığında tamamlayıcı bir unsur olarak rol aldığı görülmektedir.

Düzenlemeler açısından bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonları için hem sabit maliyetler hem de değişken maliyetler konusunda davranış değişikliğine sebep olabilecek bir manevra alanı olduğunu söyleyebiliriz. Sabit maliyetlerin asgari düzeye indirilmesi açısından proje aşamasında bu şarj ünitelerine dair altyapının bina, site ve işyerlerinin otoparklarında zorunlu kılınması ya da teşvik edilmesi, elektrikli araç edinme motivasyonunu doğrudan etkileyecek bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, elektrik tarifelerinin zamana dayalı biçimde sunumun yaygınlaşması değişken maliyetleri düşürerek elektrikli araç edinmenin uzun vadeye yayılan maliyetlerini minimize edip konvansiyonel araçlar arasındaki esnekliğin kullanılmasına yardımcı olacaktır.

2.2.2. Ticari şarj istasyonları ve altyapı gereksinimleri

Elektrikli araç sahipleri, günlük rutinleri içerisinde bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonları kullanmalarına rağmen günlük rutinin dışına çıktıklarında – veya bireysel ya da ortak kullanım şarj istasyonu imkanına sahip olmadıklarında – ticari şarj istasyonlarını varlığı büyük önem kazanmaktadır. Ancak ticari şarj istasyonları, bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonlarından farklı olarak, ilk yatırımların finanse edilmesi ve sürdürülebilir bir gelir elde edilebilmesi için karlı bir iş modelini gerektirmektedir (De Rubens, Noel, Kester ve Sovacool, 2020). Bu açıdan farklı bir ekonomik dinamik karşılıklı karşıya olunduğu ve düzenlemelerin de buna göre tasarlanması gerektiğini söylemek mümkündür.

Bireysel ve ortak kullanım şarj istasyonlarından farklı olarak, ticari şarj istasyonlarında doğru akım şarj yöntemi kullanılmaktadır. Düzey 3-5 (*level 3-5*) olarak sınıflandırılan ve hızlı şarj imkânı (*direct-current fast charging*) imkânı sunabilen bu tür istasyonlar seviyelerine göre farklı güçler sunmaktadır. Düzey 3, 50 kW; düzey 4, 150 kW; düzey 5 ise 350kW güçte ultra-hızlı şarj imkânı sunmaktadır. Ticari şarj istasyonundaki üniteler, elektrik şebekesindeki alternatif akıma aracın bataryasına vermeden doğru akıma dönüştürerek hızlı şarj imkânı sağlamaktadır (McKinsey, 2018).

Ticari şarj istasyonları için gerekli izinlerin alınmasının yanında, kurulum, saha hazırlığı, şebekeye bağlanma ve şarj ekipmanların dair harcamalar temel sabit maliyetleri oluşturmaktadır. Ancak, bütün bunların yanında, şarj kapasitesine bağlı olarak elektrik şebekesinde yapılacak bazı güncellemelerin maliyetini ayrıca belirtmek gerekir. Her ne kadar bu maliyetler elektrik şebekesine dair maliyetler gibi görünse de

etkin bir iş bölümüne işaret eden düzenlemeler olmadığı sürece başlangıç yatırımlarının yapılması konusunda tereddütler yaratabilecektir.

Bu açıdan, sabit maliyetler içerisinde şebekeye yönelik yenileme ve desteklemeye dair maliyetlerin gerek tutar gerekse koordinasyon açısından daha kayda değer olduğunu belirtmek gerekir (Wangness ve Halse, 2021). Özellikle birden çok aracın hızlı şarj yöntemiyle şarj edilmesi ve bunun elektrik talebinin yüksek olduğu saatlerde gerçekleşiyor olması bahsi geçen ilave yatırımları hizmetin sürdürülebilirliği için çok daha kritik hale getirmektedir.

Buna ilave olarak, ticari şarj istasyonlarının konumunun da şebekeye dair yatırımlar konusunda belirleyici bir faktör olduğunu belirtmek gerekir. Elektrik talebinin yoğun olduğu konumlarda daha çok ilave yatırımın yapılması söz konusu olmakla birlikte bunun paylaşılması imkânı da doğmaktadır. Öte yandan, elektrik talebinin daha az olduğu otoyol kenarındaki şarj istasyonları için ise bu konuma özgü paylaşılabilen yatırımların yapılması gerektiği gözden kaçırılmamalıdır.

Değişken maliyetler açısından bakıldığında ise ticari şarj istasyonları için elektrik enerjisinin yanında işletme giderlerinin de hesaba katılması gerekmektedir. Her ne kadar ticari şarj istasyonları *self-servis* niteliği olsa da bakım onarım ve sorumluluk sigortası gibi değişken maliyetler söz konusu olabilmektedir. Ayrıca ödemeye ilişkin internet bağlantısı ve ödeme sistemlerinin kullanılmasına dair maliyetlerin de buna eklemek gerekir (Lee ve Clark, 2018). Fakat diğer şarj istasyonlarında olduğu gibi en önemli değişken maliyet elektrik enerjisine dairedir. Bireysel ve ortak şarj istasyonlarından farklı olarak ticari şarj istasyonlarında elektrik enerjisinin zamana dayalı olarak kullanımı ve buna göre değişken maliyetleri yönlendirme imkânı oldukça sınırlıdır. Hızlı şarj özelliğinin sunulması ve yüksek enerji talebinin olduğu saatler içerisindeki yoğunlaşma olasılığı bunun en önemli nedenidir.

Ticari olarak kâr amacının güdülmesi sebebiyle, girişimciler için yukarıda sayılan sabit ve değişken maliyetleri karşılayan bir gelir modelinin olması gerekir. Sabit yatırımların karşılanması konusunda kullanım yoğunluğu en belirleyici faktörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapasitenin belli bir yoğunlukta kullanılabilir olması yatırımın geri dönüşünü hızlandırırken yeni yatırımların yapılmasını belirlemektedir (Zhang, Li, Zhu, Campana, Lu, Wallin ve Sun, 2018).

Öte yandan fiyatların belirlenmesi hem sabit ve değişken maliyetler hem de kullanım oranı ile yakından ilgilidir. Kullanım oranı ile bağlantılı bir şekilde hem sabit yatırım maliyetlerinin hem de değişken maliyetleri karşılayacak bir fiyat düzeyinin belirlenmesi gerekecektir. Kullanım oranı arttıkça ölçek ekonomisi dolayısıyla ortalama maliyetlerin azalması ve fiyatların da buna yaklaşması söz konusu olacaktır.

Özetlemek gerekirse, şarj altyapısına ilişkin dinamikler her ne kadar elektrikli araç ekosisteminden bağımsız düşünülmesi de kendine özgü dinamikleri göz önüne alınarak hangi noktalarda kamu politikası ve düzenlemelerin gerekebileceği konusunda fikir sahibi olunabilir. Bu çerçevede, ticari şarj istasyonlarının yaygınlaşmasının önündeki en kayda değer iktisadi engelin kurulum ve şebekeye dayalı maliyetler olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle hızlı ya da ultra-hızlı şarj hizmeti sunulması durumunda elektrik şebekesindeki güncellemelerin zamanlaması ve koordinasyonuna yönelik düzenlemelerin şarj istasyonu yatırımcıları için kritik öneme sahip olduğu görülmektedir.

3. AB'deki politika ve uygulamalar

AB'de 2019 yılında açıklanan Yeşil Mutabakat kapsamında iklim krizi ile mücadeleye yönelik ciddi adımlar atılmaya başlanmıştır (European Commission, 2020). Karbon nötr hedefi çerçevesinde AB, ulaşımdan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla 2050 yılına kadar yüzde 90 oranında azaltmayı hedeflemektedir. AB'de ulaşımdaki sera gazı emisyonlarının temel sebebinin yüzde 72'lik bir oran ile karayolu taşımacılığından kaynaklandığı belirtilmiştir. Emisyon oranını azaltmak bakımından ilk adım elektrik, hidrojen, biyoyakıt veya biyogaz gibi alternatif, daha düşük karbonlu yakıtlara geçiş süreci ile başlamıştır. Bu kapsamda gerekli altyapının AB çerçevesinde oluşturulması için çalışmalara başlanmıştır.

3.1. 2014/94 sayılı alternatif yakıt altyapısı direktifi ve kapsamı

AB şarj altyapısı kapsamındaki temel mevzuat olan 2014/94 sayılı Alternatif Yakıt Altyapısı Direktifi² ("Direktif") 2014 yılı itibariyle yürürlüğe girmiştir. İlgili Direktif elektrik, hidrojen, biyoyakıt gibi petrole alternatif enerji kaynaklarının ihtiyaç duyduğu altyapıya yönelik düzenlemeleri içermektedir. Önceki açıklamalarımızda belirttiğimiz üzere elektrikli araçlar bakımından tamamlayıcı konumdaki şarj altyapısı sistemleri bakımından Direktif 2030 karbon salınımı hedefini yakalamak amacıyla belirli standartlar öngörmektedir.

Direktif çerçevesinde her üye devlet petrol kaynaklarını ikame eden alternatif yakıt altyapılarını şekillendirmeye yönelik ulusal politika çerçevelerini (*national policy frameworks*) 2021 yılına kadar belirlemekle ve hayata geçirmekle yükümlüdür. Üye devletlerin bu kapsamda temel olarak şarj alt yapısına yönelik hedeflerini, bu hedefler doğrultusunda alacakları tedbirleri ve var ise bu kapsamdaki teşviklerini bildirmeleri gerekmektedir. Bu çerçevede kamuya açık şarj altyapısının kurulacağı şehir ve

² Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure Text with EEA relevance. Erişim tarihi 01.05.2021.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=EN>

banliyöleri ve özellikle yüksek nüfusa sahip bölgelerin tespitini yaparak bildirmeleri beklenmektedir. Direktif kapsamında araçların tipi, şarj teknolojisi ve özel şarj noktalarının sayısı göz önünde bulundurulduğunda her on adet elektrikli araç için bir adet kamuya açık şarj istasyonunun kurulması uygun görülmüştür. Kamuya açık şarj istasyonlarının konumları bakımından ise yolcu terminalleri, havaalanları, demiryolu istasyonları gibi ulaşım merkezlerinin önceliklendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bununla birlikte toplu konut alanları ve işyerlerine ait ortak otoparklara şarj istasyonu kurulması konusunda kamu kurumlarının, mülk sahiplerinin, müteahhitlerin ve bina yöneticilerinin koordinasyon içerisinde gerekli düzenlemeleri yapmaları gerektiğinin altı çizilmiştir. Direktifin temel kapsamı kamuya açık şarj istasyonlarına yönelik olmakla beraber üye devletlerin ulusal politika çerçevelerinde kamuya açık olmayan şarj istasyonlarını da destekleyici tedbirlere yer vermeleri düzenlenmiştir. Direktifin temel amacı ilgili altyapının oluşturulmasında üye devletleri katlanamayacakları bir mali yük altına sokmak olmamakla birlikte bu kapsamda devletlerin özel sektör ile iş birliği içinde olmaları önerilmektedir. Altyapısal kurulum konusunda teknoloji ve inovasyonu destekleyici AB fonlarının varlığı ise hatırlatılmaktadır.³

Dünya çapında farklı şarj standartları ve şarj girişleri mevcuttur. Direktif'in şarj altyapısı bakımından getirdiği önemli bir diğer uygulama ise elektrikli araç şarj girişlerinin yeknesak hale getirilmesine yöneliktir. Bu anlamda AB çerçevesinde Direktif tip 2 standardı (*Type 2 standard*) ve kombine şarj sistemi standardı (*Combined Charging System Standard*) benimsenmiştir. Bu gelişmeler itibarıyla ilgili standartların AB çapında kullanımı 2014 yılında %26'larda iken 2020 yılı itibarıyla %51'lere yükselmiştir ve çoğunlukla üreticiler tarafından bu gelişmelerin benimsendiği görülmektedir (European Court of Auditors, 2021).

3.2. Direktife yönelik eleştiriler

İlgili Direktif alternatif yakıtlara geçiş aşamasında altyapının kurulumu bakımından üye devletlere yüklediği görevler oldukça kritik bir öneme sahip olmakla beraber, güncel gelişmeler ışığında birçok eleştiri ile karşı karşıyadır. Öncelikle Direktifin yürürlüğe giriş tarihi bakımından 2014 yılındaki koşullar günümüz ile kıyaslandığında batarya ve şarj teknolojileri konusunda çok hızlı bir gelişimin varlığı söz konusudur. Bununla birlikte AB Komisyonu ("Komisyon") Başkanı Ursula von der Leyen tarafından açıklanan Yeşil Mutabakat hedefleri çerçevesinde de Direktifin gözden geçirileceği Komisyon tarafından belirtilmiştir (European Commission, 2019a).

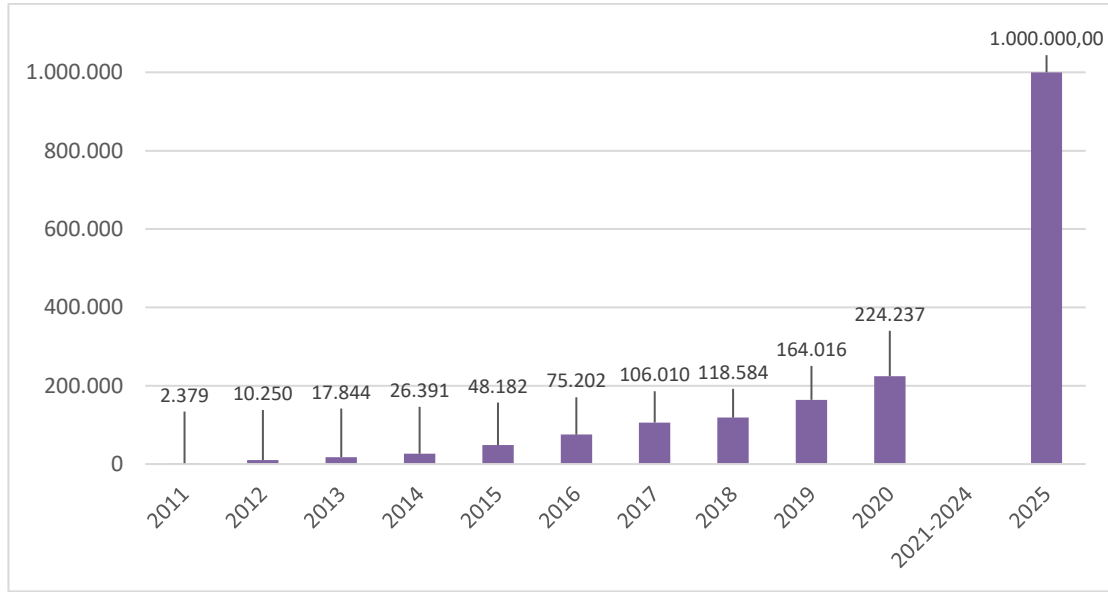
Yeşil Mutabakat çerçevesinde Komisyon 2030 yılına kadar karbon salınımını %50 oranında azaltmayı ve 2050 yılında ise karbon salınımını sıfıra indirmeyi hedeflemektedir (European Commission, 2020). Direktifin içeriğine bakıldığında fosil gazların geçerli alternatif enerji kaynakları olarak tanımlanmasının Komisyon'un sıfır

³ Direktifin burada özetlenen kısmının daha kapsamlı ve sistematik bir değerlendirmesi için bkz. Ateş (2021).

emisyon hedefleri ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Bu bakımdan ilgili kısımların karbon emisyonunu sıfıra indirme hedefleri çerçevesinde revize edilmesi ve Direktifin içeriğinde bu amaçlar ile uyumlu enerji kaynaklarının (elektrik ve hidrojen) yer alması gerekmektedir.

Direktif uyarınca üye devletlerin kendi topraklarında geliştirmeyi hedefledikleri alternatif yakıtlı araç ve altyapı ile ilgili tahminlerini kendi ulusal politikaları çerçevesinde belirlemesi ve en geç 18 Kasım 2016 tarihinde ise Komisyon'a bildirmesi gerekmektedir. Bu bağlamda eleştirilen bir diğer nokta ise hedeflerin üye devletlerin yapmayı taahhüt ettiği ulusal politikalar çerçevesinde şekillenmiş olması, verilen geniş takdir yetkisi sebebiyle ülkesel farkların ortaya çıkması ve taahhüt edilen hedeflerin yerine getirilmemesidir. 2017'de yapılan analiz uyarınca 28 üye devletten yalnızca 10'unun elektrik kaynaklarına yönlendiği, içlerinde İtalya ve Çek Cumhuriyeti'nin de yer aldığı kalan 14 ülkenin ise doğal gazı tercih ettiği görülmektedir (Platform for Electromobility, 2018). Bununla birlikte üye devletlerden yalnızca 8 tanesi bu bağlamda ulusal politika hedeflerini zamanında Komisyon'a bildirmiştir ve yalnızca 11'i 2025 ve 2030 yılları için hedef tahmini sunmuştur. İspanya ve İsveç şarj istasyonu bakımından 2020 hedeflerini Komisyon'a bildirmemiştir, yalnızca 2019 analiz raporunda tahminlerini sunmuştur (European Commission, 2019b). Üye devletlerin ulusal politika çerçevelerine bakıldığında elektrikli araçlar konusundaki hedeflerin %0,02 ile %9,22 gibi geniş bir aralıkta yer aldığı görülmektedir. Komisyon üye devletlere ulusal politika çerçeveleri konusunda ayrıntılı rehberlik sağlamakla beraber Kasım 2017 ve beraberinde Şubat 2019'da ilgili politikadaki gelişmelere yönelik takibini tamamlamıştır. Bu inceleme sonucunda ise üye devletlerin ulusal politika çerçeveleri kapsamındaki bütünlük, tutarlılık ve hedefe ulaşma bakımından farklılıklar olduğunu ve bu durumun AB bakımından pazar farklılaşmasına yol açabileceği sonucuna varmıştır.

Avrupa Sayıştay tarafından yayınlanan rapora göre, AB Yeşil Mutabakat çerçevesinde 2025 yılına kadar 1 milyon şarj istasyonu hedefine ulaşmaktan hala çok uzaktadır. Bu bağlamda Avrupa Alternatif Yakıtlar Gözlemevi (*European Alternative Fuels Observatory*, EAFO) verilerine bakıldığında AB çerçevesinde 2020 itibarıyla 224.237 şarj istasyonunun mevcuttur (European Alternative Fuels Observatory, 2020a). Yıllar içerisindeki genel yükseliş trendine bakıldığında 2025 hedefine ulaşmanın pek mümkün olmadığını görülmektedir (Bkz. Şekil 1).

Şekil 1. AB mevcut şarj noktaları ve 2025 yeşil mutabakat hedefi

Kaynak: European Alternative Fuels Observatory (2020a)

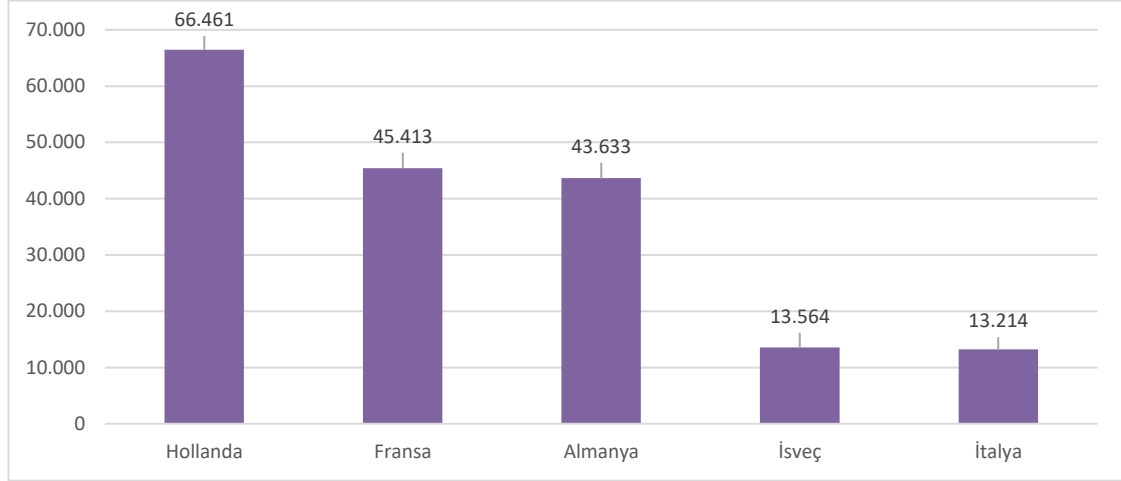
Komisyon'un 2019 analiz verilerine bakıldığında yalnızca beş üye devletin 2018 yılına kadar ulusal politika çerçeveleri kapsamındaki hedeflerine ulaşabildikleri görülmektedir. 12 üye devlet ise hala hedeflerinin %50'nin altında bir performans sergilemektedir. EAFO verilerine bakıldığında ise 2020 hedefine 3 ay kala veriler değerlendirildiğinde yalnızca 12 üye devletin hedefine ulaştığı görülmektedir. AB çerçevesinde şarj noktalarının en çok konumlandırıldığı ülkelerin dağılımına ve şarj noktası sayısına bakıldığında ise üye devletler arasında ciddi farklılıklar söz konusudur. EAFO 2020 verilerine bakıldığında Almanya, Hollanda ve Fransa'daki toplam şarj noktası sayısı AB toplamının %69'unu oluşturmaktadır Şekil 2'de beş AB ülkesindeki şarj noktası sayıları yer almaktadır. Üye ülkeler arasında bu dengesiz dağılımın ise Direktifin üye ülkelere tanıdığı takdir yetkisinden kaynaklandığı ve etkisini özellikle ülkeler arası ulaşım konusunda hissettireceği belirtilmektedir.

Direktifin eleştirilere hedef olduğu bir diğer nokta ise şarj ekosistemine adaptasyon konusunda geride kalmış olmasıdır. İçerik olarak yalnızca halka açık alanlardaki şarj noktalarını kapsamına almaktadır. Bu bakımdan ilgili pazarın sadece sınırlı bir kısmında gelişimin düzenlendiği algısı yaratılmaktadır. Bu kapsamdaki eksikliğin ise 2018/844 sayılı Binaların Enerji Performansı Hakkında Direktif'in yürürlüğe girmesi ile bir nebze giderildiği söylenebilir.⁴ Binaların Enerji Performansı Hakkında Direktif'in ilerleyen dönemlerde bina sakinlerinin tümünü kapsayacak "şarj

⁴ Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Erişim tarihi 01.05.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2018:156:TOC>

etme hakkını” (*right-to-plug*) da içerecek şekilde genişletilmesi gerektiği tartışılmaktadır (The European Association for Electromobility, 2021a).

Şekil 2: AB’nde en fazla şarj noktası olan ülkeler



Kaynak: European Alternative Fuels Observatory (2020b)

Elektrikli araç şarj altyapıları bakımından ortaya çıkan diğer bir sorun ise elektrikli araç kullanıcılarının tek bir sözleşmeye dayalı anlaşma kapsamında AB'nin tüm farklı şarj ağlarını kullanmalarına izin verecek uyumlaştırılmış dolaşım sisteminin bulunmamasıdır. Şarj hizmeti almak için kullanıcıların birden çok abonelik yapması sorununun ise ancak AB çapında bir standardizasyona gidilerek çözülebileceği belirtilmektedir (Ferwerda, Bayings, Van der Kam ve Bekkers, 2018).

3.3. Direktife yönelik öneriler

Elektrikli araç şarj altyapısının temel dayanak noktasını oluşturan Direktife yönelik eleştirilerin temelinde AB çerçevesinde farklı konulara yönelik standardizasyon ve inovasyon eksikliği yer almaktadır. AB, bu bağlamda öncelikle elektromobilite konusunda stratejik yol haritasını Yeşil Mutabakat hedefleri doğrultusunda yeniden çizmek durumundadır. AB’ye üye devletler arasındaki altyapısal farklılıklar ve eksikliklerin tespit edilmesi ve bu tespitlerin bütçeleme ve finansman çalışmalarına kaynak teşkil etmesi önerilmektedir. Buna ek olarak, Direktif’in üye devletlere tanıdığı geniş takdir yetkisinin, ortak AB hedeflerine ulaşmada yetersiz olduğundan hareketle regülasyonlar yoluyla genel düzenlemelerin yapılması gerektiği söylenebilir. Direktif kapsamında getirilen bir başka öneri de üye devletler arasındaki sınırları kaldırmayı amaçlayan Trans-Avrupa Ulaştırma Ağı (*Trans-European Transport Network, TEN-T*) bakımından gelişmelerin sürdürülmesi ve imkân dahilinde bu hedeflerin genişletilmesidir. Bahsi geçen plan genişlemeleri tasarlanırken şarj altyapısının çok hızlı değişen teknolojik yapısı ve yıkıcı inovasyonlar dikkate alınmasında fayda bulunacağı dile getirilmektedir. Şarj girişlerine getirilen standardizasyon girişimlerinin dolaşım ve ödeme sistemlerini de içine alacak şekilde genişletilmesinin, elektrikli araç sektöründe

AB iç pazarının yeknesaklaştırılmasının önünü açacağı değerlendirilmektedir. Son olarak AB şarj altyapılarına yönelik hukuki düzlemin rekabetçi bir ortamda eş çalışabilirliği hedeflemesi ve bu bağlamda bölgesel ve ülke bazlı ihtiyaçları dikkate alarak bütüncül bir yaklaşım takınmasının elzem olduğu ileri sürülmektedir (The European Association for Electromobility, 2021b). Elektrikli araç ekosistemi için zorunlu unsur teşkil eden şarj altyapılarının geliştirilmesi sonucu elektrikli araç kullanımının da artacağı, bu artışın yeni şarj istasyonlarının inşasını da tetikleyerek olumlu bir döngü oluşturacağı göz önünde bulundurulduğunda belirtilen önerilerin dikkate alınarak bu yönde hareket edilmesinin AB'nin hedefleri bakımından büyük önem arz ettiği belirtilmektedir.

3.4. Diğer ilgili AB mevzuatı

Avrupa Birliği hukuki düzleminde doğrudan elektrikli araçların ihtiyaç duyduğu şarj altyapılarını ele alması da bu konuyla yakın ilişki içinde bulunan düzenlemeler de mevcuttur. Bu düzenlemelerden en önemlisi, 2019/631 sayılı binek ve hafif ticari araçlarının uyması gereken emisyon standartlarını ele alan regülasyondur.⁵ Yeşil Mutabakat ve Avrupa Birliği'nin de taraf olduğu Paris İklim Anlaşması kapsamında yer alan emisyon azaltma hedeflerini gerçekleştirme yolunda büyük bir rol oynaması beklenen regülasyon, elektrikli araç üretimi bakımından da birtakım düzenlemeler getirmektedir. Örneğin 1 Ocak 2021 tarihinden itibaren elektrikli araç üreticilerinin, ürettikleri araçların doğaya saldırdığı emisyon miktarını periyodik olarak Komisyon'a bildirmeleri veya araçlarını ilgili verileri doğrudan Komisyon'un veri merkezlerine aktarabilecek donanıma sahip olarak üretmeleri gerekli kılınmıştır.

Her ne kadar bahis konusu regülasyon elektrikli araç ekosistemine dolaylı şekilde sirayet etse de içerdiği bazı hükümler dolayısıyla bu ekosistemin gelişimini olumsuz yönde etkileyebileceği endüstri paydaşlarınca belirtilmiştir (Transport & Environment, 2021). Bu bağlamda regülasyona getirilen eleştiriler, üreticilerin elde edebildiği emisyon kredileri etrafında şekillenmektedir. İzleyen paragrafta bu eleştirilerin kısa bir özeti oluşturulmaktadır.

Regülasyon kapsamında otomobil sektörünün 2030 yılına kadar %15 emisyon azaltımı sağlaması beklenmektedir. Bu hedefe ek olarak regülasyon, otomobil üreticilerine bazı faaliyetleri dolayısıyla emisyon kredisi kazanma hakkı tanımıştır. Emisyon kredileri basitçe emisyon azaltım hedeflerinden belirli oranlarda muaf olma anlamına gelmektedir. Tam da bu noktada endüstri paydaşları, regülasyonda belirtilen emisyon kredilerinin gereğinden fazla olduğundan bahisle hem AB iklim hedeflerinin hem de elektrikli araç ekosistemi gelişiminin tehlikeye düşürüldüğünden yakınmaktadır.

⁵ Regulation (EU) 2019/631 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 setting CO2 emission performance standards for new passenger cars and for light commercial vehicles. Erişim tarihi 12.06.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0631-20210301>

İlk olarak regülasyona göre ortalamadan ağır otomobiller satan üreticilerin emisyon salınım hedefleri belli oranda azalmaktadır. Bu hüküm doğrultusunda üreticilerin, mevcut sistemin açıklarından faydalanarak ürettikleri araçların ağırlığını arttıracakları ve bu yolla emisyon yükümlülüklerini azaltabilecekleri belirtilmektedir. İkinci olarak regülasyon, “eko-inovasyon” adı altında otomobillere eklenen LED ışık teknolojileri gibi parçalar dolayısıyla emisyon kredisi verilmesini öngörmektedir. Üçüncü olarak AB hukukunda kullanılan ve “Küresel Uyumlaştırılmış Hafif Araç Test Prosedürü”nün eksiklikleri dolayısıyla otomobil üreticilerinin bu testi manipüle ederek yaptıklarından daha fazla emisyon azalttıklarını gösterdikleri bilinmektedir. Son olarak regülasyon, belirli oranda sıfır-emisyon otomobil üreten üreticilere %5’e varan emisyon kredileri tanımaktadır. Her ne kadar ilk bakışta bu hükmün elektrikli araç üretimini destekleyeceği düşünülse de belirtilen oranın yıllık araç sayısının %15’i gibi düşük bir figür olduğu unutulmamalıdır. Bu durumun AB’nin elektrikli araç ekosisteminde öncü olmaya yönelik hedefleriyle bağdaşmadığı değerlendirilmektedir.

Yukarıda bahsedilen emisyon kredilerinin tamamından AB otomotiv sektörünün büyük çoğunluğunun yararlandığı bilinmektedir. Buna göre tipik bir üreticinin bütün kredilerden faydalandığı varsayımı altında regülasyon hedefi olan %15 yerine %2’lik bir azaltım yapması söz konusu olmaktadır. Elektrikli araçların AB emisyon hedeflerinde önemli bir yapıtaş görevi gördükleri göz önünde bulundurulduğunda, halihazırda regülasyon açıklarından faydalanılarak elde edilebilen yukarıdaki avantajların sektör gelişimini yavaşlatacağı ve hatta durdurabileceği değerlendirilmektedir. Yukarıda da belirttiğimiz gibi elektrikli araç üretimi ile şarj altyapılarının inşası arasında adeta simbiyotik bir ilişki mevcuttur. Bu bağlamda elektrikli araç üretimi ve kullanımının yerinde saymasının yansımaları şarj altyapılarının da durgunluğa girmesi şeklinde olacaktır. Bu bakımdan regülasyonun önemli risklere gebe olduğu belirtilmekte ve yenileme çalışmalarına sürat verilmesi önerilmektedir.

4. Türkiye’de elektrikli araçlar ve şarj altyapısı

Bu bölümde Türkiye’de elektrikli araçlar ve şarj altyapısına dair mevcut durum resmedilmeye çalışılacaktır. Bunu yaparken öncelikle mevzuat çerçevesinde elektrikli araç satışına ve şarj altyapısına ilişkin düzenlemeler ele alınacaktır. Ardından, Türkiye’deki elektrikli araçlar ekosistemindeki gelişmeler tarihsel bir perspektifle ele alınarak, bugün gelinen noktada ne kadar işlevsel olduğu somut veriler ile ortaya konulacaktır.

4.1. Türkiye’de elektrikli araçlar ve şarj altyapısına ilişkin mevzuattaki gelişmeler

Türkiye’de elektrikli araçlar ve şarj altyapısına dair düzenlemeler oldukça sınırlı, az sayıda ve yakın zamanda gerçekleştirmiş düzenlemelerdir. Fakat bugüne kadar birçok strateji ve politika belgesinde ulaşımda verimliliğin artırılması, akıllı ulaşım teknolojilerinin kullanılması ve fosil yakıtlar dayalı ulaşımın azaltılması yönünde niyet ve planların olduğu görülmektedir.

4.1.1. Elektrikli araçlara ilişkin mevzuattaki gelişmeler

Doğrudan elektrikli araçlar ibaresi geçmese de Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016) ulaşımda akıllı ve çevre dostu araçların kullanılması yönünde içerikler barındıran Türkiye’deki öncül politika dokümanlarından biridir (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2014). Ayrıca Paris İklim Anlaşması öncesinde sunulan ulusal katkı niyeti belgesinde (*Intended Nationally Determined Contribution – INDC*)⁶ de karbon emisyonlarını azaltılması amacıyla ulaşımda sürdürülebilir bir yaklaşımın benimseneceği belirtilmiştir.

Elektrikli araçları doğrudan ilgilendiren politika dokümanı ise Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023) olarak karşımıza çıkmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2017). Bu belgenin ulaştırma sektörüne ilişkin bölümünde özellikle elektrikli ve hibrit araçlara vergi avantajları getirilerek, enerji bakımından verimli araçların özendirilmesinin hedeflendiği belirtilmiştir. Bu amaçla elektrikli ve hibrit araçlar için ilave Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) indirimlerine yönelik analizler yapılması ve bu analizlere dayalı olarak yeni düzenlemelerin yapılması planlanmıştır. Ayrıca elektrikli ve hibrit araçlar konusunda farkındalık yaratılarak halka tanıtılması ve yaygınlaştırılması konusunda da aktif bir rol üstlenileceği ilave edilmiştir. Bu çalışma açısından önem ifade eden bir diğer eylem planı ise şarj istasyonları ile ilgili standartların belirlenmesi ve altyapı oluşturulmasına ilişkindir. Söz konusu bu eylem planı için zaman olarak ise 2018-2019 yıllarında mevzuatın geliştirilmesi ve 2020 yılında eylemlerin uygulanmasına geçilmesi öngörülmüştür.

Aslına bakılırsa, elektrikli araçlara yönelik ÖTV indirimi avantajı ilk defa 2011 yılında düzenlenmiştir.⁷ Bu düzenlemeye göre sadece elektrik motorlu olan araçlardan motor gücü 85 kW’ı geçmeyenler %3, motor gücü 85 kW’ı geçen fakat 120 kW’ı geçmeyenler %7, motor gücü 120 kW’ı geçenler ise %15 olarak vergilendirilmekteydi. Bu durum konvansiyonel motorlu araçlar için ÖTV oranlarının %37 ila %130 arasında değiştiği durum ile kıyaslandığında kayda değer bir teşvik olarak değerlendirilebilir.

⁶ Republic of Turkey Intended Nationally Determined Contribution. Erişim tarihi 08.02.2021, https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The_INDC_of_TURKEY_v.1_5.19.30.pdf

⁷ 13 10. 2011 tarih ve 28083 sayılı Resmî Gazete.

Ayrıca, 2011 yılında söz konusu ÖTV düzenlemesinin sadece elektrik motorlu araçları kapsadığı ve hibrit araçları kapsam dışında bıraktığını belirtmek gerekir.

ÖTV indirimlerinde hibrit araçları içine alan düzenleme ise 2016 yılında gerçekleşmiştir. Bu yeni düzenleme⁸ ile elektrik motor gücü 50 kW'ı ve motor silindir hacmi 1800 cc'yi geçmeyen araçlardan ÖTV matrahı 50 bin TL'yi aşmayanlar %45, 50 bin – 80 bin TL arasında olanlar için %50, 80 bin TL'yi aşanlar için ise %60 olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Ancak hibrit araçlar için getirilen bu ÖTV düzenlemesinin eş eşdeğer konvansiyonel motorlu araçlar ile karşılaştırıldığında, elektrikli araçlar kadar ciddi bir avantaj sağlamadığı görülmektedir.

Elektrikli araçları ilgilendiren ve 2018 yılında yapılan bir başka düzenleme ise Motorlu Taşıtlar Vergisine (MTV) ilişkindir. Fakat bu düzenleme elektrikli araçların teşvik edilmesinden ziyade MTV kapsamında olmayan elektrikli araçların MTV kapsamına alınmasına dairdir. Bu düzenlemeye göre elektrikli araçlar ilgili kanunun tarifesindeki eşdeğer konvansiyonel motorlu araçların vergi tutarının %25'i oranında vergiye tabi tutulmaya başlanmıştır.⁹ MTV kapsamındaki bu uygulama günümüzde de aynı şekilde devam etmektedir.

Elektrik araç edinme maliyetini etkileyecek başka bir düzenleme ise yine 2018 yılında (9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı) Çevre Kanunu'nda yapılan değişiklikle gerçekleşmiştir.¹⁰ Bu değişikliğe göre ithal edilen ve Türkiye'de üretilen *lithium* içeren elektrikli araç bataryalarına, “geri kazanım katılım payı tutarı” adı altında kilogram başına 15 TL'lik bir vergi getirilmesi düzenlenmiştir. Ancak kanunlaşan bu düzenlemenin amacının – daha sonra sektör temsilcileri ve uygulamayı yapacak ilgili bakanlık ile yapılan görüşmelerde – ömrü dolan batarya ve aküler yenilendiğinde geri dönüşüm adına depozito benzeri kilo başına ücret almak olduğu anlaşılmıştır (Özpeynirci, 2019). Bu haliyle söz konusu düzenleme ilk etapta elektrikli araç edinme maliyeti değiştirmemekte, fakat kullanımı süreci içerisinde batarya değişim durumlarına ilave bir maliyet olarak yansımaktadır.

Son olarak, 2021 başında yapılan ÖTV düzenlemesi, elektrikli araçların yayılımı konusunda son derece hayal kırıklığı yaratan bir düzenlemedir.¹¹ İthalatla Türkiye'ye getirilen oldukça lüks elektrikli ve motor gücü yüksek araçların talebini sınırlamak amacıyla çıkarılan bu düzenleme ile sadece elektrik motorlu olan araçlardan motor gücü 85 kW'ı geçmeyenler %10, motor gücü 85 kW'ı geçen fakat 120 kW'ı geçmeyenler %25, motor gücü 120 kW'ı geçenler ise %60 olarak vergilendirilmiştir. Etkilerinin önümüzdeki kısa dönemde görülmesi beklenen söz konusu ÖTV düzenlemesi, 2011

⁸ 24.11.2016 tarih ve 2016/9542 sayılı Resmî Gazete.

⁹ 27.03.2018 tarih ve 30373 sayılı Resmî Gazete.

¹⁰ 10.12.2018 tarih ve 30621 sayılı Resmî Gazete.

¹¹ 02.02.2021 tarih ve 31383 sayılı Resmî Gazete.

yılındaki oranlar ile karşılaştırıldığında potansiyel olarak oldukça olumsuz bir niteliğe sahiptir (bkz. Tablo-1).

Tablo 1. Türkiye’de elektrikli araçlar için ÖTV oranları

Motor gücü	2011	2021
Motor gücü 85 kW’ı geçmeyenler	%3	%10
Motor gücü 85 kW – 120 kW arasında olanlar	%7	%25
Motor gücü 120 kW’ı geçenler	%15	%60

Kısaca özetlemek gerekirse, elektrikli araçlara yönelik Türkiye’de düzenlemeler 2018 yılına kadar vergi oranları ve vergi uygulamaları açısından teşvik edici bir seyir izlerken, 2018 yılı itibariyle yeni vergiler getirilmiş ve vergi oranları kayda değer biçimde yükseltilmiştir. Her ne kadar politika belgelerinde özendirici ve teşvik edici bir tutum takınılsa da uygulamaya yansımaları pek de planlandığı gibi olamamıştır.

4.1.2. Şarj altyapısına ilişkin mevzuattaki gelişmeler

Ülkemizde şarj altyapısına yönelik gerek elektrik dağıtım seviyesinde gerekse yapılara (bina ve otoparklara) ilişkin çeşitli düzenlemeler bulunmaktadır. Bu düzenlemelerin daha iyi ortaya koyulup gelişimin anlaşılabilmesi için yine kronolojik bir sırayı takip etmek yerinde olacaktır.

Şarj altyapısını yapılaşma açısından ilgilendiren ilk düzenleme 2013 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’tir.¹² “Akaryakıt, Şarj ve Servis İstasyonları” başlığı altında elektrikli araçların şarj edilebilmesi için ilgili elektrik kurumunun olumlu görüşü ile otoparklar, akaryakıt istasyonları veya diğer uygun yerlerde elektrikli araç şarj yeri yapılabileceği eklenmiştir.

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’na dayanılarak hazırlanan 2014 yılındaki Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliği yine öncül düzenlemeler arasında sayılabilir.¹³ Söz konusu yönetmeliğe göre, üretim faaliyeti gösteren tüzel kişiler dışındaki kullanıcılar şebeke bağlantı esaslarına uygun olarak şarj üniteleri için dağıtım şirketlerine başvuru yapabileceklerdir. Buna göre, kullanıcılar tarafından yapılan bağlantı başvurularında elektrikli araçların şarj edilebilmesi için kurulacak hızlı, orta hızlı ve yavaş şarj ünitelerinin sayısı ve güçleri ilgili teknik özellikleri de içeren elektrik projesi ile dağıtım şirketine sunulabilecektir.

Şarj altyapısına ilişkin mevzuat içerisinde şimdiye kadar ki en somut düzenleme 2018 yılı başında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın hazırladığı Otopark

¹² 08.09.2013 tarih ve 28759 sayılı Resmî Gazete.

¹³ 02.01.2014 tarih ve 28870 sayılı Resmî Gazete.

Yönetmeliği'nde yer almaktadır.¹⁴ Bu düzenlemeye göre alışveriş merkezlerinin otoparkları dahil olmak üzere kamusal nitelikteki otoparklara her 50 park yerinden en az birini elektrikli araçlara uygun olarak (şarj ünitesi dâhil) düzenleme zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca, elektrikli araç otopark yeri sayısının ihtiyaca göre artırılması hususunda idarelere karar alma yetkisi tanınmıştır.

2019 yılında şarj altyapısının kamusal olarak yaygınlaşmasına katkı sağlayabilecek bir düzenleme ise Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafında hazırlanan Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Yönetmelik'tir.¹⁵ Söz konusu yönetmelikte, şarj altyapısının oluşturulmasına yönelik olarak dikkat çeken husus, belediyelerin elektrikli araçların teşvik edilmesi için otopark, cadde ve sokaklar üzerinde şarj altyapı planları oluşturulması ve bu altyapıların hayata geçirilmesinde sorumlu kılınmasıdır.

Türkiye'deki yaklaşık 15 milyona yakın hanenin şehir altyapısındaki sorunlar nedeniyle bireysel şarj imkânı sağlayacak bir yapıda olmadığı gerçeği karşısında, cadde üstü şarj altyapısını önceliklendirecek bu tür bir düzenleme isabetli bulunmuştur. Ancak, bunun hayata geçirilmesinde belediyeler ile elektrik dağıtım şirketleri arasında işbirliği ve koordinasyon sağlanması büyük önem arz etmektedir.

En son 2021 yılı Mart ayında, 2018 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hazırladığı Otopark Yönetmeliği'nde değişikliğe gidilerek, mevzuat anlamında daha somut adımların atıldığını söylemek mümkündür.¹⁶ Bu değişiklik ile zorunlu otopark adedi 20 ve üzeri olan yeni yapılacak yapılara ilişkin yapı ruhsatı başvurularında, en az %5'inin şarj ünitesi dâhil bir şekilde elektrikli araçlara uygun olarak düzenlenmesi şartı getirilmiştir. Bunun yanında, yeni yapılacak umumi otoparklar ile AVM'lere ait otoparklarda en az %10 oranında otopark yerinin ilgili standartlara göre elektrikli araçlara uygun olarak düzenlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, 30 bin metrekareden büyük AVM otoparklarında bir, 75 bin metrekareden büyük AVM otoparklarında ise en az iki ünitenin hızlı şarj kapasitesine uygun olması zorunluluğu getirilmiştir. Kısmi olarak yürürlüğe giren bu uygulamalarda, 2023 yılı başında itibaren belirtilen oranlar aranmaya başlanacaktır.

Öte yandan, yine Mart 2021'de açıklanan Ekonomi Reformları Paketi'nde de ulaştırmada elektrifikasyonun arttırılması amacıyla şarj altyapısının hayata geçirilmesine dair bir hedefin de yer aldığını belirtmek gerekir. Pakette, elektrikli araçlar için şarj altyapısının yaygınlaştırılmasının birçok önemli hedef ile birlikte anılması kayda değerdir (Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2021a). Pakete dair eylem planında bu hedefin 2021 yılı sonuna kadar ilgili bakanlıklarca birincil ve ikincil mevzuat

¹⁴ 22.02.2018 tarih ve 30340 sayılı Resmî Gazete.

¹⁵ 02.05.2019 tarih ve 30762 sayılı Resmî Gazete.

¹⁶ 25.03.2021 tarih ve 31434 sayılı Resmî Gazete.

hazırlanarak hayata geçirilmesinin planlandığı görölmektedir (Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2021b).

Bu bölümü bitirmeden, 2017 yılı sonunda Enerji Piyasası Denetleme Kurumu (EPDK) tarafından kamuoyu görüşüne açılan fakat henüz herhangi bir şekilde yürürlüğe girmeyen Elektrikli Araçlar Şarj İstasyonuna İlişkin Usul ve Esaslar Taslağı'ndan da bahsetmek de gerekir (EPDK, 2017). Söz konusu taslak, şarj istasyonlarının kurulumu, işletilmesi ve elektrik enerjisi tedarikine dair hak ve yükümlülükleri belirlemektir. Kapsam açısından dikkate alındığında, kamuya açık yerlerde kurulumları yapılan veya ticari faaliyette bulunulan tüm şarj istasyonlarının söz konusu düzenleme taslağına dahil edilmesinin planlandığı görölmektedir.

Muhtemel uygulamalara ışık tutması açısından taslak içindeki maddelere bakıldığında, şarj istasyonu işletmecilerinin önceden bir sözleşmeye gerek kalmaksızın elektrikli araç kullanıcılarına hizmet verebileceğı öngörülmektedir. Söz konusu işletmelerin şarj istasyonlarında kâr amaçlı olmamak üzere elektrik satışı yapabileceğı ve bu bedel dışında EPDK düzenlemesine tabi olmayan ek hizmet bedeli alabileceğı öngörülmektedir. Bu kısım, şarj istasyonlarının kurulum ve işletilmesinde lisans veya ön lisans alma zorunluluğı uygulanmayacağı şeklinde yorumlanabilecektir. Ayrıca, üretim ve tedarik lisansı sahibi şirketler ise şarj istasyonları aracılığıyla ikili anlaşmalar üzerinden elektrik satabilecektir.¹⁷

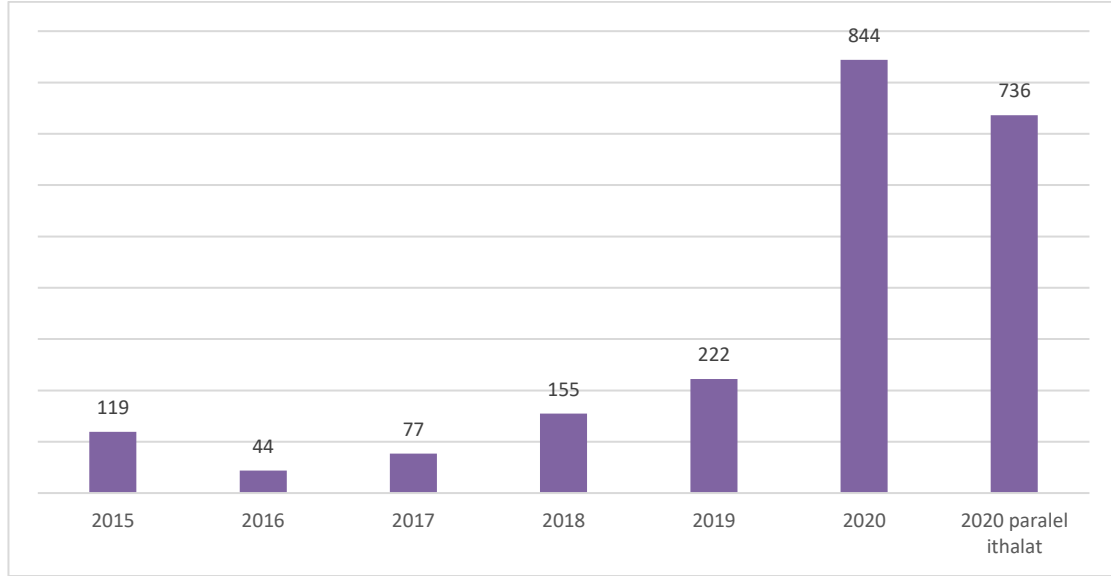
4.2. Türkiye'deki elektrikli araç ekosistemi

Türkiye'de elektrikli araçlar ve şarj altyapısına ilişkin mevzuattaki gelişmelerin incelenmesinin ardından çalışmamızın bu bölümünde, Türkiye'de elektrikli araç piyasası ve şarj altyapısı konusundaki gelişmelere değinilecektir.

4.2.1. Türkiye'deki elektrikli araçlar

Türkiye'deki elektrikli araç satışı 2010'lu yıllar itibariyle gerçekleşmeye başlamıştır. Her ne kadar son yıllarda ülkemizde üretilen hibrit araçlar sayesinde bu araçların satışı ve yayılımı hız kazansa da araştırma verilerinin kapsadığı 2021 yılına kadar olan süreçte, elektrikli araçların satışı oldukça sınırlı kalmıştır (Bkz. Şekil 3).

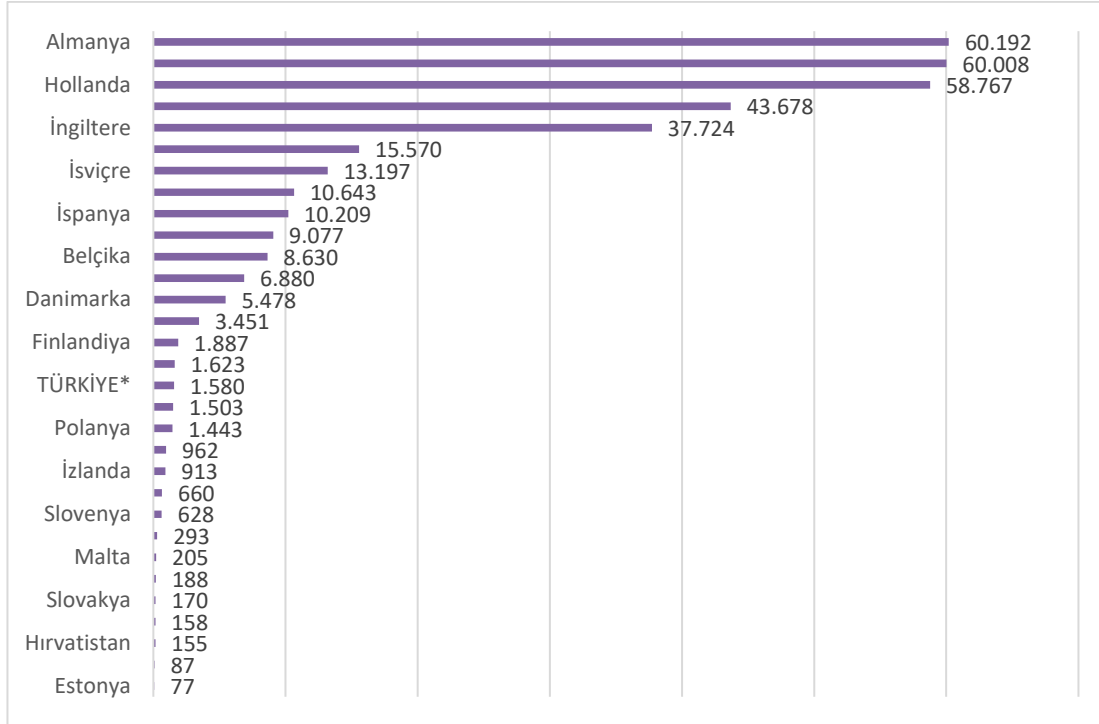
¹⁷ Söz konusu taslak düzenleme EPDK'nın sitesinde mevcut olamamak ile birlikte TEHAD'ın sitesinde erişilebilmektedir. Erişim tarihi 08.02.2021 http://tehad.org/wp-content/uploads/2017/01/EPDK-Elektrikli_Araçlar_Şarj_İstasyonuna_İlişkin-Usul_Esaslar_Taslak-Metni.pdf

Şekil 3. Türkiye’de yıllar itibariyle elektrikli araç satışı

Kaynak: TEHAD (2021)

Yaptığımız araştırmalar, trafikteki elektrikli araç stoku konusunda kesin veriler elde etmenin zor olduğu göstermektedir. Bunda Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) trafiğe kayıtlı otomobil sayısını yakıt türlerine göre sınıflandırırken, elektrikli ve hibrit araçları ayırmamış olmasının büyük payı vardır (TÜİK, 2020). Satış rakamlarından yola çıkarak yapılan analizler ise paralel ithalatın varlığı sebebiyle sadece tahmini veriler olarak dikkate alınmalıdır.

Diğer ülkeler – özellikle Avrupa ülkeleri – ile kıyaslandığında Türkiye’deki satışların Almanya, Norveç, Hollanda, Fransa ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 4). Her ne kadar Türkiye’nin Polonya, Romanya, Bulgaristan gibi ülkelerin önünde olduğu görülse de bu ülkelerin nüfus ve büyüklük açısından Türkiye ile pek de karşılaştırılmayacak düzeyde olduğunu hatırlatmak gerekir.

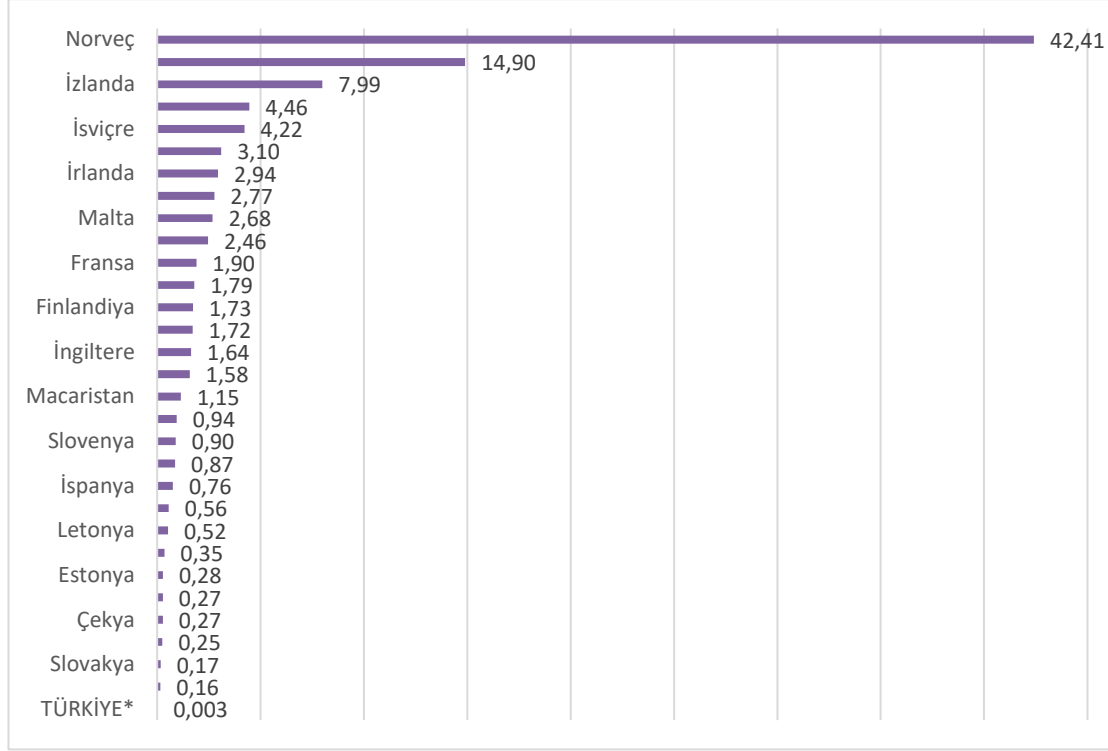
Şekil 4. Avrupa ülkelerinde 2019 yılında trafiğe kaydolun elektrikli araç sayısı*

*Türkiye için TEHAD'ın 2020 satış rakamları dikkate alınmıştır.

Kaynak: TEHAD (2021), European Environment Agency (2020)

Elektrikli araçların yayılımı konusunda karşılaştırmalı bir fikir sahibi olabilmek için trafiğe kaydolun araçlar içerisinde elektrikli araçların oranına bakmak daha anlamlı olacaktır. Şekil 5'te buna dair bir karşılaştırma sunulmuştur. Böyle bir karşılaştırmada Norveç'in açık ara önde olduğu göze çarpmaktadır. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere teşvik ve düzenlemelerin bu dönüşümde payı olduğu öne sürülebilir. Her ne kadar Almanya en çok elektrikli araç satışının gerçekleştiği Avrupa ülkesi olsa da 2019 yılında elektrikli araçların trafiğe tescil ettirilen toplam otomobillerin yüzde 2'sinden az oldu görülmektedir. Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği (TEHAD) satış verilerinden ve TÜİK'in otomobil tescil verilerinden hareketle yaptığımız hesaplama ise Türkiye'nin bu listede en altta ve oldukça düşük bir oranda yer aldığına işaret etmektedir.

Şekil 5. Avrupa ülkelerinde 2019 yılında trafiğe kaydolun elektrikli otomobillerin toplam içindeki yüzdesi*



*Türkiye için TEHAD'ın 2020 satış rakamları ve TÜİK'in trafik tescil kayıtları dikkate alınmıştır.

Kaynak: TEHAD (2021), European Environment Agency (2020)

Kısaca belirtmek gerekirse, Türkiye'de 2010'lu yıllar itibariyle elektrikli araçların satışı oldukça dalgalı bir seyir izleyerek 2020 yılında paralel ithalat ile birlikte 1.500 rakamını aşmıştır. Ancak, 2020 yılında trafiğe tescil edilen toplam otomobil sayısı içerisinde bu oran oldukça düşük bir orana (%0,003) tekabül etmektedir. Bu oran Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında en düşük oran olarak karşımıza çıkmaktadır.

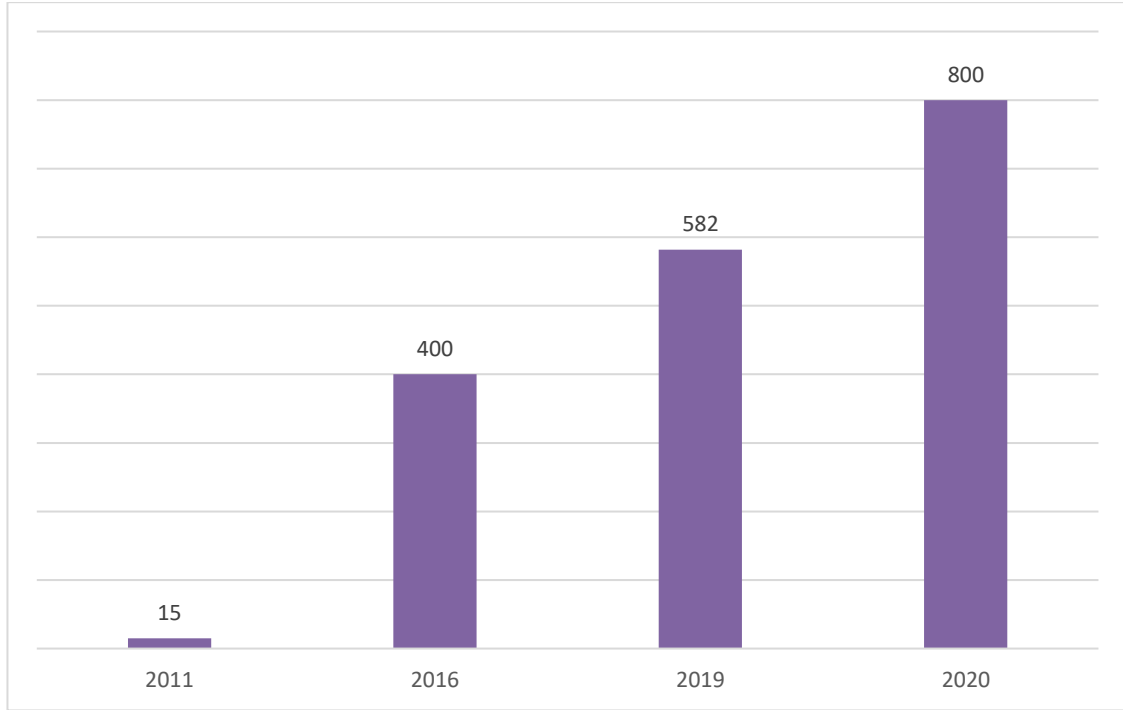
4.2.2. Türkiye'de şarj altyapısı

Elektrikli araç edinme konusundaki tereddütün bir kaynağı konvansiyonel araçlara göre daha pahalı olarak algılanması olsa da kullanıcıların araçlarını şarj etmek için yeterli bireysel ve kamusal şarj noktasının olmadığına dair endişesi de önemli bir faktördür. Bu endişe, içinde Türkiye'den katılımcıların da olduğu anket sonuçlarınınca da doğrulanmıştır (TEB Cetelem, 2020). İlk bölümde de ifade edildiği üzere, elektrikli araçlar ve şarj altyapısı arasındaki tamamlayıcı ilişki bir ürünün diğeri olmadan ekonomik değer ifade edemeyeceğine işaret etmektedir. Bireysel şarj altyapısının erişilebilirliği ve kamusal şarj alt yapısının yaygınlığı elektrikli araç edinmeyi tetiklerken, bu araçların sayısının artışı da şarj altyapısına dair gelişmeleri ve yatırımları arttıran bir etki yaratmaktadır.

Türkiye’de – birçok ülkede olduğu gibi – elektrikli araç edinme motivasyonu tetikleyen temel unsur, erişilebilir bireysel veya ortak olan şarj istasyonlarıdır. Bu sebeple hali hazırda çok düşük bir seviyede olan Türkiye’deki elektrikli araç sayısı ile paralel bireysel şarj istasyonu olduğunu varsayabilir. Ancak bu varsayımı doğrulayacak kesin bir veri ya da yeterince geniş bir örnekleme dayalı tahminin var olmadığını vurgulamak gerekir.

Kamusal ticari şarj istasyonları için çeşitli kişi ve kurumlar tarafından farklı tahminler yapılmaktadır. Bunlar içerisinde TEHAD tarafından derlenen veriler dikkate alınabilir. TEHAD’a göre 2011 yılında, sadece 11 şarj istasyonu varken, 2016 yılında 400, 2019 yılında 582 (122’si hızlı şarj) (TEHAD, 2017), 2020 yılına geldiğimizde ise 800 (2000 soket, 230’u hızlı) şarj istasyonu hizmet vermektedir (Bkz. Şekil 6). Kapsam olarak bakıldığında ise yine TEHAD verilerine göre şarj istasyonlarının 61 ile yayıldığı görülmüştür (TEHAD, 2020).

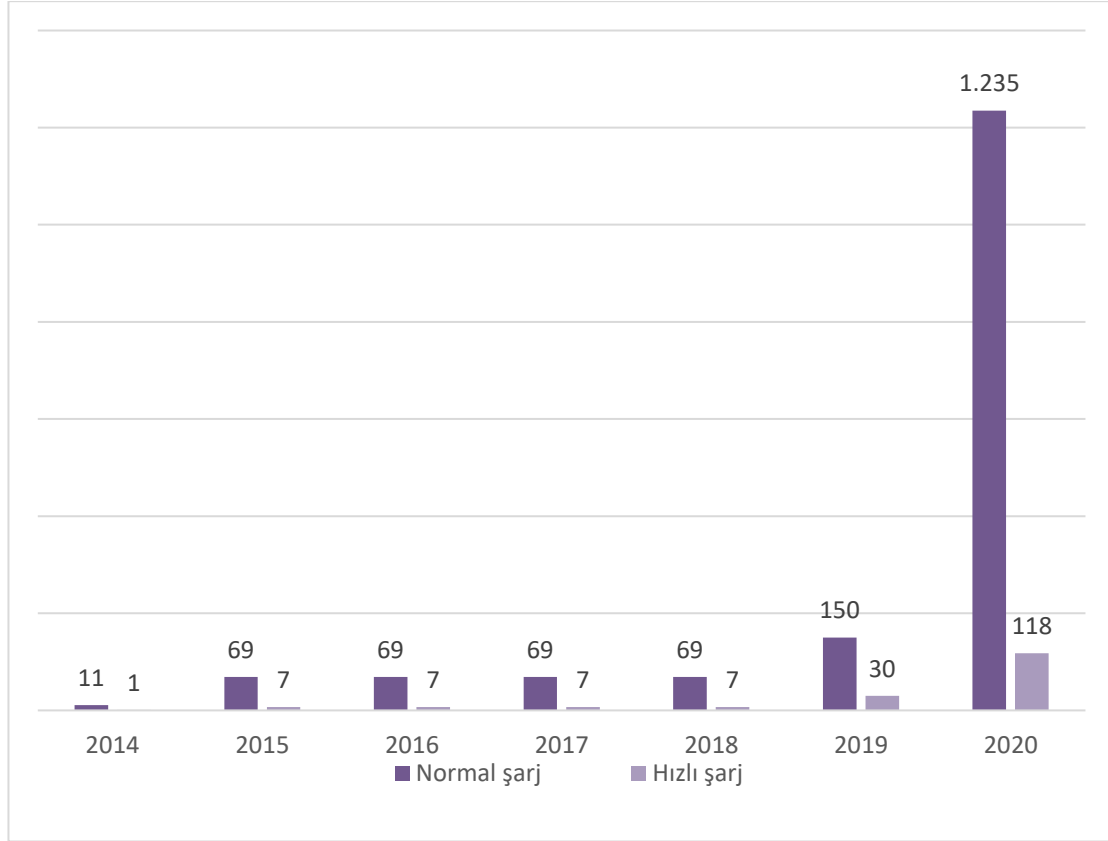
Şekil 6. TEHAD’a göre Türkiye’de kamusal şarj istasyonu sayısı



Kaynak: TEHAD (2020)

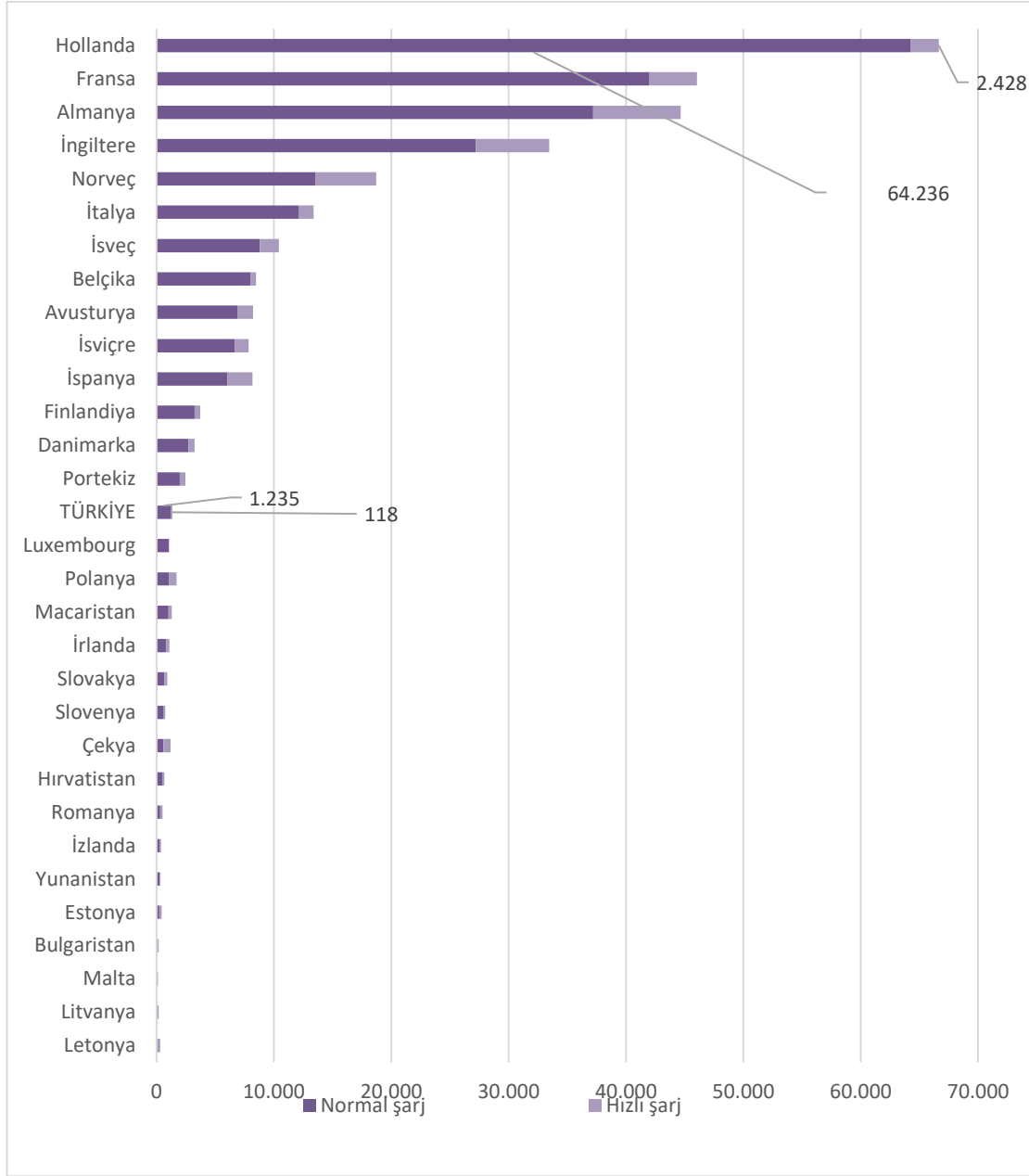
Fakat, TEHAD’ın verileri derlerken, (bazılarında birden çok şarj ünitesi olan) istasyon sayısının baz alındığı anlaşılmaktadır. Uluslararası karşılaştırmalarda ise – örneğin EAFO verilerine göre – şarj altyapısına dair rakamlar şarj noktalarını (şarj ünitelerini) dikkate alan bir yapıda hazırlanmaktadır. EAFO’ya göre Türkiye’de 2019 yılında 180 şarj noktası varken bu rakam 2020 yılında 1.353’e çıkmıştır. Bu noktaların 1.235’i normal, 118’i hızlı şarj hizmeti verebilmektedir. Bu durum Şekil 7’de sunulmuştur.

Şekil 7. Avrupa Alternatif Yakıtlar Gözlemevi'ne göre Türkiye'deki kamusal şarj noktalarının sayısı



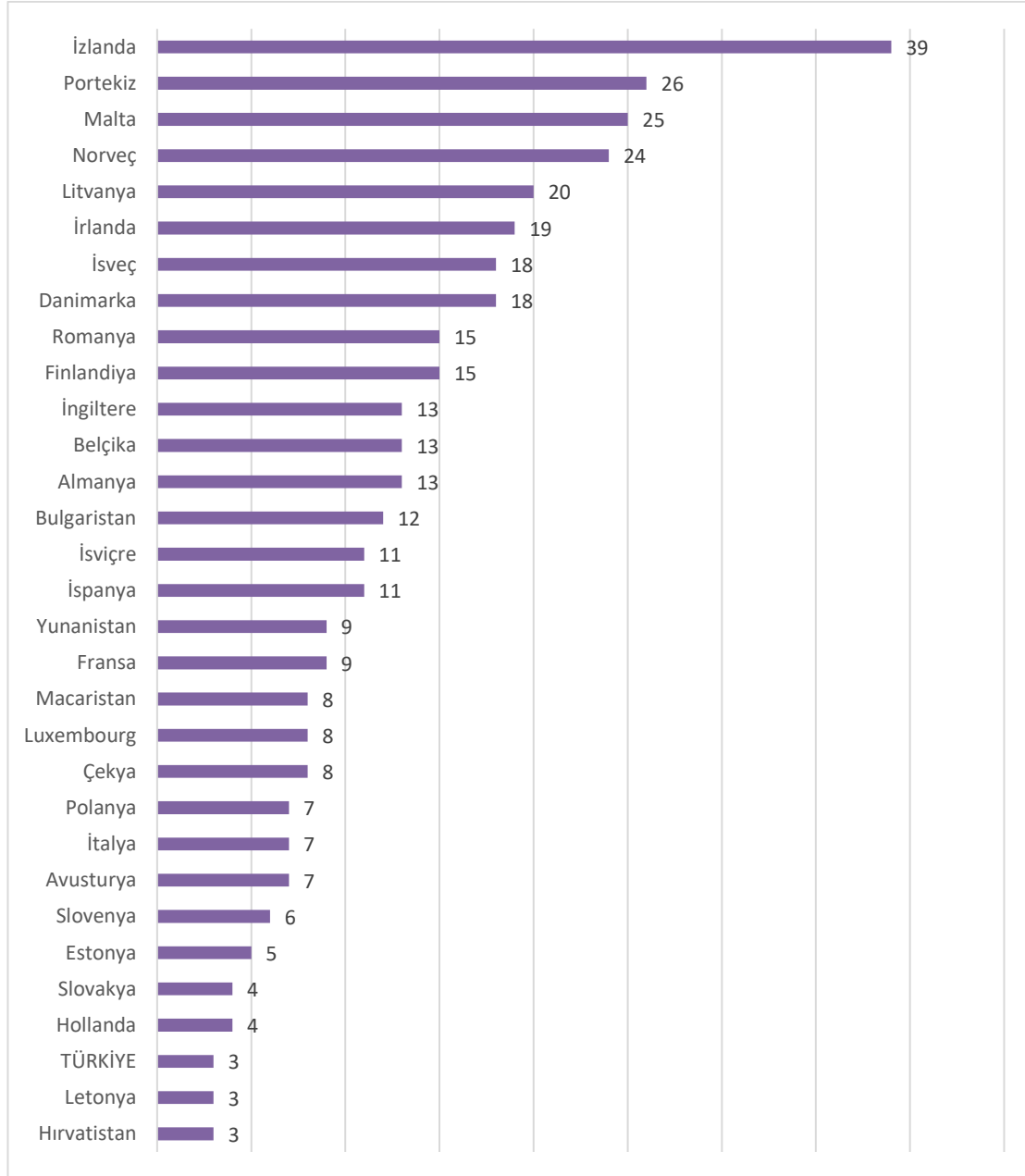
Kaynak: European Alternative Fuels Observatory (2020c)

EAFO'nun derlediği veriler aracılığı ile Türkiye'deki şarj altyapısına dair durumu diğer Avrupa ülkeleri ile de karşılaştırmak mümkündür. Avrupa ülkeleri ile kıyasladığımızda, Türkiye'deki kamusal şarj altyapısı kapasitesinin nüfus ve yüzölçümü açısından karşılaştırılabilir ülkelerin gerisinde olduğu görülmektedir. 2020 yılı için söz konusu karşılaştırmayı Şekil 8'de görmek mümkündür.

Şekil 8: Avrupa'daki kamusal şarj noktalarının sayısı, 2020

Kaynak: European Alternative Fuels Observatory (2020c)

Daha anlamlı bir uluslararası karşılaştırma için ise elektrikli araç başına şarj noktasına bakmak faydalı olacaktır. Bu veriye dayalı bir karşılaştırma Şekil 9'da sunulmuştur. Bu karşılaştırma, Türkiye'nin diğer Avrupa ülkelerinin neredeyse tamamının gerisinde kaldığını göstermektedir. Bu durum şarj altyapısı konusunda Türkiye'nin kayda değer bir yol kat etmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Şekil 9. Avrupa'da araç başına şarj noktası sayısı

Kaynak: European Alternative Fuels Observatory (2020a)

Son olarak, Türkiye’de şarj altyapısı içinde faaliyet gösteren şirketlere değinmek yerinde olacaktır. Farklı ölçeklerde pek çok şirketin faaliyetinden bahsedilebilse de ülke çapında veya bölgesel olarak faaliyet gösteren başlıca şirketler arasında Eşarj, G-Charge (Gersan), Voltron, Yeşil Güç (Greenway), Zorlu Energy Solutions (ZES) ve ABB sayılabilir. Bu şirketler çeşitli iş modelleri ve stratejiler ile elektrikli araçlar için şarj altyapısı sunmayı hedeflemektedir. Bu iş modelleri ve stratejiler topluca değerlendirildiği bir çalışma henüz olmasa da şirketlerin internet sitelerinden geleceğe yönelik planlarına ulaşmak mümkündür.

5. Türkiye için fırsatlar ve öneriler

Çalışmanın önceki üç bölümünde sunulan detaylı bilgilerin ardından, bu bölümde ilk olarak Türkiye’de elektrikli araç ekosisteminin geleceğini şekillendirebilecek fırsatlara vurgu yapılacaktır. Ardından, özellikle şarj altyapısına erişiminin artırılması ve yaygınlaştırılmasına dair Türkiye için önerilerde bulunulacaktır.

5.1. Fırsatlar

Türkiye için elektrikli araçların yayılımı konusunda fırsat olarak değerlendirilebilecek, elektrikli araç ekosisteminin yayılımını hızlandırabilecek birkaç hususun belirtilmesi önem arz etmektedir. Bunlardan ilk akla gelenleri yerli elektrikli araç üretimi ve Türkiye’nin iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik hedefleri olduğu söylenebilir. Ayrıca, başarılı diğer ülke modellerinin benimsemesi konusunda, henüz elektrikli araç ekosistemine geçişte takipçi konumunda olmanın da ülkemiz için bir başka fırsat olduğunu belirtmek gerekir.

5.1.1. Yerli elektrikli araç üretimi

Türkiye’nin Otomobili Girişim Grubu’na (TOGG) ait yerli elektrikli otomobil projesinin hayata geçmesi önümüzdeki yıllarda Türkiye’nin kendi üretimi ile elektrikli araç ekosisteminde önemli bir adım atacağına işaret etmektedir.

Ayrıca, yolcu taşıyan ticari elektrikli araçların yerli üretiminin hali hazırda gerçekleştiğini (Karsan, 2021) ve ihraç edildiğini (Dünya Gazetesi, 12 Haziran 2021) de bu kapsamda belirtmek gerekir.

Yerli sermaye dışında, Türkiye’de üretim faaliyetlerinde bulunan diğer küresel markaların da zamanla elektrikli araç modellerinin bazılarını Türkiye’de üretmesi beklenmektedir. Bu alanda özellikle hafif ticari elektrikli araçlar için küresel şirketler yakın zamanda Türkiye’deki yatırım planlarını açıklamıştır (DW-Türkçe, 17 Mart 2021). Hem yerli markaların oluşması ve gelişmesi hem de küresel otomotiv üreticilerinin Türkiye’de üretime başlaması Türkiye’ye elektrikli araçlar için önemli bir üretim üssü olma yönünde büyük bir fırsatı sunmaktadır.

Bu üretimin bir bölümünün ihraç edilmesi planlansa da kayda değer bir kısmının Türkiye’de satılacağını söyleyebiliriz. Gelişmiş ülkeler – özellikle AB üyesi ülkeler – ile kıyaslandığında, Türkiye kişi başına araç yoğunluğunun en az olduğu ülkelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Euronews, 30 Aralık 2019). Gelişmiş ülkeler ile Türkiye arasındaki bu farkın zaman içinde kapanmasa da azalması beklenmektedir. Yerli üretim araçlar ile söz konusu farkın elektrikli araçlar lehine daralması mümkündür.

Öte yandan bu çalışmanın ikinci bölümünde de bahsedildiği üzere, elektrikli araç sahipliğindeki artış ile şarj istasyonlarının yaygınlaşması arasında çok sıkı bir geri besleme süreci söz konusudur. Yerli üretim ile Türkiye’de elektrikli araçların satışında sağlanacak artış, söz konusu geri besleme sürecinin şiddetini arttıracak şekilde şarj altyapısının hızlı bir şekilde yaygınlaşması konusunda da bir fırsat olarak değerlendirilebilecektir.

5.1.2. Türkiye’nin iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik hedefleri

Paris İklim Anlaşması’nın onaylanması, Türkiye’nin daha önce sunduğu ulusal katkı niyet beyanına göre sera gazları salım artışını %21 oranında azaltmasını gerektirmektedir (Ardıyok ve Köksal, 2021). Böyle bir sera gazı azaltım hedefi Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için ciddi ekonomik maliyetleri de beraberinde getirecektir. Özellikle fosil yakıtlara dayalı sanayi, elektrik üretimi ve tabii ki ulaşım sektörleri için köklü bir dönüşüm söz konusu olacaktır.

Türkiye’de sera gazlarının %72’si ulaşımı da içine alan enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Ulaşımın buradaki payı %20 düzeyindedir (OECD, 2021). Bu durum, Türkiye’nin niyet beyanında bulunduğu emisyon azaltımı için ulaşım sektöründe de bir takım köklü girişimlerde bulunmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda elektrikli araçların yaygınlaşması bir fırsat olarak görülmektedir. Gerek binek araç düzeyinde gerekse daha çok sera gazı salan ticari araç düzeyinde elektrikli araçlara geçiş, Türkiye’nin ulaşımdan kaynaklanan emisyon düzeylerinin kayda değer bir şekilde düşürülmesini sağlayabilecektir.

5.1.3. Başarılı örneklerin adaptasyonu

Türkiye elektrikli araç ekosisteminin yaygınlaşması konusunda birçok ülkeyi geriden takip etmektedir. Bu durum her ne kadar olumsuz görünse de bir yanı sıra da avantajlı bir duruma işaret etmektedir. Elektrikli araç ekosisteminin yayılımında görece başarılı ülke örneklerinin incelenerek, en iyi uygulamaların, gerekli değişiklikler yapılarak Türkiye’de hayata geçirilmesi mümkündür.

Elektrikli araçlar ve şarj altyapılarının yaygınlaşması konusunda başarılı örnekleri tespit etmek için elektrikli araç satışı ve şarj istasyonu sayısındaki artışın görece yüksek ve istikrarlı olduğu ülkelerdeki uygulamaları ele almak oldukça öğretici olacaktır. Bunun yanında, başarısızlık hikayelerinden de alınacak dersler olduğu unutulmamalıdır. Bu anlamda başarılı uygulamaları incelerken başarısız uygulamaları da – en azından ne tür uygulamalardan kaçınılması konusunda – incelemek faydalı olacaktır.

Her ülkenin kendine özgü özellikleri ve farklı dinamikleri olabileceği de göz önüne alınarak, Türkiye için uygun en iyi uygulamaların devreye alınması bir fırsat

olarak düşünölebilir. Bu kapsamda şarj istasyonu altyapısının görelili olarak gelişmiş olduğu Almanya, Fransa, Hollanda, Norveç ve İngiltere'deki uygulamaların ve politikaların detaylı bir şekilde incelenmesi faydalı olacaktır. Bunlardan Türkiye'nin koşulları düşünölererek somut eylem planları için faydalanılabilecektir.

5.2. Öneriler

Elektrikli araç ekosisteminin geleceğine dair Türkiye açısından birçok öneri ve yapılacaklar listesi sunmak mümkündür. Bu çalışmanın kapsamı itibariyle, yukarıda değindiğimiz fırsatlar ve önceki bölümlerdeki bilgiler çerçevesinde aşağıdaki önerilerin sunulmasının uygun olacağı düşünölmektedir.

5.2.1. Temel ve kapsayıcı bir stratejinin ortaya koyulması

Bu bağlamda ilk olarak önerilmesi gereken şeyin temel bir kamu politikası stratejisinin benimsenmesi olduğu düşünölmektedir. Bu strateji elektrikli araç ekosistemini kapsayacak bir şekilde tasarlanmalıdır. Bir başka değışle ortaya koyulacak strateji, bir yandan elektrikli araç edinmeyi teşvik ederken diğer yandan da şarj altyapısı erişimini ve yayılımını sağlayacak nitelikte olmalıdır.

Çalışmanın ikinci bölümünde de bahsedildiği üzere, elektrikli araç edinme ile şarj istasyonların yayılımı arasında bir geri besleme süreci mevcuttur ve bu süreç yönetilebilir bir süreçtir. Oluşturulacak stratejinin temeli bu sürecin iyi yönetilmesine dayalı olmalıdır. Somut bir örnekle anlatmak gerekirse, elektrikli araç edinmeyi teşvik eden bir vergi sistemiyle hem trafikteki elektrikli araç sayısı arttırılabilecek hem de şarj istasyonu altyapısına yönelik yatırım motivasyonu sağlanacaktır. Benzer şekilde, şarj altyapısı kurulmasına dair teşvik edici düzenlemeler de sadece şarj istasyonu sayısını değil elektrikli araç sayısını da arttıracaktır.

Öte yandan, şarj altyapısına ilişkin dinamikler her ne kadar elektrikli araç ekosisteminden bağımsız düşünölemese de stratejik olarak tasarlanmış bir kamu politikası eşliğinde daha etkin bir yayılıma erişebilecektir. Bu çerçevede, ticari şarj istasyonlarının yayınlamasının önündeki en kayda değer iktisadi engelin kurulum ve şebekeye dayalı maliyetler olduğu görölmektedir. Özellikle hızlı ya da ultra-hızlı şarj hizmeti sunulması durumunda elektrik şebekesindeki güncellemelerin zamanlaması ve maliyetlerin dağıtılmasına yönelik koordinasyon için işlem maliyetlerini azaltıcı bir stratejinin benimsenmesi de büyük önem taşımaktadır.

5.2.2. Yasal düzenlemelerin tutarlı ve öngörülebilir hale getirilmesi

Düzenlemelerin ve bunlara dayanak olan yasaların elektrikli araç ekosisteminin gelişiminde etkili birer enstrüman olarak kullanılabileceği çalışma boyunca vurgulanan bir husus olmuştur. Çalışmanın Türkiye'ye dair bölümünde de hem elektrikli araç

satışlarına dair vergi düzenlemelerine hem de şarj altyapısına ilişkin yasal boyuttaki gelişmelere ayrıntılı bir şekilde değinilmiştir. Ancak bu düzenlemelerin ve yasal boyutun öngörülebilirlikten uzak olduğu görülmüştür.

Elektrikli araçların satışına yönelik Türkiye’de düzenlemeler 2018 yılına kadar vergi oranları ve vergi uygulamaları açısından teşvik edici bir seyir izlerken, 2018 yılı itibariyle yeni vergiler getirilmiş ve vergi oranları kayda değer biçimde yükseltilmiştir. Her ne kadar politika dokümanlarında özendirici ve teşvik edici bir tutum takınılsa da uygulamaya yansımaları pek de planlandığı gibi olamamıştır. Oysa, elektrikli araçlara yönelik mevcut vergi düzenlemelerinin bu çalışma boyunca bahsettiğimiz ekosistem içerisindeki geri besleme mekanizmaları çerçevesinde teşvik edici bir düzene oturtulması elzem görünmektedir. Ayrıca, yerli elektrikli araçların satışa sunulması ile ilgili vergi (ÖTV ve MTV) düzenlemelerinin öngörülebilir bir yapıya kavuşturulması da büyük önem arz etmektedir.

Şarj altyapısının oluşturulması yönündeki düzenlemelerin ise çok boyutlu bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Mart 2021’de yapılan Otopark Yönetmeliği’ndeki değişikliğin yeterli düzeyde olmasa da bireysel, ortak ve kamusal alanlardaki şarj altyapısına dair zorunluluk getirmesi sevindirici bir gelişmedir. Bundan sonraki aşamada bu düzenlemenin – Covid-19’la karşılaşılan ekonomik durgunluk, vb. sebeplerle – hayat geçirilmesi konusunda taviz verilememesi bundan sonraki düzenlemeler için öngörülebilirlik ve kredibilite artışı sağlayacaktır. Ayrıca, yıllar itibariyle ilgili yönetmelikte güncellemeler yaparak elektrikli araçlara ayrılan ünitelerin arttırılması gerekecektir.

Öte yandan, şarj altyapısının kurulmasına ilişkin yatırımlara ivme katabilecek bir diğer yasal boyut ise yerel yönetimler, yatırımcılar ve elektrik dağıtım şirketleri arasındaki iş bölümü ve yükümlülükler dair yasal belirliliğin ortaya koyulmasıdır. Bu konuda her ne kadar, 2014 yılında güncellenen Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliği’nde öncül düzenlemeler öngörülse de yatırımcılar ve dağıtım şirketleri arasındaki iş bölümü ve yükümlülüklerin yeterince aydınlatıcı oldu söylenemez. Bu kapsamda, EPDK tarafından 2017 yılında görüşe açılan fakat sonrasında herhangi bir gelişmenin yaşanmadığı Elektrikli Araçlar Şarj İstasyonuna İlişkin Usul ve Esaslar Taslağı’nın katılımcı ve kapsayıcı bir şekilde yeniden ele alınması gerekmektedir.

5.2.3. Başka hedeflerle sinerji yaratılması

Elektrikli araç ekosisteminin Türkiye’de yayılımının sağlanmasına dair pratiklerin, Türkiye siyaseti ve ekonomisi için önemli bir takım başka hedefler ile bütünleştirilerek bir sinerji yaratacağını söyleyebiliriz. Özellikle geniş kitlelerin desteğini alabilecek söylemler etrafında politika ve stratejilerin üretilmesi, toplumsal kabulü ve seçmen desteğini yükseltebilecek niteliktedir.

Sinerji yaratılabilecek konuların başında enerjide dışa bağımlılığın ve buna dair arz gúvenliđi vb. kırılganlıkların azaltılması hususu sayılabilir. Túrkiye’de mevcut motorlu araçların tamamına yakını petrole dayalı bir şekilde işlemektedir. Oysa, úlkemizin bu araçlarda kullanılabilir petrol rezervi oldukça sınırlıdır ve enerji ithalatının kayda değer bir kısmını oluşturmaktadır. Bu durum hem dış ticaret açığına hem de cari açığa dair ekonomik kırılganlıklara sebep olmaktadır. Bu kapsamda, elektrikli araçlara geçiş enerjide dışa bağımlılığın kayda değer biçimde azaltmanın bir aracı olarak tasarlanabilir.

Bununla bağlantılı sinerji yaratabilecek ve bir diğer husus, araçların elektrik enerjisi ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarına dair kapasite oluşturarak sağlanmasıdır. Bu türden bir kapasite artışı – zengin rúzgâr koridorlarına ve uzun güneşlenme sürelerine sahip (Enerji Portalı, 2021) Túrkiye için – yerli kaynaklara dayalı bir enerji arz gúvenliđi sağlayabileceği gibi, iklim değişikliği ve çevre hassasiyeti için de geniş toplum kesimlerinin desteğini alabilecektir.

Kaynakça

- Ardıyok, Ş. ve Köksal, E. (2021). Climate Change Mitigation – The Paris Agreement, Turkey's Ambiguous Position, And Need For Policy Change In Various Areas. *Mondaq*. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://www.mondaq.com/turkey/climate-change/1032078/climate-change-mitigation-the-paris-agreement-turkey39s-ambiguous-position-and-need-for-policy-change-in-various-areas>.
- Ateş, M. A. (2021). Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarına İlişkin AB Regülasyonu. *Uzman Gözüyle Enerji*, 3(18), 30-37, Erişim tarihi 04.10.2021 http://enerjiuzmanlari.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/Uzman-Gozuyle-Enerji_18-.sayi_WEB.pdf.
- Bodansky, D. (2016). The legal character of the Paris Agreement. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 25(2), 142-150.
- Caillaud, B., ve Jullien, B. (2003). Chicken & Egg: Competition Among Intermediation Service Providers. *The RAND Journal of Economics*, 34(2), 309–328.
- Chakraborty, D., Bunch, D. S., Lee, J. H., ve Tal, G. (2019). Demand drivers for charging infrastructure-charging behavior of plug-in electric vehicle commuters. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 76, 255-272.
- Competition & Markets Authority. (2021). *Electric vehicle charging market study - Final Report*. Erişim tarihi 04.08.2021 https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1005292/EVC_MS_final_report_TS.pdf
- De Rubens, G. Z., Noel, L., Kester, J., ve Sovacool, B. K. (2020). The market case for electric mobility: Investigating electric vehicle business models for mass adoption. *Energy*, 194, 116841.
- Dünya Gazetesi (12 Haziran 2021). *Karsan'ın elektrikli otobüsü Almanya yolcusu*. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://www.dunya.com/sirketler/karsanin-elektrikli-otobusu-almanya-yolcusu-haberi-624510>.
- DW-Türkçe (17 Mart 2021). *Türkiye'nin "elektrikli oto"da bölgesel üs hedefi*. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://www.dw.com/tr/turkiyenin-elektrikli-otoda-bölgesel-üs-hedefi/a-56904280>.
- Egnér, F., ve Trosvik, L. (2018). Electric vehicle adoption in Sweden and the impact of local policy instruments. *Energy Policy*, 121, 584-596.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023). Erişim tarihi 08.02.2021 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf>.
- Enerji Portalı (2021). Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ile Avrupa'da İlk Sıralardayız! Erişim tarihi 14.06.2021 <https://www.enerjiportali.com/yenilenebilir-enerji-potansiyeli-ile-avrupada-ilk-siralardayiz/>.

- EPDK (2017). Elektrikli Araçlar Şarj İstasyonuna İlişkin Usul ve Esaslar Taslağı. Erişim tarihi 08.02.2021 <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/20-0-0-398/elektrikli-araclar-sarj-istasyonuna-iliskin-usul->.
- Euobserver (2020). EU commission wants 30 million electric cars by 2030. Erişim tarihi 30.12.2020 <https://euobserver.com/green-deal/150335>.
- Euronews (30 Aralık 2019). *Türkiye'de 100 kişiye düşen otomobil sayısı 14, AB'de ise 51*. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://tr.euronews.com/2019/12/30/turkiye-de-100-kisiye-dusen-arac-say-s-28-ab-de-ise-51>.
- European Alternative Fuels Observatory (2020a). Charging infra stats. Erişim tarihi 08.02.2021 <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/electricity/charging-infra-stats>.
- European Alternative Fuels Observatory (2020b). Top 5 Countries Number Of Public Recharging Points. Erişim tarihi 01.05.2021 <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/electricity/charging-infra-stats>
- European Alternative Fuels Observatory (2020c). The total number of normal and high-power public recharging points. Erişim tarihi 01.05.2021 <https://www.eafo.eu/alternative-fuels/electricity/charging-infra-stats>
- European Commission (2019a) Report From The Commission To The European Parliament And The Council on the application of Directive 2014/94/EU on the deployment of alternative fuels infrastructure. Erişim tarihi 01.05.2021 <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6841-2021-ADD-3/en/pdf>
- European Commission (2019b). Communication on the European Green Deal COM (2019) 640 final, Annex – Roadmap and key actions. Erişim tarihi 01.05.2021 <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/01%202020%20Draft%20TE%20Infrastructure%20Report%20Final.pdf>
- European Commission (2020). A European Green Deal. Erişim tarihi 01.05.2021 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Court of Auditors (2021). Special Report: Infrastructure for charging electric vehicles: more charging stations but uneven deployment makes travel across the EU complicated Erişim tarihi 01.05.2021, https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_05/SR_Electrical_charging_infrastructure_EN.pdf
- European Environment Agency (2020). Newly registered electric cars by country. Erişim tarihi 08.02.2021 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/proportion-of-vehicle-fleet-meeting-5/assessment>.
- Ferwerda, R., Bayings, M., Van der Kam, M., & Bekkers, R. (2018). Advancing E-roaming in Europe: Towards a single “language” for the European charging infrastructure. *World Electric Vehicle Journal*, 9(4), 50-64.
- Frontier Economics. (2020). Can the market alone deliver EV charge points? Erişim tarihi 30.12.2020 <https://www.frontier-economics.com/media/3663/ev-charge-point-market-failures.pdf>.

- Hall, D. ve Lutsey, N. (2017). Emerging Best Practices for Electric Vehicle Charging Infrastructure. *ICCT White Paper*. Erişim tarihi 08.01.2020 <http://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf>.
- Hardman, S., Jenn, A., Tal, G., Axsen, J., Beard, G., Daina, N. ve Witkamp, B. (2018). A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 508-523.
- Hazine ve Maliye Bakanlığı (2021a). Ekonomi Reformları Kiti. Erişim tarihi 25.03.2021 <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2021/03/Ekonomik-Reformlar-Kitapcigi.pdf>.
- Hazine ve Maliye Bakanlığı (2021b). Ekonomi Reformları Eylem Planı. Erişim tarihi 25.03.2021 <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2021/03/Ekonomi-Reform-Takvimi.pdf>.
- Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill Education. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://www.accessengineeringlibrary.com/binaray/mheaeworks/3e521f3d48568bd8/31775d7d39749700c81223cdfec9aac672f43a1a636910cf8ade18d9c7f04e1e/book-summary.pdf>.
- Karsan (2021). *Atak Elektrik – Elektrikli Otobüs: Mobilitenin Yeni Tanımı*. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://www.karsan.com/tr/genel-bakis-atak-electric>.
- Katz, M. L., ve Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition, and compatibility. *The American Economic Review*, 75(3), 424-440.
- Katz, M. L., ve Shapiro, C. (1986). Technology adoption in the presence of network externalities. *Journal of Political Economy*, 94(4), 822-841.
- Lee, H., ve Clark, A. (2018). Charging the Future: Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Adoption. *Alternative Transport Fuels eJournal*. Erişim tarihi 08.01.2020 <https://research.hks.harvard.edu/publications/getFile.aspx?Id=1693>.
- Li, S., Tong, L., Xing, J., ve Zhou, Y. (2017). The market for electric vehicles: indirect network effects and policy design. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 4(1), 89-133.
- McKinsey (2018). *Charging ahead: Electric-vehicle infrastructure demand*. Erişim tarihi 29.01.2021 <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/charging-ahead-electric-vehicle-infrastructure-demand>.
- Mersky, A. C., Sprei, F., Samaras, C., ve Qian, Z. S. (2016). Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46, 56-68.
- OECD (2020). Greenhouse Gas Emissions Statistics, OECD Environment Database. Erişim tarihi 30.12.2020 https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AIR_GHG.

- OECD (2021). Greenhouse Gas Emissions by Source, OECD Environment Database. Erişim tarihi 08.03.2024 https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=air_ghg.
- Özpeynirci, E. (2019). Elektrikli otolara ‘pil vergisi’ yok. Erişim tarihi 08.02.2021, <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/elektrikli-otolara-pil-vergisi-yok-41076001>.
- Platform For Electromobility (2018). How EU Member States roll out electric-mobility: Electric Charging Infrastructure in 2020 and beyond. Erişim tarihi 01.05.2021 <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/Emobility%20Platform%20AFID%20analysis.pdf>
- Rong, K., Shi, Y., Shang, T., Chen, Y., ve Hao, H. (2017). Organizing business ecosystems in emerging electric vehicle industry: Structure, mechanism, and integrated configuration. *Energy Policy*, 107, 234-247.
- Springel, K. (2017). Network Externality and Subsidy Structure in Two-Sided Markets: Evidence from Electric Vehicle Incentives. Erişim tarihi 30.12.2020, https://energy.umich.edu/te3/wp-content/uploads/sites/2/2018/09/Final-Springel-paper_EV.pdf.
- TEB Cetelem (2020). Cetelem Gözlemevi Sonuçları 2019. Erişim tarihi 08.02.2021 <https://www.tebcetelem.com.tr/media/1352/observatory2019.pdf>.
- TEHAD (2017). Türkiye’de Kurulu Elektrikli Araç Şarj İstasyonları. Erişim tarihi 08.02.2021 <http://tehad.org/2017/01/16/turkiyede-kurulu-elektrikli-arac-sarj-istasyonlari/>.
- TEHAD (2020). Türkiye Şarj İstasyonu Haritası – Bölgeler 2020. Erişim tarihi 08.02.2021 <http://tehad.org/2020/11/09/turkiye-sarj-istasyonu-haritasi-bolgeler-2020/>.
- TEHAD (2021). 2020 yılı Elektrikli ve Hibrid otomobil satış rakamları belli oldu. Erişim tarihi 08.02.2021 <http://tehad.org/2021/01/16/2020-yili-elektrikli-ve-hibrid-otomobil-satis-rakamlari-belli-oldu/>.
- The European Association For Electromobility (2021a). Joint Statement: Multi-Stakeholder Coalition Spanning Industry and Civil Society Calls for Upcoming E-Mobility Policies to Support Electrification of Corporate And Urban Fleets. Erişim tarihi 12.06.2021. <https://www.aveve.org/joint-statement-multi-stakeholder-coalition-spanning-industry-and-civil-society-calls-for-upcoming-e-mobility-policies-to-support-electrification-of-corporate-and-urban-fleets/>.
- The European Association For Electromobility (2021b). Electrification Alliance Fit for 55% Package: Joint Position. Erişim tarihi 12.06.2021 <https://www.aveve.org/electrification-alliance-fit-for-55-package-joint-position/>.
- TÜİK (2020). Motorlu Kara Taşıtları, Eylül 2020. Erişim tarihi 08.02.2021, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Eylul-2020-33657>.
- Transport & Environment (2021). Cars Climate Brief #1: Why CO2 from new cars could drop by only 2% by 2029. Erişim tarihi 12.06.2021

<https://www.transportenvironment.org/newsroom/blog/cars-climate-brief-1why-co2-new-cars-could-drop-only-2-2029>.

- Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2014). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016). Erişim tarihi 08.02.2021, http://www.sp.gov.tr/upload/xSPTemelBelge/files/rJ6g4+Ulusal_Akilli_Ulasim_Sistemleri_Strateji_Belgesi_2014-2023_ve_Eki_Eylem_Plani_2014-2016_.pdf.
- US Department of Energy (2020). Electric Vehicle Basics. Erişim tarihi 29.01.2021, <https://www.energy.gov/eere/electricvehicles/electric-vehicle-basics>.
- Wangsness, P. B. ve Halse, A. H. (2021). The Impact of Electric Vehicle Density on Local Grid Costs: Empirical Evidence from Norway. *The Energy Journal*, 42(5), 149-168.
- Zhang, Q., Li, H., Zhu, L., Campana, P. E., Lu, H., Wallin, F. ve Sun, Q. (2018). Factors influencing the economics of public charging infrastructures for EV–A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 500-509.
- Zhou, Y. ve Li, S. (2018). Technology adoption and critical mass: The case of the US electric vehicle market. *The Journal of Industrial Economics*, 66(2), 423-480.

BEYANLAR:

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları: Birinci yazarın makaleye katkısı %40, İkinci yazarın makaleye katkısı %30, Üçüncü yazarın makaleye katkısı %30'dur.

Çıkar Beyanı: Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma Desteği ve Teşekkür: Bu araştırma herhangi bir kurum ya da kişi tarafından desteklenmemiştir.

Etik Kurul Onayı Bilgileri: Makalede açıklanan çalışmada insan denekleri kullanılmadığı için etik kurul onayı alınmamıştır.

Sınırsız Büyüme Paradigmasına Yükselen Bir İtiraz: “Büyümeme”

Mahmut TEKÇE*

Öz

İklim değişikliği kaynaklı ekolojik kriz, ekonomik büyüme odaklı paradigmanın sınırlamalarını öne çıkarmış ve mevcut modelin sürdürülebilir olup olmadığına ilişkin tartışmaları daha hararetli hale getirmiştir. Bu bağlamda, özellikle son yirmi yılda, “büyümeme” (*degrowth*) kavramı akademik çevrelerde önem kazanmaktadır. Ekonomik büyümeyi toplumsal ilerlemenin tek göstergesi olarak değerlendiren görüşlere karşı bir eleştiri olarak ortaya çıkan büyüme, çevresel sürdürülebilirlik, sosyal eşitsizlik ve genişlemenin beklenmeyen sonuçları gibi konularda artan endişelerle birlikte giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu çalışma, büyüme görüşünün tarihini, teorik temellerini, temel ilkelerini ve büyüme kavramına yöneltilen eleştirilerini ele alarak, bu alternatif vizyonun akademik söylem içindeki yerini açıklamayı amaçlamaktadır.

JEL Kodları: O44, P10

Anahtar Kelimeler: ekonomik büyüme, çevre sorunları, büyüme, kapitalizm

* Marmara Üniversitesi İktisat Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0001-6910-747X>, (mtekce@marmara.edu.tr)

An Emerging Challenge to the Paradigm of Unlimited Growth: Degrowth

Abstract

The ecological crisis arising from climate change has highlighted the limitations of the growth-oriented paradigm, intensifying debates on the sustainability of the current model. In this context, especially in the last two decades, the concept of degrowth has gained significance in academic circles. Emerging as a critique against perspectives that solely evaluate economic growth as the sole indicator of societal progress, degrowth has garnered increasing attention amid growing concerns about environmental sustainability, social inequality, and unforeseen consequences of expansion. This study aims to elucidate the history, theoretical foundations, basic principles, and criticisms directed at degrowth, shedding light on its place within academic discourse.

JEL Codes: O44, P10

Keywords: economic growth, environmental problems, degrowth, capitalism

1. Giriş

1980'lerden bu yana iktisat politikalarına ve iktisadi düşünceye hâkim olan görüşler, toplumsal ilerlemenin mutlak yolu olarak sürekli bir ekonomik büyüme arayışına dayanmaktadır. Ekonomik büyümeyi toplumsal ilerlemenin en önemli ölçütü olarak değerlendiren ve iktisadi düşünceye bu görüşün nüfuz etmesine yol açan iktisat ekolleri, büyüme oranlarını ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'yı (GSYİH) toplumsal refahın temel göstergeleri olarak değerlendirmiştir. Ancak, son yıllarda ekolojik sürdürülebilirlik, sosyal eşitsizlikler ve sürekli genişlemenin beklenmeyen sonuçlarıyla ilgili artan endişeler, bu tek boyutlu yaklaşımın sınırlamalarını daha tartışılır hale getirmiş ve ekonomik büyüme kavramına atfedilen yaygın inanç ve güven sorgulanmaya başlamıştır.

Bu tartışmanın merkezinde yer alan kavramlardan biri de “büyümeme” (*degrowth*)¹, olmuştur. Ortaya çıktığı ilk yıllarda daha çok çevreci ve tüketim karşıtı bir aktivist hareket olarak görülen büyüme görüşü, özellikle son on yılda akademik tartışmalar içerisinde kendisine daha fazla yer bulmuş ve büyüme merkezli hâkim öğretilerden ayrılarak içinde bulunduğumuz ekonomik sistemler için alternatif yolları gözden geçiren ve toplumsal ilerlemenin sınırlarını daha sürdürülebilir bir şekilde yeniden tanımlamak üzere alternatif bir vizyon tahayyül eden akademik bir paradigmaya evrilmiştir (Weiss & Cattaneo, 2017; Demaria vd. 2013). Bu çalışma, Türkiye’de de son yıllarda tartışılmaya başlanan bu kavramla ilgilenen araştırmacılara, büyüme görüşünün kavramsal çerçevesini, temel ilkelerini ve bu görüşe yöneltilen temel eleştirileri özetlemeyi amaçlamaktadır.

2. “Büyümeme” kavramı ve kısa tarihi

"Büyümeme", ekonomik faaliyetlerin ve kaynak tüketiminin bilinçli, adil ve planlı bir şekilde azaltılması olarak tanımlanabilir. Bu yaklaşım, sürekli ekonomik büyümenin gerekliliği ve tercih edilebilirliği anlayışına karşı çıkararak refahı, çevresel sürdürülebilirliği ve sosyal adaleti önceliklendiren bir toplumsal ve ekonomik sistem geçişini savunmaktadır. Bu görüşü benimseyen araştırmacılara göre, gelişmiş ekonomiler GSYİH büyümesini bir hedef olarak terk etmeli, çevreye zarar veren üretim biçimlerini azaltmalı ve ekonomik faaliyetleri insanların refahını artırma odaklı bir hedefe yönlendirmelidir. Bu şekilde, karbon salınımının azaltılması ve ekolojik çöküşün durdurulması hedeflenmektedir.

Ancak, bu yaklaşımın, ekonomik kalkınma ve toplumsal refahın artması için hâlâ ekonomik büyümeye ihtiyaç duyulan, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerdeki etkileri

¹ *Degrowth* (İng.), *décroissance* (Fr.) kavramı, Türkçeye “büyümeme”, “küçülme”, “planlı küçülme”, “planlı büyüme” gibi farklı şekillerde tercüme edilmiştir. Bu çalışma boyunca *degrowth*'un karşılığı olarak “büyümeme” kullanılacaktır.

farklılık gösterebilir. Bu ülkelerde enerji ve kaynak kullanımına getirilen kısıtlamalar, ekonomik ve toplumsal krizlere yol açabilecek bir daralmaya neden olabileceği için daha dikkatli değerlendirilmelidir. Büyümeme, bu ülkelerde ekonomik daralmayı değil, ekonomileri daha sürdürülebilir hale getirme ve ekolojik hedeflere ulaşma stratejisi olarak görülmelidir (Hickel vd., 2022).

2.1 Büyümeme görüşünün kökleri: İlk görüşler ve 1970'ler

Büyümeme görüşünün kökleri on dokuzuncu yüzyıl ütopyik sosyalizm görüşlerine kadar dayandırılabilir. Ancak “*degrowth*” (Fransızca: *décroissance*) kavramını ilk kullanan, Fransız felsefeci ve gazeteci Andre Gorz olmuştur. Gorz, büyümeme tartışmalarının merkezinde yer alan şu soruyu sormuştur: “Maddi üretimin büyümemesinin -hatta azalmasının- gerekli bir koşul olduğu dünyanın dengesi, kapitalist sistemin hayatta kalmasıyla uyumlu mudur?” (Gorz, 1972). Gorz’un çalışmaları, ekolojik iktisadın öncüsü kabul edilen Nicolae Georgescu-Roegen’in fikirlerinden büyük ölçüde etkilenmiştir. Georgescu-Roegen, 1971’de “Entropi Yasası ve Ekonomik Süreç” adlı eserinde ekonomik büyümenin doğal sınırları olduğunu ve bu sınırların, kaynakların kıtlığı ve enerjinin geri döndürülemez şekilde tükenmesi ile belirlendiğini savunmuştur. Büyümeme kavramının öncül fikirlerini ileri süren bir diğer önemli çalışma ise *The Club of Rome* adlı düşünce kuruluşunun yayınladığı “Büyümenin Sınırları” raporudur (Meadows vd. 1972). Bu raporun öngörülleri hâlâ sosyal bilimciler tarafından tartışılmakta olup, büyümeme düşüncesinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır.

2.2 Büyümemenin yeniden gündeme gelmesi

Çevreci görüşlerin yükseldiği ve iklim değişikliği ile kaynak tükenmesi endişelerinin arttığı 1970'lerde *degrowth-décroissance* terimleri akademik tartışmalarda önemli bir yer edinmiş olsa da 1980'lerden itibaren etkisi görece olarak azalmıştır. Ancak, 2002'de Fransa'da *Silence* dergisinin yayınladığı “*décroissance*” özel sayısı, Fransızca konuşulan dünyadaki akademik çevrelerde, siyasi partilerde ve toplumsal hareketlerde büyük ilgi görmüş ve kısa sürede kıta Avrupası'nda ve ardından tüm dünyada büyümemeye dayalı bir ekonomiye geçişin nasıl olabileceği ve potansiyel faydaları üzerine devam eden tartışmaları tetiklemiştir.

Farklı ülkelerdeki çeşitli disiplinlerden gelen akademisyenler ve aktivistlerin büyümeme fikirlerine artan ilgisi, bu konuda yapılan akademik metinlerin ve araştırmaların artmasına neden olmuştur. Bu durum, çok disiplinli bir akademik paradigmanın gelişmesine yol açmış ve konunun teorik temellerinin ve toplum üzerindeki potansiyel etkisinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır. D'Alisa vd. (2017) tarafından belirtildiği üzere, *Silence* dergisinin özel sayısı günümüz büyümeme tartışmalarını yeni bir boyuta taşımış ve 1970'lerdeki tartışmaların odak noktası olan kaynakların sınırlılığı konusundan ziyade, tartışmaların ağırlığını "sürdürülebilir kalkınma" kavramına yönlendirmiştir.

2008'den başlayarak iki yılda bir düzenlenen uluslararası “degrowth” konferansları, kavram etrafındaki tartışmaları daha somut hâle getirmiş ve bu tarihten sonra büyümeme üzerine peş peşe yeni kitaplar, makaleler ve özel sayılar yayınlanmıştır. Bu süreç içinde de farklı büyümeme akımları ortaya çıkmıştır. Hareketin bu heterojen yapısı, farklı bakış açılarının ve yaklaşımların dâhil edilmesine olanak sağlarken, aynı zamanda büyümeme perspektifinden gelen yanıtların çevresel, toplumsal ve ekonomik sorunlara yeterince güçlü olmamasına yol açabilmektedir. Bu durum, bir yandan hareketin esnekliğini ve kapsayıcılığını artırırken, bazı durumlarda da derinlemesine çözümler sunmada zorluklar yaşamasına neden olabilmektedir.

2.3 Farklı büyümeme akımları

Sadece mevcut durumun eleştirisini içermekle kalmayıp, aynı zamanda daha iyi bir gelecek için bir plan da sunmayı amaçlayan büyümeme görüşü, toplumun nasıl dönüşebileceğine dair farklı bakış açılarından oluşan bir spektruma sahiptir. Schmelzer vd. (2022)'ye göre büyümeme; kurum odaklı, yeterlilik odaklı, ortaklaşa ekonomi ya da alternatif ekonomi, feminist ve son olarak post-kapitalist ve küreselleşme karşıtı olmak üzere beş farklı akımdan oluşmaktadır.

Kurum odaklı akım, büyümeye dayalı kurumlardan uzaklaşarak politik reformlarla yeşil-liberal bir toplum yaratmayı hedefler. Schmelzer vd. (2022), bu akımı yönetim konularında temsil edilme olasılığı en yüksek büyümeme akımı olarak tanımlar (s.181).

Yeterlilik odaklı akım ise yerel, ticari olmayan ekonomilere ve gönüllü olarak sade yaşamı seçmiş topluluklara odaklanarak, kaynak tüketimini azaltmayı ve geçim ekonomilerini teşvik etmeyi amaçlar (s.183).

Ortaklaşa ekonomi veya alternatif ekonomi akımı, "alternatif altyapıların inşası, dayanışma esasına dayalı kooperatifler ve sermayesiz kolektif üretim ve geçim biçimleri" üzerine odaklanır (s.185-186).

Feminist akım “toplumun ve genel olarak yaşamın temelini oluşturan üreme faaliyetlerini ve bakımı-ekonominin ve ekonomik düşüncenin merkezine koymayı ve üretim ile üreme arasındaki ayrımı aşmayı amaçlar” (s.188). Bu akım, çalışma sürelerinin kayda değer bir şekilde azaltılmasını, bakım faaliyetlerinin dağılımının yeniden yapılmasını ve ataerkil düzenin sona erdirilmesini hedefler (Dengler ve Lang, 2022).

Son olarak, *post-kapitalist ve küreselleşme karşıtı akım*, piyasaların egemenliğini ortadan kaldırmayı, ekonominin ana sektörlerini kamusallaştırmayı, hâkimiyet ilişkilerini azaltmayı, işçi kontrolündeki işletmeleri, sosyal konutları ve evrensel temel gelir düzenlemelerini destekleyerek amaçlar.

3. Büyümemenin teorik çerçevesi

Büyümeme konusunun teorik temelleri özellikle 2000’li yıllarda atılmaya başlanmıştır ve bu temeller üzerinde yükselen tartışmalar günümüzde giderek derinleşmektedir. Büyümemenin temel ilkelerini tanımlayan farklı çalışmalar bulunmakla birlikte, son yıllarda literatürde en çok ses getiren ve büyümeme fikrinin popüler kültürde de yer almasını sağlayan araştırmacılardan biri Giorgos Kallis’tir. Kallis, 2017 tarihli çalışmasında ekonomiyle ilgili karakteristik fikirleri özetleyen altı "temel ilke" tanımlar. Kallis’in bu kategorizasyonu önemlidir; zira mevcut iktisadi düzeni eleştiren büyümemenin ilkelerini tanımlamadan önce “ekonomi” kavramının iyi anlaşılması gerekmektedir.

3.1 Ekonomi nedir?

a. *Ekonomi bir yapıdır* (Latouche, 2005):

Latouche’a göre "ekonomi" kavramı, doğal olarak var olan bir sistem değil, insan tarafından yaratılmış bir yapıdır. Bu bakış açısı, ekonominin sabit veya değişmez bir varlık olmadığını, insan düşüncesi, tasarımı ve örgütlenmesinin bir ürünü olduğunu öne sürer. Ekonomi; kaynakları, üretimi, dağıtımını ve tüketimi yönetmek için toplumlar tarafından geliştirilen bir çerçevedir.

Ekonomiyi bir “icat” olarak görmek, yapısının, kurallarının ve işleyişinin önceden belirlenmiş veya doğal olarak var olan bir şey olmadığını; insan kararları, toplumsal ihtiyaçlar ve kültürel bağlamlar tarafından şekillendirildiğini vurgular. Bu bakış açısı, ekonomik sistemlerin eleştirel bir şekilde incelenmesine olanak tanır; insan tercihleri, değerleri ve önceliklerine dayalı olarak alternatif yaklaşımların veya modellerin geliştirilebileceğini, değiştirilebileceğini veya yeniden yapılandırılabilirliğini önerir. Bu da iktisadi sistemleri sorgulamak ve toplumsal hedefler ve değerlerle daha uyumlu şekillerde yeniden hayal etmenin önünü açar.

b. *Ekonomi temelde politiktir* (Polanyi, 2001 [1944]; Castoriadis, 2007):

Ekonomik sistemler temel olarak siyasi güçler, kararlar ve ideolojilerle iç içe geçmiş ve etkilenmiştir. Hem Polanyi hem de Castoriadis, ekonomilerin siyasetten bağımsız veya ayrı olmadığını vurgular; bunun yerine, derinlemesine siyasi yapıların ve karar alma süreçlerinin içinde gömülü olduklarını belirtirler.

Polanyi (2001 [1944]), “Büyük Dönüşüm” adlı eserinde ekonomik faaliyetlerin, piyasaların ve ticaretin izole bir şekilde var olmadığını, aksine toplumsal ve siyasi sistemlerle karmaşık bir şekilde bağlantılı olduğunu savunmuş, piyasaların ve ekonomik faaliyetlerin siyasi kurumlar ve politikalar tarafından şekillendirildiğini, düzenlendiğini ve hatta inşa edildiğini vurgulamıştır. Castoriadis (2007) de benzer şekilde, ekonomik yapıların ve süreçlerin esasen siyasi olduğu fikrini vurgulamıştır. Yazar, ekonomik düzenlemelerin yalnızca piyasa güçleri veya doğal yasalar tarafından belirlenmediğini;

insanların seçimlerinin, toplumsal değerlerin ve siyasi kararların bir ürünü olduğunu ileri sürmüş ve ekonomilerin işleyişi ve evriminin, toplumların içindeki ideolojilere, güç dinamiklerine ve yönetim yapılarına derinlemesine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Genel olarak, bu bakış açısı, ekonomik ve siyasi alanların ayrılmaz olduğunu vurgular; ekonomik sistemlerin nötr veya yalnızca işlevsel varlıklar olmadığını, bunun yerine siyasi ideolojiler, politikalar ve toplumsal değerler tarafından şekillendirildiğini ve etkilendiğini gösterir.

c. *Ekonomi materyal temellidir* (Georgescu-Roegen, 1971)

Ekonominin işleyişi ve varoluşu temel olarak somut ve fiziksel kaynaklara dayanır. Georgescu-Roegen'in çalışmasında ifade ettiği perspektif, ekonomik faaliyetlerin, üretim süreçlerinin ve zenginlik yaratımının; hammadde, enerji ve doğal girdiler gibi materyal kaynakların mevcudiyeti ve doğası tarafından belirlendiğini ve sınırlı olduğunu ifade eder. Dolayısıyla, materyal kaynakların sınırlı doğası ve potansiyel sınırlamaları ekonominin sürekli genişleyememesine yol açacaktır.

Bu bakış açısı, ekonomik çerçevelerde sürdürülebilirlik ve kaynak yönetiminin önemini vurgular ve ekonomi politikalarının şekillenmesinde, ekolojik sınırlamaların dikkate alınmasının gerekliliğini vurgular.

d. *Ekonomi çeşitlilik gösterir* (Gibson-Graham, 2006)

Ekonomi, tek ve monolitik bir varlık değil, tam tersine çeşitli ve farklı unsurlardan oluşan karmaşık bir sistemdir. Gibson-Graham'ın ifade ettiği bu perspektif, ekonomilerin genellikle homojen bir bütün olarak görüldüğünde çeşitli faaliyetlerin, yapıların ve ilişkilerin göz ardı edildiğini anlatmaktadır.

Ekonomideki “çeşitlilik” kavramı, bir toplum içinde bir arada var olan çok çeşitli ekonomik faaliyetleri, uygulamaları ve örgütlenme biçimlerini vurgular ve resmi piyasa yapılarının yanı sıra -veya onlardan bağımsız olarak- kayıt dışı sektörler, kooperatifler, sosyal girişimler ve alternatif ekonomik modeller gibi çeşitli ekonomik aktörlerin varlığını kabul eder. Bu bakış açısı, ekonomilerin yalnızca ana akım, piyasa odaklı faaliyetlerle tanımlanmadığını, aynı zamanda geleneksel ekonomik modellere uymayan bir dizi ekonomik ilişkiyi ve aktörleri de içerdiğini vurgular.

e. *Temel ekonomik sorun kıtlık değil, artık üzerinedir* (Bataille, 1988)

Bataille'in çalışmasında belirttiği perspektif, ekonomide kıtlığın temel bir fikir olmasına karşın, asıl önemli olanın temel ihtiyaçların ötesindeki fazla veya artık olduğunu ifade eder. Bataille, toplumların genellikle kıtlıkla mücadeleleyi önceliklendirdiğini, temel ihtiyaçları karşılamayı ve eksiklikleri gidermeyi amaçladıklarını; ancak, temel ihtiyaçları karşıladıktan sonra kalan artığın ekonomik dinamikleri anlamak açısından eşit derecede önemli olduğunu öne sürer ve toplumların fazla kaynakları, enerjiyi veya serveti nasıl işlediğinin, davranışlarının, kültürel ifadelerini ve toplumsal yapılarını önemli ölçüde şekillendirdiğini iddia eder.

Bu bakış açısı, iktisadi düşüncenin, artığın önemini vurgulayarak yeniden değerlendirilmesi gerektiğini söyler. Zira artık kaynakların yönetimi, dağıtımı ve kullanımı, ekonomik sistemlerin ve toplumsal dinamiklerin şekillendirilmesinde kilit bir rol oynar.

f. *Ekonomik değişim, birlikte evrim sürecidir* (Kallis ve Norgaard, 2010)

Bu kavram, ekonomik değişimin, çeşitli bağlantılı sistemlerin eşzamanlı evrimi tarafından karmaşık bir şekilde şekillendirildiğini ifade eder. Kallis ve Norgaard'ın çalışması, ekonomik sistemlerin; toplumsal, çevresel, teknolojik ve kurumsal sistemlerle birlikte evrildiğini anlatır. Bu birlikte evrim sürecinde, ekonomik dinamikler daha geniş çevresel değişimlerle iç içe geçmiş ve etkilenmiştir. Toplumsal değerler, teknolojik ilerlemeler, çevresel koşullar ve kurumsal yapılar, ekonomik davranışları, politikaları ve yapıları şekillendirmede önemli roller oynamaktadır.

Kısacası, ekonomik evrim, doğrusal veya bağımsız bir süreç değil, farklı sistemler arasındaki etkileşimler ve geri bildirim döngüleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu bakış açısı, ekonomik ilerlemenin ve dönüşümlerin yalnızca içsel ekonomik mekanizmalar tarafından değil, dış faktörlerle de derinlemesine ilişkili olduğunu vurgular ve ekonomik gelişmeyi analiz ederken çeşitli sistemler arasındaki bağımlılıkları göz önünde bulundurma gerekliliğini vurgular.

3.2 Büyümemenin ilkeleri

Ekonominin ne olduğuna ilişkin bu altı temel görüş, Kallis'e göre büyümeme görüşünün ontolojisini oluşturur. Bu ilkelere dayanarak Kallis (2018: 118-23), büyümeme odaklı bir toplumda ekonomik yaşamı şekillendirmesi gereken dokuz normatif ilkeyi önerir.

3.2.1. Sömürünün ortadan kaldırılması: Eşitlikçi, sınıfsız bir toplum için çaba

Kallis (2018), büyümemenin ilkesel olarak, birçok toplumsal yapıda var olan doğal eşitsizlikleri ve güç dengesizliklerini ele almaya yönelik olduğunu belirtir. Büyümemeye dayalı toplum, her bireyin kaynaklara, fırsatlara ve karar alma süreçlerine eşit erişimine olanak tanıyan daha eşitlikçi ve sınıfsız bir toplumun kurulmasını amaçlar. Odak noktası, bazı grupların veya bireylerin diğerlerinin aleyhine orantısız bir şekilde faydalandığı sistemleri veya mekanizmaları ortadan kaldırmak veya dönüştürmektir. Bu dönüşüm, eğitim, sağlık hizmetleri veya emek piyasaları gibi sosyo-ekonomik eşitsizlikleri sürdüren hiyerarşik yapıları sorgulamayı ve dönüştürmeyi içerir.

Benzer şekilde, McNally (1993: 155), sömürüyü ve sınıf eşitsizliğini ortadan kaldırmak için ekonomik sistemin temel bir yeniden yapılandırılmasını önerir ve emek piyasasının varlığının, sınıf ayrımlarını zorunlu olarak devam ettirdiğini, dolayısıyla sömürüyü ve sınıf eşitsizliğini gerçekten ortadan kaldırmak için emek piyasasının kendisinin ortadan kaldırılması gerektiğini öne sürer.

Büyümeme toplumunun eşitlikçi ve sınıfsız bir toplumsal yapı arayışı ilkesi; güç dinamiklerini yeniden yapılandırmayı, kaynakları daha adil bir şekilde yeniden dağıtmayı ve katılım ve karar alma için kapsayıcı mekanizmalar oluşturmayı içerir. Böylece, servet ve fırsat eşitsizliklerinin en aza indirildiği, daha adil ve doğru bir toplumsal düzenin hedeflendiği bir yapıya doğru ilerlenir.

3.2.2. Doğrudan demokrasi

Büyümemenin bu ilkesi, doğrudan demokrasiyi toplumsal düzenin temel bir bileşeni olarak desteklemeyi vurgular. Doğrudan demokrasi fikri, vatandaşların karar alma süreçlerine doğrudan katılımını öngörür; böylece, kendi hayatlarını etkileyen politikaların tartışılmasına, düşünülmesine ve oluşturulmasına doğrudan katılabilirler. Doğrudan demokrasi, toplumun farklı katmanlarında kurulacak olan meclis veya forumlar yoluyla işler ve bu meclisler, üretim ve yönetim alanlarındaki karar alma süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olarak işlev görür.

Doğrudan demokrasinin hem üretim hem de yönetim süreçlerine entegre edilmesiyle, daha katılımcı bir yönetim ve ekonomik düzen amaçlanır. Bireylere karar alma sürecine aktif olarak katkıda bulunabilecekleri bir platform sağlanarak, toplumdaki farklı ihtiyaç ve bakış açılarını yansıtan daha kapsayıcı ve demokratik bir çerçevenin oluşturulması hedeflenir (Asara vd., 2013)

3.2.3. Üretimin yerelleştirilmesi

Üretimin yerelleştirilmesi ilkesi, büyümeme hareketinin önemli bir unsuru olup, üretim yöntemlerinde daha yerel odaklı bir geçişi vurgular. Bu yaklaşım, küresel tedarik zincirlerine olan bağımlılığı ve bu bağımlılığın çevresel etkilerini azaltmayı, aynı zamanda toplumun dayanıklılığını ve özerkliğini artırmayı amaçlar.

Bu ilkeye göre, yerel üretim, kendi kendine yeterlilik sağlayarak daha kısa üretim-ticaret-tüketim döngüleri oluşturur ve böylece kaynak kullanımını azaltırken toplumun dayanıklılığını artırır. Bu sayede, uzun mesafeli taşımacılıktan kaynaklanan çevresel etkileri ve büyük ölçekli küresel üretim zincirlerinin aşırı kaynak tüketimini azaltmanın potansiyel faydalarına vurgu yapar. Ayrıca, yerelleştirilmiş üretim, üreticilerle tüketiciler arasında daha yakın bağlantılar kurarak üretim sürecinde şeffaflığı, hesap verebilirliği ve topluluk katılımını teşvik eder. Genel olarak, bu ilke daha sürdürülebilir ve birbirine bağlı yerel ekonomiler oluşturmayı hedefler ve verimliliği, toplumun refahını ve çevresel korumayı öncelikler haline getirir (Latouche, 2009).

3.2.4. Paylaşım ve ortak kaynakların geri kazanılması

Bu ilke, toplumun refahı için hayati öneme sahip kaynakları, ürünleri ve altyapıları geri kazanma ve ortaklaşa yönetme kavramını vurgular. Toplumun ya da insanların özel mülkiyetine tabi olmadan, bir topluluk veya toplum tarafından kolektif olarak sahip olunan ve yönetilen kaynakları ifade eden “ortaklar” (*commons*) kavramını öne çıkartır (Fournier, 2013; Euler, 2018; Perkins, 2019).

“Ortaklar”ı paylaşma ve geri kazanma fikri, özellikle sağlık, eğitim, su ve enerji gibi sektörlerde öne çıkar ve bu kritik kaynakların özelleştirilmesi veya özel mülkiyet kontrolü altında olması yerine; toplumsal varlıklar olarak görüldüğü ve kolektif olarak yönetildiği bir sistem hayal eder.

3.2.5. İlişkisel malların sağlanması

Bu ilke, kolektif tartışmaların, kamusal politikaların ve paylaşılan kaynakların, yalnızca maddi veya ekonomik yönlerle sınırlı kalmaksızın ilişkileri teşvik etmeye ve geliştirmeye yönlendirilmesini vurgular ve “ilişkisel mallar” (*relational goods*) kavramını öne çıkarır (Becchetti vd., 2008; Donati, 2019).

İlişkisel mallar, geleneksel zenginlik ölçütlerinin aksine, odak noktasını bireysel tüketimden toplumsal refaha yönlendirir. Gerçek mutluluğun sadece sahip olunan şeylerden değil, ilişkilerden ve toplumsal bağlardan geldiğini savunur. İlişkisel bir ekonomide, malların değeri yalnızca piyasa değerine dayanmaz; bağlantıların, sosyal bağların güçlendirilmesi ve bireylerin ve toplumların zenginleştirilmesiyle ilişkilidir.

Genel olarak, bu ilke, toplumsal politikaların ve kaynak tahsisinin sağlıklı ilişkilerin geliştirilmesi, duygusal refahın teşviki ve toplumsal bağların önceliklendirilmesi yönünde yeniden düzenlenmesi gerekliliğini vurgular.

3.2.6. Artığın “üretken olmayan harcamalara” aktarılması

Büyümeme, ilkesel olarak, sadece ekonomik artığın azaltılmasını değil, bu artığın hangi sektörlere harcanacağını da planlamaktadır. Sürekli ekonomik büyümeyi hedeflemek yerine, büyümeme görüşü azalan bu artığın önemli bir kısmını “üretken olmayan harcamalara” yönlendirmeyi önerir. Bu bağlamda üretken olmayan harcamalar, geleneksel ekonomik büyüme ölçütlerine katkıda bulunmazlar, ancak toplumsal refah veya çevresel sürdürülebilirlik açısından değeri olan faaliyetleri veya yatırımları içerirler.

3.2.7. Bakım işlerinin yeniden değerlendirilmesi

Bu ilke, bakım işlerinin yeniden değerlendirilmesi ve yeniden dağıtılmasına odaklanır. Geleneksel olarak, çocuk bakımı ve beslenmesi gibi işler, ekonomik faaliyetlerden ayrı düşünülmüş ve onlara harcanan emek ve zaman GSYİH içinde dikkate alınmamıştır. Büyümeme görüşü, bakım işlerine toplum içinde daha yüksek bir değer atfedilmesi gerektiğini savunur. Dengler ve Lang (2022) tarafından özetlenen feminist büyümeme yaklaşımında da olduğu gibi, genellikle kadınların üzerine yüklenen bakım sorumluluklarının dağıtılması için toplumsal normların yeniden yapılandırılması hedeflenir. Ayrıca, bakım işlerinin sadece özel alanlara veya bireysel sorumluluklara sıkıştırılmaması gerektiği vurgulanır; bunun yerine mümkün olduğunca bakımın kamu alanına taşınması ve toplumun genelinde paylaşılması gerektiği önerilir.

3.2.8. Çeşitlilik

Bu ilke, kooperatiflerin ve kâr amacı gütmeyen kuruluşların üretimde merkezi bir rol oynadığı çeşitlilik odaklı bir ekonomik yapıyı hedefler. Bu ekonomik yapıda, piyasa odaklı üretimin hâlâ var olacağı ancak günümüz ekonomik sistemlerindeki gibi baskın bir rol oynamayacağı, üretimin çoğunun demokratik bir yapıda yönetilen kooperatifler tarafından gerçekleştirileceği öngörülür. Üretim, sadece kâr motivasyonu ile değil; işbirliği, kolektif karar alma ve kaynakların işçiler ve kullanıcılar arasında eşit şekilde dağıtılmasıyla şekillendirilmiştir. Bu ilke, kâr odaklı yapıların önemini azaltmayı hedefler ve kooperatif yapıların daha kapsayıcı ve demokratik bir yaklaşımı desteklediği bir çerçeve oluşturur (Cunico vd., 2022; Guttman, 2020).

3.2.9. Toprak, emek ve değerın metasızlaştırması (decommodification)

Büyümeme toplumunun Kallis (2018) tarafından kategorize edilen ilkelerinden sonuncusu, “metasızlaştırma” ya da “ticarileştirilmesinin geri alınması” (*decommodification*) hayatın çeşitli alanlarının ekonomik değerlendirme ve piyasalaştırılmasını azaltma ihtiyacını vurgular. Özellikle toprak, emek ve değer gibi temel unsurların metalaşmadan uzaklaşmasını önerir. Örneğin Stuart vd. (2019), karbon piyasalarının metasızlaştırması konusunu tartışmakta ve büyümemenin iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir araç olabileceğini öne sürmektedir. Bu ilke, yaşam alanlarının sadece piyasa mantığı, kar arayışı veya mal olarak görülmesine karşı alternatif bir yaklaşım önerir.

4. Büyümeme yaklaşımına eleştiriler

Büyümeme görüşünün gerçek hayatta uygulanabilirliği çok fazla tartışma konusudur. Yaklaşımı eleştiren pek çok araştırmacı, mevcut ekonomik ve siyasi sistemler göz önüne alındığında, büyümeme toplumuna geçişin gerçekçi olmayacağını, toplumsal yapılarında, istihdam modellerinde ve tüketici davranışlarında kökten değişiklikler gerektireceğini ve bunun pratikte başarılmasının mümkün olmadığını savunmaktadırlar. Hatta Stanford Üniversitesi'nden bir akademisyen, sosyal medya hesabında şu sözleri dile getirmiştir: “Büyümeme, gelişmiş ülkelerdeki, küresel gelir dağılımının sol kuyruğundaki milyarlarca insanın tek umudu olan büyümeden habersiz bir şekilde kapıyı arkalarından çarpan şımarık çocuklar tarafından hayal edilen, son derece burjuva bir ideolojidir.” (Lustig, 2023).

Büyümemeye gelen eleştiriler, genellikle bu yaklaşımın uygulanabilir olmadığını ve dünyanın somut siyasi ve ekonomik kısıtlamalarını göz ardı ettiğini vurgular. Ayrıca, büyümeme görüşünün vurguladığı zorluklara yönelik spesifik politika önerileri veya çözüm yolları sunmakta başarısız olduğunu iddia ederler. Avustralyalı liberal düşünce kuruluşu Centre for Independent Studies (CIS), büyümeme hakkında yayınladığı çalışmada, büyümeme uygulamasının otoriter önlemler gerektireceğini öne

sürmekte, spekülâtif olduğu, varsayımlarının kanıttan yoksun olduğu ve verimli kaynak kullanımında piyasanın rolünü göz ardı ettiği iddialarıyla büyümeme düşüncesini eleştirmektedir (Tunny, 2023). Çalışma ayrıca, büyümemenin teknolojik gelişmelerin etkisini göz ardı ettiği, dünyanın karşı karşıya olduğu tehditlere uygulanabilir çözümler sunmayan kötümser düşüncenin bir örneği olarak görmektedir (Tunny, 2023). Bazı görüşler de büyümemenin moderniteye ve bilimsel ilerlemeye karşı olduğunu iddia etmekte ve onu romantik ve nostaljik bir kavram olarak nitelendirmektedir.

Bu bakış açısı, ekonomik büyümenin azalmasının teknolojik ilerlemeyi engelleyebileceğini, iklim değişikliği ve yoksulluk gibi acil küresel sorunlara çözüm bulmada sınırlamalar getirebileceğini iddia eder. Eleştirmenler, bu karmaşık konuları ele alan araştırma çabalarını finanse etmek için sürdürülebilir ekonomik büyümenin gerekliliğini vurgularlar. Ayrıca, eleştirmenler büyümemenin istihdam ve geçim üzerindeki etkisinden endişelerini dile getirirler. Özellikle büyüme odaklı endüstrilerde ciddi bir ekonomik faaliyet azalması iş kayıplarına ve ekonomik istikrarsızlığa yol açabileceği, bunun da sosyal eşitsizlikleri artırıp savunmasız topluluklar için mali zorluklar yaratabileceği öne sürülmektedir.

Benzer bir şekilde, Naude (2023), büyümeme hareketinin sadece kısa vadeye odaklandığını vurgulayarak, bunun insan uygarlığının nispeten genç yaşı ve gelecekteki büyük büyüme potansiyeli ile tezat oluşturduğunu, bunun yerine insanlığın uzun vadede hayatta kalmasını ve potansiyel refahını artırabilmesi için teknolojik gelişmeye dayalı bir yaklaşımın öne çıkarılması gerektiğini savunmaktadır.

Milanovic (2017), gelirin yeniden dağıtılması konusundaki büyümeme prensiplerinin pratikte zorluklarını belirtirken, bu tür bir gelir eşitliğine siyasi açıdan ulaşmanın zor olduğunu ifade etmektedir. Milanovic, bu kadar radikal bir yol yerine, emisyon yoğun malları vergilendirmek, çevresel kaygıları ele almak ve yeni teknolojilerden yararlanmak gibi alternatif stratejiler önerir.

Büyümeme yaklaşımı, kaynak kıtlığı ile mücadele kapasitesini ve dünya nüfusunun artan ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini sorgulayan eleştirilerle de karşı karşıyadır. Tüketimi azaltma vurgusu, özellikle az gelişmiş bölgelerde gıda, su ve enerji gibi temel kaynaklara erişimi yetersiz bırakabilir. Aynı zamanda, ekonomik üretimde bilinçli bir azalma, büyümeye dayalı sektörlerde iş kayıplarına ve hane gelirlerinde düşüşlere yol açabilir. Bu durum, eşitsizlikleri artırabilir ve sosyal adalet ve refah hedeflerine ters düşebilir.

Büyümeme görüşü, bazı Marksist iktisatçı ve siyaset bilimciler tarafından da ekonomideki sınıf mücadelesini göz ardı ettiği iddiasıyla eleştirilmektedir. Bu eleştiriler, ekonomik büyümenin azalmasının kamusal katılımı azaltabileceğini ve emekçilerin siyasi etkisini zayıflatabileceğini öne sürerler. Parrique (2019: 425)'e göre büyümeme görüşüne getirilen Marksist eleştiriler dört ana noktadan oluşur: i) Odak noktasının sapması (sermaye yerine ekonomik büyüme); ii) sınıf mücadelesinin dikkate alınmaması; iii) büyümemenin alternatif bir toplum oluşturma konusundaki eksikliği ve

iv) işçi-kapitalist güç dinamiklerini göz ardı etmesi. Örneğin, büyümeme yaklaşımını yeterli bir emperyalizm teorisinden yoksun olmakla ve en zengin uluslarla en yoksulları birbirinden ayıran büyük eşitsizlik uçurumunu ele almamakla eleştiren Foster (2011), ekonomik büyümenin ekolojik bozulmayı tetiklediğini kabul etmekte, ancak yalnızca büyüme merkezli bir toplumu tersine çevirmeye odaklanmanın tarihsel bağlamı gözden kaçırdığını ve sosyal bilimi göz ardı ettiğini vurgulamaktadır. Foster, (2011: 32) büyümeme görüşünün, ekolojik anlamda ne kadar değerli olursa olsun, ancak sermaye birikiminin eleştirisinin ve sürdürülebilir, eşitlikçi, komünal bir düzene geçişin bir parçası olduğunda gerçek bir anlam kazanabileceğini ifade etmiştir.

Kısacası, büyümemeye yönelik eleştiriler, genel olarak, siyasi ve ekonomik bir proje olarak büyümeme görüşünün uygulanabilirliği ve arzu edilebilirliğine ilişkin farklı ideolojik ve pratik kaygıları yansıtmaktadır. Neoliberal eleştiriler, büyümemenin ekonomik ilerlemeyi engelleyebileceğini, büyümenin azalmasıyla ortaya çıkan iş kayıplarının sosyal refahı azaltabileceğini söyleyerek küresel kapitalist sistem içinde büyümeme politikalarının uygulanabilirliğini sorgulamaktadır. Marksist eleştiriler ise, büyümemenin büyüme odaklı kapitalist çerçevenin eleştirisine rağmen, sömürü ve eşitsizliğin yapısal köklerini yeterince ele almadığını, toplumsal ilişkilerin kapsamlı bir yeniden yapılanmasının olmaması durumunda, yalnızca büyümeyi azaltmaya odaklanmanın altta yatan sistemsel sorunları çözmede başarısız olabileceğini öne sürmektedirler. Ayrıca, büyümemenin yoksulluğun ortadan kaldırılması ve iklim değişikliği gibi acil küresel sorunları nasıl etkili bir şekilde ele alabileceği konusunda endişeler mevcuttur. Tüm bu eleştiriler, büyümeme paradigmasının karmaşıklığını ve çok yönlü zorluklarını vurgulayarak hem ekonomik hem de toplumsal dönüşümlerin ele alınması için daha ayrıntılı ve kapsamlı yaklaşımlara ihtiyacı olduğunu ortaya koymaktadır.

5. Büyümeme ekonomisine ilişkin vaka örnekleri

Büyümenin azaltılması odaklı bir ekonomiye geçiş, ekonomik ve toplumsal sistemlerin kapsamlı bir şekilde yeniden yapılandırılmasını gerektirecektir. Yukarıda sayılan büyümeme ilkelerinin uygulanmasının çok yönlü bir yaklaşım içerdiği barizdir. Bu nedenle, dünyanın farklı bölgelerinden tarihsel ve güncel örnekler, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için büyümeme stratejilerinin nasıl uygulanabileceğine ilişkin bazı ipuçları verebilir. Kuşkusuz, bu örneklerin tamamına yakını küçük ölçeklidir ve kendiliğinden ortaya çıkmıştır, yani kuruluş aşamasında bir büyümeme toplumu uygulaması olma amacı taşımamakta, ancak tamamen ya da kısmen büyümeme ilkeleri ile uyumlu bir şekilde işlemektedirler.

Örneğin Cattaneo ve Gavalda (2010), Barselona'nın Collserola tepelerinde yarı otonom, küçük ölçekli, kolektif ekonomik sistemleri ve kırsal-kentsel ("*rurban*") olarak adlandırdığı yapıları büyümemeye yönelik pratik uygulamalar olarak tanımlamıştır.

Benzer bir şekilde Costa (2015), İsveç-Kalmar'daki “*ekoköy*”leri incelediği çalışmasında, *ekoköy*lerin büyümeme vizyonuyla uyumlu olduğunu ortaya koymakta ve bu *ekoköy* uygulamalarının insan ve çevre refahını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Bu *ekoköy*ler, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanarak, sürdürülebilir tarım uygulayarak ve döngüsel bir ekonomiyi teşvik ederek çevresel etkiyi en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır ve orada yaşayanlar güçlü bir topluluk ve karşılıklı destek duygusu içinde daha basit ve daha sürdürülebilir bir yaşam tarzı yaşamaya teşvik edilmektedirler.

Collserola ve Kalmar'dan daha büyük ölçekli bir örnek olarak, ekonomik kriz ve iflas sonrası dönüşen Detroit gösterilebilir. Schindler (2016), Detroit'in 2013 yılındaki iflasının ardından, ekonomik büyümeye öncelik veren “büyüme makinesi” politikalarına odaklanan bir siyasi ortamdan, büyümeme kavramı ile uyumlu bir politika benimsemeye doğru evrimini özetler. Schindler (2016)'e göre kentin iflası bir katalizör görevi görmüş, önceliklerin yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmış, ekonomik çeşitliliğin önemini vurgulamış ve yenilikçi arazi kullanım uygulamalarını teşvik etmiştir. Schindler'in analizi, Detroit'in mali krizinin, büyüme merkezli bir yaklaşımdan sürdürülebilirlik ve dengeli kentsel gelişim ilkelerini benimseyen bir yaklaşıma geçerek politikaların yeniden tasarlanmasına nasıl yol açabileceğinin altını çizmektedir.

Bu ve buna benzer örneklerin incelenmesi, büyümeme ilkelerinin uygulanabilirliği ve hem toplum hem de çevre için potansiyel faydaları hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Ancak büyümemeye yönelik girişimlerinin uygulanmasının çok sayıda zorluk ve engelle birlikte geldiğini belirtmek önemlidir.

6. Sonuç yerine

“Büyümeme” kavramı, özellikle son yirmi yılda iklim değişikliği kaynaklı ekonomik ve sosyal sorunların artması ve buna bağlı olarak mevcut iktisadi düzenin sürdürülebilirliğinin sorgulanır hale gelmesiyle siyasi ve akademik tartışmalarda öne çıkan bir tema haline gelmiştir. Bu çalışma, büyümemenin tanımını, tarihsel kökenlerini, farklı bakış açılarını, teorik dayanaklarını, eleştirilerini ve ilgili vaka çalışmalarını içeren bir inceleme sunmayı amaçlamaktadır.

Büyümeme görüşünün teorik temelleri ve ilkeleri, geleneksel büyüme ve ekonomik kalkınma kavramlarını eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmemize olanak tanımaktadır. Bu kavram, farklı iktisadi görüşlerden gelen yoğun eleştirilere rağmen, hâkim büyüme odaklı paradigmanın alternatifi olarak ilgi görmeye başlamıştır. Büyümemeyi çevreleyen farklı bakış açılarının incelenmesi ve bu söylemin çeşitliliğinin ortaya çıkartılması, makro iktisat ve büyüme iktisadı disiplinlerinde zengin ve dinamik bir çalışma alanı oluşturulmasına olanak tanıyacaktır.

Büyümeme kavramına yöneltilen eleştiriler, uygulanabilir olmadığı iddiasından sosyal sonuçlarına ilişkin endişelere kadar, liberallerden Marksist iktisatçılara uzanan geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır ve bu eleştiriler böyle bir paradigma değişikliğinin karmaşıklığını, hatta olanaksızlığını vurgular. Ancak, çevresel zorluklar ve yaklaşan ekolojik çöküş, büyümeme gibi alternatif modellerin dikkate alınmasını gerektirir. Kontrolsüz ekonomik büyümenin çevre üzerindeki olumsuz etkilerine ilişkin akademik literatür ve siyasi söylemler giderek artarken, büyümeme, kayda değer bir bakış açısı olarak ön plana çıkmaktadır.

Sonuç olarak, büyümeme görüşü, iddialı, idealist, hatta ütöpik bir vizyon olarak algılansa da akademik çevrelerdeki yankısı, mevcut kalkınma modellerinin yeniden değerlendirilmesi gerekliliğinin giderek daha fazla kabul gördüğünü göstermektedir. Şüphesiz ki, karşı karşıya kaldığımız büyük ekolojik sorunlar, alternatif paradigmalara kapsamlı bir şekilde incelenmesini gerektirir ve büyümeme kavramı, bu söylem çerçevesinde önemli bir bakış açısı olarak ortaya çıkmaktadır. Büyümeme üzerine akademik tartışmalar devam ederken, bu kavramın sadece teorik bir spekülasyon olmanın ötesine geçerek, sürdürülebilirlik anlayışımızı ve sosyoekonomik sistemlerin gelecekteki yörüngesini şekillendiren giderek daha etkili bir güç haline geldiği açıkça görülmektedir.

Kaynakça

- Asara, V., Profumi, E., & Kallis, G. (2013). Degrowth, democracy and autonomy. *Environmental Values*, 22(2), 217-239.
- Bataille, G. (1988). *The accursed share: An essay on general economy*, Zone Books
- Becchetti, L., Pelloni, A., & Rossetti, F. (2008). Relational goods, sociability, and happiness. *Kyklos*, 61(3), 343-363.
- Castoriadis, C. (2007). The "Rationality" of Capitalism. *Figures of the thinkable*. Stanford University Press içinde.
- Cattaneo, C., & Gavalda, M. (2010). The experience of rurban squats in Collserola, Barcelona: what kind of degrowth?. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), 581-589.
- Costa, S. (2015). Practical approach towards degrowth transition: a case study of an emerging ecovillage in Kalmar, Sweden. *Master thesis series in environmental studies and sustainability science*.
- Cunico, G., Deuten, S., & Huang, I. C. (2022). Understanding the organisational dynamics and ethos of local degrowth cooperatives. *Climate Action*, 1(1), 11.
- D'Alisa, G., Demaria, F., & Kallis, G. (Eds.). (2014). *Degrowth: A vocabulary for a new era*. Routledge.
- Demaria, F., Schneider, F., Sekulova, F., & Martinez-Alier, J. (2013). What is degrowth? From an activist slogan to a social movement. *Environmental Values*, 22(2), 191-215.
- Dengler, C., & Lang, M. (2022). Commoning care: Feminist degrowth visions for a socio-ecological transformation. *Feminist Economics*, 28(1), 1-28.
- Donati, P. (2019). Discovering the relational goods: their nature, genesis and effects. *International Review of Sociology*, 29(2), 238-259.
- Euler, J. (2018). Conceptualizing the commons: Moving beyond the goods-based definition by introducing the social practices of commoning as vital determinant. *Ecological Economics*, 143, 10-16.
- Foster, J. B. (2011). Capitalism and degrowth- An impossibility theorem. *Monthly Review*, 62(8), 26.
- Fournier, V. (2013). Commoning: on the social organisation of the commons. *Management*, 16(4), 433-453.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
- Gibson-Graham, J. K. (2006). *The end of capitalism (as we knew it): A feminist critique of political economy*. University of Minnesota Press.
- Gorz, A. (1972). La Décroissance. In Proceedings of the public debate on 'Ecologie et Révolution' organized by the Club du Nouvel Observateur. *Nouvel Observateur*, 397(19).

- Guttman, A. (2021). Commons and cooperatives: A new governance of collective action. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 92(1), 33-53.
- Hickel, J., Kallis, G., Jackson, T., O'Neill, D. W., Schor, J. B., Steinberger, J. K., Victor, P. A., & Ürge-Vorsatz, D. (2022). Degrowth can work — here's how science can help. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-04412-x>
- Kallis, G. (2017). Economics Without Growth. In M. Castells (Ed.), *Another economy is possible: Culture and economy in a time of crisis* (pp. 34-55). Polity Press.
- Kallis, G. (2018). *Degrowth*. Agenda Publishing.
- Kallis, G., & Norgaard, R. B. (2010). Coevolutionary ecological economics. *Ecological Economics*, 69(4), 690-699.
- Latouche, S. (2005). *L'invention de l'économie*. Albin Michel.
- Latouche, S. (2009). *Farewell to growth*. Polity Press.
- Lustig, H. [@HannoLustig]. (2023). De-growth is the ultimate bourgeois ideology... X, <https://twitter.com/HannoLustig/status/1741223978956730778>
- McNally, D. (1993). *Against the market: Political economy, market socialism and the Marxist critique*. Verso.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The limits to growth*. The Club of Rome.
- Milanovic, M. (2017). The illusion of “degrowth” in a poor and unequal world, <https://glineq.blogspot.com/2017/11/the-illusion-of-degrowth-in-poor-and.html>
- Naudé, W. (2023). *We already live in a degrowth world, and we do not like it*. IZA Discussion Paper No. 16191. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4467952>
- Parrique, T. (2019). *The political economy of degrowth* (Doktora tezi, Université Clermont Auvergne). <https://www.theses.fr/2019CLFAD003>
- Perkins, P. E. E. (2019). Climate justice, commons, and degrowth. *Ecological Economics*, 160, 183-190.
- Polanyi, K. (2001 [1944]). *The great transformation*. Beacon Press.
- Schindler, S. (2016). Detroit after bankruptcy: A case of degrowth machine politics. *Urban Studies*, 53(4), 818-836.
- Schmelzer, M., Vetter, A., & Vansintjan, A. (2022). *The future is degrowth: A guide to a world beyond capitalism*. Verso Books.
- Silence (2002) La décroissance, no. 208.
- Stuart, D., Gunderson, R., & Petersen, B. (2019). Climate change and the Polanyian counter-movement: Carbon markets or degrowth?. *New Political Economy*, 24(1), 89-102.
- Tunny, G. (2023). *Debunking degrowth*. Centre for Independent Studies. Australia. <https://policycommons.net/artifacts/10786429/debunking-degrowth/11664334/>
- Weiss, M., & Cattaneo, C. (2017). Degrowth—taking stock and reviewing an emerging academic paradigm. *Ecological Economics*, 137, 220-230.

BEYANLAR:

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları: Tek yazarlıdır.

Çıkar Beyanı: Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma Desteği: Yok

Etik Kurul Onayı Bilgileri: Makalede açıklanan çalışmada insan denekleri kullanılmadığı için etik kurul onayı alınmamıştır.



ISSN 2146-6173
e-ISSN 2791-7991