



Türkiye’de Konut Sektörü, Ticari Hizmetler ve Kamu Hizmetlerinin CO₂ Emisyonlarının 1990 - 2017 Dönemi için İncelenmesi

The Examination of CO₂ Emissions in Residential Buildings, Commercial and Public Services over 1990 – 2017: A Case Study for Turkey

Hasan RÜSTEMOĞLU^a

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi	
Başvuru	7 Aralık 2020
Kabul	11 Şubat 2021
Yayın	7 Mayıs 2021
Makale Türü	Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

CO₂ emisyonları,
Konut sektörü,
Ticari hizmetler ve kamu hizmetleri,
Çevre,
Sürdürülebilirlik

ARTICLE INFO

Article History	
Received	7 December 2020
Accepted	11 February 2021
Published	7 May 2021
Article Type	Research Article

Keywords

CO₂ emissions;
Residential sector;
Commercial and public services;
Environment;
Sustainability.

ÖZ

İklim değişikliği ve küresel ısınma günümüzde önemi giderek artan bir çevre sorunudur. Atmosferde bulunan sera gazları, özellikle karbon dioksit (CO₂) bu sorunun başlıca sebebi olarak gösterilmektedir. Türkiye, hızlı bir ekonomik büyümeyi hedeflerken çevresel konuları göz ardı etmektedir. Kyoto Protokolü’nü imzalayan ülkelerden biri olan Türkiye aynı grupta yer aldığı Ek I ülkeleri arasında 1990 ile 2017 arası dönemde en hızlı CO₂ emisyonu salınımını gerçekleştirmiştir. Bu yüzden, çalışma bahsedilen dönemde Türkiye’de CO₂ emisyonlarını etkileyen faktörleri konut sektörü ile ticari hizmetler ve kamu hizmetleri için sektörel düzeyde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen ayrıştırma analizinde Logaritmik Ortalı Divisia Endeksi (LMDI) yöntemi kullanılmıştır. Emisyon salınımlarına etki eden beş faktör, gelir etkisi, nüfus, enerji yoğunluğu, enerji yapısı ve karbon yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Bulgular, konut sektöründe gelir ve nüfusun karbon emisyonlarını artırdığını, enerji yapısı ve enerji yoğunluğu faktörlerinin ise emisyonların büyüme hızını yavaşlattığını ortaya koymaktadır. Karbon yoğunluğu faktörü ise konut sektörünün emisyonlarına minimal düzeyde etki etmektedir. Ticari hizmetler ve kamu hizmetleri için yapılan ayrıştırma analizinde enerji yoğunluğu faktörü hariç diğer faktörlerin CO₂ emisyonlarını artırdığını ortaya koymuştur. Özetle, Türkiye’nin konut sektöründe daha temiz bir enerji kullanımına ağırlık vermesi ve karbon yoğunluğunu azaltması gerekmektedir. Ticari hizmetler ve kamu hizmetlerinde ise karbon yoğunluğunu düşürmenin yanı sıra ciddi enerji tasarrufuna gidilmesi gerekmektedir.

ABSTRACT

The climate change and global warming is an overwhelmingly important environmental problem, nowadays. Greenhouse gases, especially carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere is accepted as the main cause of this problem. Turkey, is one of the countries that ignores environmental issues while targeting rapid economic development. Turkey recorded the fastest CO₂ emissions growth among the Annex-I countries of the Kyoto Protocol, over 1990-2017. Therefore, our study aimed to examine the factors affecting CO₂ emissions from the residential sector and commercial & public services, in Turkey. The logarithmic mean Divisia index (LMDI) method was used in the decomposition analysis. The determined factors that affect CO₂ changes were income effect, population, energy intensity, energy structure, and carbon intensity. The findings reveal that income and population increased CO₂ in residential sector, while energy structure and energy intensity factors curbed them. The carbon intensity had a minimal effect on the residential sector emissions. Regarding the commercial & public services, it was revealed that factors -except the energy intensity- increased CO₂ emissions. To sum up, Turkey should invest more on renewable energy to reduce the carbon intensity. In commercial & public services, however, significant energy savings must be made as well as reducing carbon intensity.

EXTENDED SUMMARY

The global warming is one of the most important issues in this era. It has been widely discussed in the scientific literature, however the threat is still ongoing. The increasing

rate of CO₂ emissions in atmosphere has been accepted as the main reason of global warming. If precautionary measures are not considered, in the future there will be many negative consequences of this problem. Severe droughts, melting glaciers, extreme weather conditions,

^a Dr. Öğretim Üyesi, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Haspolat/Lefkoşa, KKTC. **E-Posta:** hrustemoglu@ciu.edu.tr

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1089-2121

△ Yazar bu çalışmanın tüm süreçlerinin araştırma ve yayın etiğine uygun olduğunu, etik kurallara ve bilimsel atf gösterme ilkelerine uyduğunu beyan etmiştir. Aksi bir durumda Akdeniz İİBF Dergisi sorumlu değildir.

floods, hurricanes, disease like Covid-19, depleting sources, malnutrition and respiratory diseases are just some of these consequences that are expected to happen in the near future. Fossil fuel consumption is the driver of the CO₂ emission increase. Other important factors could be listed as unplanned urbanization, rapid population growth, irresponsible human behavior, and industrialization.

Turkey is one of the countries that experiences rapid CO₂ emissions growth. Between 1990 and 2017, the country's CO₂ emissions increased by 193.8 % as the International Energy Agency (IEA) reported. Accordingly Turkey's per capita CO₂ emissions increased from 2.3 tons to 4.7 tons in the same period (IEA, 2020). Therefore, analyzing Turkey's CO₂ emission determinants have gained importance. This paper aims to identify the factors that lead to changes in Turkey's CO₂ emissions in residential sector, and commercial & public services. To accomplish this goal the Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) method was utilized and the impact of five factors, namely per capita income, population density, energy structure, energy intensity, and carbon intensity was considered. The consistent data is gathered from the databases of World Bank and IEA for the time period between 1990 and 2017.

In the published literature, some of the studies are analyzed the CO₂ determinants of Turkey in aggregated and sector level. The sector level studies mainly focused on the sectors such as manufacturing industries and transportation. This study aims to fill the gap in the literature by examining the CO₂ determinants of Turkey's residential sector, and commercial & public services. As compared to other developing nations (Brazil, China, and India), the sector level distribution of CO₂ emissions in Turkey are more homogeneous. Approximately 16 % of Turkey's CO₂ are resulted from residential sector, and commercial & public services. Thus analyzing the emissions of those sectors are also very important for Turkey to plan her environmentally friendly future.

The LMDI method is used since it has some desirable features. This method satisfies factor reversal test, and time reversal test. In addition, it does a perfect decomposition for the target variable i.e. it doesn't reveal any residual after the calculation. Moreover, the LMDI method is practical, thus the scholars use this approach extensively in the decomposition analysis studies.

The empirical findings of this study revealed different outcomes. Regarding the residential sector the per capita income and population density were the two factors that increase the CO₂ emissions substantially. The energy structure and energy intensity were the two factors that reduced the growth rate of sector's CO₂ emissions whereas the carbon intensity increased them by a small amount. On the other hand, in commercial and public services, the CO₂ emissions were increased by four factors, such as per capita income, energy structure, carbon intensity, and population intensity. The energy intensity was the only determining factor that decreased the CO₂ emissions of Turkey in commercial and public services. In general, per capita income and population density increases the CO₂ emissions and this is not an unexpected result. However, the other three factors such as energy intensity, carbon intensity, and energy structure are expected to compensate the increasing impacts of other two factors. We can reduce the energy

intensity by reducing the energy use and by using environmentally friendly fuels, it is possible to decrease the carbon intensity. However, the results of our study showed that Turkey's residential sectors and especially the commercial and public services are far away from the environmental sustainability process.

To achieve the sustainability target in residential sector, Turkey should reduce the carbon intensity first. To do this, the country should cut the coal and oil consumption in residential buildings. Additionally, by improving the construction quality of the buildings Turkey can reduce the energy consumption further and this will be helpful for CO₂ reduction. Regarding the commercial and public services, Turkey should reduce energy consumption of these sectors. Furthermore, the country should use its high renewable energy potential to decline the carbon intensity. Then some sustainability targets could be achieved in all these sectors. Turkey's population growth rate is relatively higher than the other developing nations such as China and Brazil. The country should reduce the population growth rate and should focus on urbanization planning more. Turkey should also re-evaluate her migration policies in order to control the population growth. Hence, the air quality will be improved especially in the crowded cities of Turkey and CO₂ emissions will be declined.

1. Giriş

İklim değişikliği ve küresel ısınma yaklaşık kırk yıldır dünya gündeminde önde gelen sorunlar arasında yer almaktadır. Atmosferde karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O) gibi bileşen gazlar ve su buharı bulunmaktadır. On sekizinci yüzyıl sanayi devrimi sonrasında özellikle CO₂ emisyonlarında gözlemlenen hızlı artış küresel ısınma probleminin başlıca nedeni olarak kabul edilmektedir. Sanayileşme, şehirleşme, hızlı nüfus artışı, yaşam standardının yükselmesi gibi insan kaynaklı aktiviteler enerji talebini artırırken, bu yüksek enerji talebinin görece ucuz fosil yakıtlardan (kömür, petrol, doğal gaz) karşılanması CO₂ emisyonlarının seviyesinin hızla artmasına neden olmuştur (Marques vd., 2019). Elbette 18. Yüzyıl öncesinde de insan kaynaklı aktiviteler yapılmakta idi. Ancak sanayi devrimi öncesinde bu aktivitelerin çevresel etkileri bu denli yıkıcı olmamıştı (Akın, 2006). İklim değişikliği ve küresel ısınmanın yakın gelecekte çok ciddi çevresel felaketlere yol açması beklenmektedir. Kuraklık, asit yağmurları, buzulların eriyip deniz ve okyanus sularının yükselmesi neticesinde kıyı kentlerinin sular altında kalması, su kaynaklarının tükenmesi ile insan, hayvan ve bitkilerin susuzluk sorunu çekmesi, salgın hastalıkların artması, düşen hava kalitesi neticesinde kanser ve solunum yolu hastalıklarının çoğalması gibi riskler söz konusu olmaktadır. Appenzerler ve Dimick (2004), Bozoğlu vd. (2003), Ersoy (2006) tarafından belirtildiği ve Akın (2006) tarafından da aktarıldığı üzere küresel ısınmanın çölleşme, orman yangınları gibi olumsuz etkilerinin yanısıra düzensiz yağışlara ve dolayısıyla sellere ve erozyona yol açtığı bilinmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency – IEA) verilerine göre dünya genelinde CO₂ emisyonları 1990 ile 2017 yılları arasında % 60 oranında artarak 20521 milyon tondan (MT), 32840 MT'a çıkmıştır. Böylece dünya genelinde fert başına düşen CO₂ emisyonları da aynı dönemde 3,9 tondan 4,4 tona yükselmiştir (IEA, 2020).

Dünya geneliyle karşılaştırıldığı zaman Türkiye’de emisyonlarının çok daha hızlı arttığını söylemek mümkündür. 1990 ile 2017 arasındaki dönemde Türkiye’de CO₂ emisyonları % 193,8 oranında artış göstererek 129 MT’dan 379 MT’a yükselmiştir (IEA, 2020). Buna mukabil, fert başına düşen CO₂ emisyonları aynı zaman aralığında 2,3 tondan 4,7 tona yükselmiş ve Türkiye bu bağlamda dünya geneli fert başına düşen emisyon seviyesini geride bırakmıştır (IEA, 2020).

Geçmişte, CO₂ emisyonlarının artışına en çok katkısı günümüzün gelişmiş ülkeleri yapmıştır. Bu nedenle 1997 yılında imzaya açılan Kyoto Protokolü ilk emisyon düşürme hedeflerini gelişmiş ülkeler için ortaya koymuştur. Günümüzde pek çok gelişmiş ülkede emisyonlar azalma eğilimi göstermektedir. Örneğin, Almanya’da CO₂ emisyonları azalan enerji yoğunluğu (artan enerji tasarrufuna mukabil) ve düşen karbon yoğunluğu (yeşil kalkınma projeleri kapsamında yenilenebilir enerjinin kullanımının artması) sayesinde 1990 – 2015 döneminde % 24,7 oranında düşüş göstermiştir (Rüstemoğlu, 2019). Günümüzde ise ekonomik büyüme konusunda hızlı atılımlar gerçekleştiren gelişmekte olan ülkelerde (emerging markets) emisyon salınımı hızla artmaktadır. Türkiye’nin CO₂ emisyonlarındaki artış eğilimi de Çin, Hindistan, İran ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelerle benzerlikler göstermektedir (IEA, 2020).

CO₂ emisyonlarındaki hızlı artışlar, bu artışları belirleyen faktörlerin araştırılıp tespit edilmesini zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler kısaca genel denge modelleri, ekonometrik regresyon, ayrıştırma analizi teknikleri ve diğer matematiksel yöntemler şeklinde sıralanabilir. Bilimsel literatürde ekonometrik regresyon modelleri ile ayrıştırma analizi tekniklerinin öne çıktığını söylemek mümkündür. Ekonometrik regresyon modelleri kullanan çalışmalar Çevresel Kuznet Eğrisi (Environmental Kuznet’s Curve (EKC)) hipotezinin geçerliliğini tespit etmeye odaklanırken, ayrıştırma analizi yöntemleri ise CO₂ emisyonlarını etkileyen faktörleri etki derecelerine göre ayrıştırmayı hedefler. Yine bilimsel literatürde Türkiye ile ilgili çalışmalara bakıldığında EKC hipotezinin geçerliliğini inceleyen çalışmaların ayrıştırma analizi çalışmalarına göre yoğunlukta olduğu gözlemlenmektedir.

Bu çalışma 1990 ile 2017 yılları arasındaki dönemde, Türkiye’nin konut sektörü ile ticari hizmetler ve kamu hizmetleri için CO₂ emisyonlarını belirleyen faktörleri Logaritmik Ortalamalı Divisia Endeksi (Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)) ayrıştırma yöntemini kullanarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Analiz gerçekleştirilirken beş farklı faktörün etkisi dikkate alınmıştır. Bu faktörler gelir etkisi, nüfus etkisi, enerji yapısı etkisi, enerji yoğunluğu etkisi ve karbon yoğunluğu etkisi olarak sıralanmaktadır. Analiz, hem konut sektörü için hem de ticari hizmetler ile kamu hizmetleri için iki aşamalı olarak gerçekleştirilecektir.

Ayrıştırma analizi ile ilgili literatüre bakıldığında Türkiye ile ilgili farklı sektörleri inceleyen ve farklı yöntemleri benimseyen çalışmalarla karşılaşılacaktır. Yapılan öncü çalışmalardan birisi Lise (2006) tarafından gerçekleştirilmiş olup 1980 ile 2003 arasındaki dönemde Arındırılmış Laspeyres Endeksi (Refined Laspeyres Index (RLI)) yöntemi kullanılarak ülkenin toplam emisyonlarını

etkileyen dört faktör incelenmiştir. Ek olarak Lise (2006) çalışmasında EKC hipotezine de yer vermiştir. Bu çalışma farklı iki yöntemi (ayrıştırma analizi ve regresyon analizi) bir arada kullanması açısından da önem arz etmektedir. Türkiye’deki CO₂ emisyonları ile ilgili bir diğer öncü çalışma da Akbostancı vd. (2009) tarafından LMDI yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1970 ile 2006 arasındaki yılları kapsayan çalışma sektörel inceleme (tarım, sanayi, hizmetler) içermesi bakımından ve yakıt türlerine (kömür, petrol, doğal gaz, elektrik) göre de bir ayrıştırma analizi bulundurması bakımından önem arz etmektedir. Akbostancı vd. (2011) daha sonraki çalışmalarında ise Türkiye’nin kirleticiliği yüksek imalat sanayisine ve onun alt sektörlerine yoğunlaşmış bir CO₂ emisyonu analizi gerçekleştirmişlerdir. 1995 – 2001 arası dönemi kapsayan analizde LMDI yöntemini kullanan araştırmacılar beş farklı faktörün emisyon değişimine etkilerini dikkate almışlardır. Türkiye’nin CO₂ emisyonlarındaki sektörel değişimi inceleyen bir diğer çalışma da Kumbaroğlu (2011) tarafından 1990 – 2007 dönemi için gerçekleştirilmiştir. RLI yöntemini kullanan araştırmacı beş farklı sektöre (tarım, imalat, elektrik üretimi, konut ve ulaşım) yoğunlaşmış dört farklı faktörün sektörel emisyon değişimine katkısını incelemiştir. Literatürde ayrıca Türkiye’yi başka ülkelerle karşılaştıran ayrıştırma analizi çalışmaları da mevcuttur. Örneğin, Rüstemoğlu (2016) çalışmasında 1990 – 2011 periyodundaki Türkiye’deki CO₂ emisyon değişimlerini İran’daki CO₂ emisyon değişimleri ile karşılaştırmıştır. Çalışmada LMDI yönteminin yanı sıra, OECD tarafından benimsenen ve doğrudan reel GSYİH ile CO₂ emisyonları arasındaki bağlantıyı dikkate alan ayrılma faktörü (decoupling factor) de yöntem olarak belirlenmiştir. Türkiye ile ilgili daha yakın tarihli çalışmalarda ise farklı ayrılma yöntemlerine rastlamak mümkündür. Örneğin, Karakaya vd. (2019) çalışmalarında LMDI yönetmi ile Tapio’nun ayrılma analizi yöntemini birlikte kullanarak, 1990 ile 2016 arası dönemde Türkiye’deki emisyon değişimlerine odaklanmışlardır. Ulaşım sektörü de emisyonlar üzerindeki etkisi artış gösterdiğinden Türkiye için önem arz etmektedir. Ulaşım ile ilgili bir ayrıştırma analizi de LMDI yöntemi kullanılarak Işık vd. (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir. 2000 ile 2017 arasındaki dönemde ulaşım sektörü CO₂ emisyonlarını değiştiren faktörlere odaklanan araştırmacılar karbon yoğunluğu, yakıt değişimi, ulaşım modu, ulaşım yoğunluğu, fert başına düşen milli gelir ve nüfus gibi altı değişkenin etkilerini analiz etmişlerdir.

Bu çalışmanın literatüre yapması hedeflenen katkıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Çalışmada yazar 1990 ile 2017 arasındaki dönemi içeren bir veri seti kullanarak Türkiye’nin konut sektörü ile ticari hizmetler ve kamu hizmetlerinden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını analiz etmeyi hedeflemektedir. Böylece çalışmaya bu sektörlerin çevresel sürdürülebilirlik kapsamında revize edilebilmesi için bir temel taslak görevi görmektedir. Politika yapıcılar, karar vericiler, ve bilim insanları bu çalışma sonuçlarından hareketle sektörlerin eksiklerini görüp ona göre çevresel sürdürülebilir projeler geliştirebileceklerdir.
- 2) Yapılan literatür tartışmasından da görüleceği üzere Türkiye ile ilgili ayrıştırma analizleri kirleticilik

bakımından yoğun imalat sektörü ile ulaşım sektörüne odaklanmıştır. Bu çalışmada da yine kirleticiliği yüksek konut sektörü ile ticari hizmetler ve kamu hizmetlerinin sebep olduğu CO₂ emisyonlarının belirleyicilerine odaklanılmaktadır. 2017 yılı itibarıyla Türkiye’de konut sektörü, kamu hizmetleri ve ticari hizmetlerin emisyon salınımı toplam CO₂ salınımının % 15,6’sına denk gelmektedir (IEA, 2020). Türkiye ile benzer CO₂ artış eğilimi gösteren diğer ülkelerden Brezilya’da bu rakam % 4,7, Çin’de % 5,8 ve Hindistan’da ise % 5,2 olarak gerçekleşmiştir (IEA, 2020). Bu bağlamda, konut sektörü, kamu hizmetleri ve ticari hizmetlerin Türkiye’de CO₂ emisyonları içindeki payının diğer gelişmekte olan ülkelere kıyasla yüksekliğinden hareketle bu sektörlerin analiz edilmesinin önemi açığa çıkmaktadır. Türkiye ile ilgili literatürde analizi gerçekleştirilen ulaşım sektörünün 2017 yılı toplam emisyonlar içerisindeki payı % 21,9, sanayi sektörünün payı ise % 18,2’dir (IEA, 2020). Bölüm 2’de de ayrıntılı inceleneceği üzere Türkiye’nin CO₂ emisyonlarının sektörel dağılımı diğer üç gelişmekte olan ülkeye göre daha homojendir. Bu nedenle ulaşım ve sanayi sektörlerinin yanı sıra literatürde analizi yapılmayan konut sektörü, kamu hizmetleri ve ticari hizmetler sektörlerinin de ayrıntılı ayrıştırma analizinin yapılması önem kazanmaktadır. Toplam emisyon salınımının %15,6’sını gerçekleştiren sektörlerin analiz edilmesi Türkiye’nin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine önemli bir katkı koyacaktır.

Çalışmanın geriye kalanı şu şekilde planlanmaktadır. İkinci bölümde Türkiye ile benzer emisyon artışı eğilimleri gösteren üç orta gelirli ülkenin (Brezilya, Çin ve Hindistan) toplam CO₂ emisyonları ile karşılaştırılacaktır. Üçüncü bölümde çalışmanın veri seti ve yöntemi ile ilgili bilgiler aktarılmaktadır. Dördüncü bölümde çalışmanın sonuçları tartışılmaktadır. Beşinci bölüm ise makaleyi sonlandıracaktır.

2. Türkiye’de CO₂ Emisyonlarının ve Diğer Temel Göstergelerin İncelenmesi ve Diğer Gelişmekte Olan Ülkelerle Kıyaslanması

Türkiye’nin CO₂ emisyonları araştırmaya dahil olan dönemde 129 MT’dan 379 MT’a yükselmiştir (IEA, 2020). Ülkenin emisyonlarındaki artış %193,8 olarak hesaplanmıştır. Gelişmekte olan diğer ülkelere bakıldığında Türkiye’nin emisyon artışının Brezilya’dan daha hızlı, Çin ve Hindistan’dan ise daha yavaş gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Aynı dönemde IEA verilerine göre Brezilya’nın CO₂ emisyonları %131,4 oranında artarken, Çin’de %342,6, Hindistan’da %314 olarak artış gerçekleşmiştir. Fert başına düşen CO₂ salınımı da Türkiye’de 1990 – 2017 döneminde 2,3 tondan 4,7 tona yükselmiştir (IEA, 2020). Gelişmekte olan diğer ülkelerde ise fert başına düşen CO₂ emisyonu 2017 yılı için Çin’de 6,7 ton, Brezilya’da 2,1 ton ve Hindistan’da 1,6 ton olarak gerçekleşmiştir (IEA, 2020). Türkiye’nin üç gelişmekte olan ülke ile emisyon verileri karşılaştırmalı olarak tablo 1’den takip edilebilir.

Tablo 1. Türkiye ile Brezilya, Çin ve Hindistan’ın CO₂ emisyonlarının karşılaştırılması

	CO ₂ emisyonları (toplam)		Değişim (%)	CO ₂ emisyonları (fert başına)	
	1990	2017		1990	2017
Türkiye	129 MT	379 MT	193,8	2,3 ton	4,7 ton
Brezilya	185 MT	429 MT	131,4	1,2 ton	2,1 ton
Çin	2089 MT	9246 MT	342,6	1,8 ton	6,7 ton
Hindistan	529 MT	2190 MT	314	0,6 ton	1,6 ton

Kaynak: International Energy Agency, IEA. Erişim tarihi: Eylül, 2020

CO₂ emisyonlarını belirleyen pek çok faktör bulunmaktadır. Öne çıkan üç temel faktör ise reel gelir (reel GSYİH), birincil enerji tüketimi ve nüfus olarak sıralanabilir. Ülkelerin ekonomik büyümeleri beraberinde enerji tüketimini getirmektedir. Enerji tüketimi ekonomik üretimin önemli lokomotif faktörlerinden birisidir. Enerji tüketiminin ise fosil yakıtlardan karşılanması CO₂ emisyonlarında artışlara neden olmaktadır. Ayrıca dünya nüfusunun artması da yine enerji tüketimini artırmakta ve enerjinin fosil yakıtlardan çoğunlukla üretilmesi neticesinde emisyonlar artmaktadır. 1990 ile 2017 arasındaki dönemde Dünya Bankası (World Bank) verilerine göre Türkiye’nin reel GSYİH’sı %230,2 oranında artmıştır. Aynı dönemde Çin ekonomisi %1130,5 gibi aşırı yüksek bir ekonomik büyüme kaydederken, Hindistan ekonomisi de %424 oranında büyümüştür (Dünya Bankası, 2020). Brezilya ekonomisi ise büyüme performansı anlamında Türkiye’nin gerisinde kalmıştır. 1990 ile 2017 arası dönemde Brezilya’nın reel geliri %92,6 oranında bir artış göstermiştir (Dünya Bankası, 2020). Türkiye ile Brezilya, Çin ve Hindistan’ın reel GSYİH ve fert başına düşen milli gelir karşılaştırmaları tablo 2’den takip edilebilir.

Tablo 2. Türkiye ve üç orta gelir düzeyindeki ülkenin reel GSYİH karşılaştırması

Ülkeler	Reel GSYİH (2010 fiyatlarıyla)		Değişim (%)	Yıllık Büyüme Oranı (%)	Fert başına düşen Reel GSYİH (2010 fiyatlarıyla)	
	1990	2017			1990-2017	1990
Türkiye	365,3 milyar \$	1206,4 milyar \$	230,2	4,6	6774,6 \$	14874,8 \$
Brezilya	1189,6 milyar \$	2290,7 milyar \$	92,6	2,5	7983,7 \$	11021,7 \$
Çin	827,7 milyar \$	10185,3 milyar \$	1130,5	9,8	729,2 \$	7346,6 \$
Hindistan	507,6 milyar \$	2659,4 milyar \$	424	6,3	581,2 \$	1986,6 \$

Kaynak: Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri. Erişim tarihi: Eylül, 2020

Enerji kullanımı CO₂ salınımını belirleyen en temel faktörlerden birisidir. Çalışma periyodunda Türkiye’de birincil enerji kullanımı %160 oranında bir artışla 40392 ktöe (petrol eşdeğeri kiloton)’dan 105035 ktöe’a yükselmiştir (IEA, 2020). Karşılaştırmaya dahil olan ülkelerden Çin’de toplam enerji kullanımı aynı dönemde %212,9 oranında artarken bu rakam Hindistan için %149,6, Brezilya için %105,1 olarak gerçekleşmiştir (IEA, 2020). Özetle, Türkiye enerji kullanımı artışında Çin dışında kalan diğer iki ülkeyi geride bırakmıştır. Türkiye ile diğer üç gelişmekte olan ülkenin enerji kullanımına dair karşılaştırmalı analizi tablo 3’ten takip edilebilir.

Tablo 3. Türkiye ve gelişmekte olan üç ülkenin enerji tüketimlerinin karşılaştırılması

Ülkeler	Enerji Tüketimi (Toplam)		Değişim (%)
	1990	2017	1990-2017
Türkiye	40392 KTOE	105035 KTOE	160
Brezilya	111398 KTOE	228476 KTOE	105,1
Çin	657595 KTOE	2057664 KTOE	212,9
Hindistan	243054 KTOE	606580 KTOE	149,6

Kaynak: International Energy Agency, IEA. Erişim tarihi: Eylül, 2020

CO₂ salınımını belirleyen temel değişkenlerin üçüncüsü de nüfustaki değişimlerdir. Çalışma periyodunda Türkiye nüfusu %50,4 oranında artışla 53,9 milyondan 81,1 milyona yükselmiştir (Dünya Bankası, 2020). Dünyanın en kalabalık ikinci ülkesi Hindistan'da nüfus artış oranının aynı zaman zarfında %53,3, Brezilya'da %39,5, sıkı nüfus politikalarını uzun zamandır uygulayan Çin'de ise %22,1 olduğu gözlemlenmiştir. Kısaca, Türkiye'nin nüfus artış hızının Hindistan hariç diğer karşılaştırma ülkelerinden yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Türkiye ve orta gelir düzeyinde yer alan diğer üç ülkenin 1990 – 2017 dönemi için toplam nüfuslarının karşılaştırılması tablo 4'te sunulmaktadır.

Dört ülke için gerçekleştirilen karşılaştırmalı analizde en büyük ekonomik büyümeyi Çin'in elde ettiği, Çin'i sırasıyla Hindistan, Türkiye ve Brezilya'nın takip ettiği gözlemlenmiştir. Enerji tüketiminde ise yine Çin ilk sırada yer alırken ikinci sırayı Türkiye, üçüncü sırayı Hindistan ve dördüncü sırayı Brezilya almaktadır. Ülkeler ekonomik olarak büyürken enerji tüketiminden ne denli tasarruf edileceği önem kazanmaktadır. Bu bağlamda ekonomisi %1130,5 gibi yüksek bir oranda büyüyen Çin'in enerji tüketiminin %212,9 oranında artması enerji tasarrufunda diğer ülkelere üstünlük kurduğu anlamına gelmektedir. Çin'i bu kategoride Hindistan takip etmektedir. Hindistan ekonomisi mevzu bahis dönemde %424 oranında büyürken enerji tüketimi %149,6 oranında artmıştır. Türkiye bu karşılaştırmada üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkenin ekonomisi 1990-2017 döneminde %230,2 oranında büyürken enerji tüketimi %160 oranında artmıştır. Son sırada ise Brezilya bulunmaktadır. Brezilya'nın ekonomisi %92 oranında büyürken ülkenin enerji tüketimi araştırma döneminde %105,1 oranında artmıştır. Enerji tüketimi ile ekonomik çıktıdaki yüzdelik değişimler birbirine bölündüğü zaman ülkelerin enerji tasarrufu potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Bu durumda bulunan değer ne kadar küçükse ülke ekonomik büyümesini gerçekleştirirken o kadar enerji tasarrufu gerçekleştirmiş demektir. Toplam enerji tüketimindeki değişimin toplam GSYİH değişimine bölünmesi neticesinde Çin için 0,19, Hindistan için 0,35, Türkiye için 0,70 ve Brezilya için de 1,13 gibi değerler elde edilmiş enerji tasarrufunda da sıralama en başarılı Çin olmak üzere, Hindistan, Türkiye ve Brezilya şeklinde gerçekleşmiştir. Öte yandan Çin ve Hindistan'ın devam eden kömür bağımlılığı ülkelerin karbon yoğunluğunu artırmaktadır. Bu bağlamda doğal gaz kullanan Türkiye ile hidro kaynaklardan elektrik üreten Brezilya avantajlı konuma geçmektedir. Son olarak nüfus artış hızını kontrol altına almada Çin ve Brezilya'nın, Türkiye ve Hindistan'a kıyasla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. Türkiye ve diğer üç gelişmekte olan ülkenin nüfuslarının karşılaştırılması

Ülkeler	Nüfus		Değişim (%)
	1990	2017	1990-2017
Türkiye	53921760	81101892	50,4
Brezilya	149003223	207833831	39,5
Çin	1135185000	1386395000	22,1
Hindistan	873277798	1338658835	53,3

Kaynak: Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri. Erişim tarihi: Eylül, 2020

3. Veri Seti ve Yöntem

3.1 Veri Seti

Çalışmada kullanılan veriler 1990 ile 2017 yılları arasında (her iki yıl da dahil) yer alan yıllık verilerden oluşmaktadır. Reel GSYİH, fert başına düşen reel GSYİH ve nüfus verileri Dünya Bankası (World Bank), Dünya Kalkınma Göstergeleri (World Development Indicators) veritabanından elde edilirken, toplam ve fert başına düşen CO₂ emisyonları ile enerji tüketimi verileri Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency) veritabanından elde edilmiştir.

3.2 Ayırıştırma Analizi Yöntemi (Lmdi)

Çalışmada Kaya denkleminde yola çıkılarak Ang (2004) tarafından geliştirilen Logaritmik Ortalı Divisia Endeksi (logarithmic mean Divisia index – LMDI) yöntemi kullanılmıştır. LMDI yöntemi diğer ayırıştırma yöntemleri olan RLI (refined Laspeyres index – Arındırılmış Laspeyres Endeksi) ve GFI (generalized Fisher index – Genelleştirilmiş Fisher Endeksi) ile aynı avantaja sahiptir (Ang, 2004). LMDI yöntemi tıpkı bahsedilen diğer iki yöntemde olduğu gibi geride herhangi bir hata payı (error term, residual) bırakmaksızın hedef değişkeni tam olarak ayırıştırabilmektedir. LMDI yönteminin genel avantajı diğer mevzu bahis yöntemlere kıyasla daha kolay hesaplanmasıdır. Böylece literatürde LMDI temelli çalışmaların yoğunluğu söz konusu olmaktadır (Streimikiene et al., 2019). Hatzigeorgiu vd. (2008) çalışmalarında LMDI yöntemini bu yöntemin öncülü olan Aritmetik Ortalı Divisia Index (AMDI) yöntemi ile karşılaştırmış ve öncülüne göre LMDI yönteminin hatasız olarak CO₂ emisyonlarını etkileyen faktörlere göre ayırıştırmasını yöntemin en güçlü yönü olarak vurgulamıştır. Hem AMDI hem de LMDI yöntemleri Boyd vd. (1987) tarafından geliştirilen Divisia toplulaştırması üzerinden geliştirilmiştir. Her iki yöntem de Ang (2004) tarafından da belirtildiği gibi zaman tersine çevirme testini (time reversal test) başarıyla geçmektedir. Ancak faktör tersine çevirme testini bir tek LMDI sağlamaktadır (Shahiduzzaman ve Alam, 2013).

Kaya denklemi temel düzeyde dört değişkenden oluşur. Bu değişkenler CO₂ emisyonları, toplam enerji tüketimi, GSYİH ve nüfus olarak sıralanmaktadır. Kaya denklemi aşağıdaki gibidir.

$$CO_2 = \left(\frac{CO_2}{Enerji\ Tüketimi} \right) \left(\frac{Enerji\ Tüketimi}{GSYİH} \right) \left(\frac{GSYİH}{Nüfus} \right) (Nüfus) \quad (1)$$

Birinci denklemdeki ilk oran karbon yoğunluğunu, ikinci oran enerji yoğunluğunu, üçüncü oran ise fert başına düşen milli geliri ifade etmektedir. Dördüncü değişken olarak da nüfus yer almaktadır. Kaya denklemi birtakım gerekli modifikasyonlara karşı esneklik gösteren bir denklemdir. Sektörel analizlerde ya da faktörlere bağlı analizlerde

sektörel GSYİH, sektörel CO₂ emisyonları ve sektörel enerji tüketimi gibi veriler kullanılarak analizler gerçekleştirilmektedir. Mevcut çalışmada da iki farklı sektör analiz edildiğinden bu sektörler için CO₂ emisyonları ve enerji tüketimi verileri kullanılmaktadır. Çalışmada ilk olarak konut sektörüne ait CO₂ emisyonları analiz edilmektedir. Bu nedenle bu sektöre ait CO₂ emisyonları ve enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Sektörel enerji tüketiminin toplam enerji tüketimine oranı da dikkate alınarak enerji yapısı değişkeni de standart denkleme eklenmiştir. Böylece Kaya denklemi aşağıdaki gibi revize edilmiştir.

$$CO_{2A} = \left(\frac{CO_{2A}}{\text{Enerji Tüketimi}(A)} \right) \left(\frac{\text{Enerji Tüketimi}(A)}{\text{Enerji Tüketimi}} \right) \left(\frac{\text{Enerji Tüketimi}}{GSYİH} \right) \left(\frac{GSYİH}{\text{Nüfus}} \right) (\text{Nüfus}) \quad (2)$$

Enerji yapısı değişkeni denklemden baştan ikinci sırada yer almaktadır. İkinci denklem daha basit bir ifadeyle aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$CO_{2A} = (SKY)(SEP)(TEY)(PINC)(N) \quad (3)$$

Bu denklemden SKY sektörel karbon yoğunluğunu, SEP sektörel enerji payını, TEY toplam enerji yoğunluğunu, PINC fert başına düşen milli geliri ve N nüfusu göstermektedir. Atmosferde CO₂ emisyonları sürekli biriktiğinden LMDI formülü yardımıyla yapılan hesaplamalarda kümülatif toplam alınmaktadır. CO₂ emisyon değişimlerine etki eden faktörlerin her birinin LMDI yardımı ile hesaplanması aşağıda gösterilmektedir.

$$PINC(t) = \sum \frac{CO_{2t} - CO_{2t-1}}{LN\left(\frac{CO_{2t}}{CO_{2t-1}}\right)} LN\left(\frac{PINC_t}{PINC_{t-1}}\right) \text{ Reel gelir etkisi} \quad (4)$$

$$N(t) = \sum \frac{CO_{2t} - CO_{2t-1}}{LN\left(\frac{CO_{2t}}{CO_{2t-1}}\right)} LN\left(\frac{N_t}{N_{t-1}}\right) \text{ Nüfus etkisi} \quad (5)$$

$$SEP(t) = \sum \frac{CO_{2t} - CO_{2t-1}}{LN\left(\frac{CO_{2t}}{CO_{2t-1}}\right)} LN\left(\frac{SEP_t}{SEP_{t-1}}\right) \text{ Sektörel enerji yapısı} \quad (6)$$

$$EY(t) = \sum \frac{CO_{2t} - CO_{2t-1}}{LN\left(\frac{CO_{2t}}{CO_{2t-1}}\right)} LN\left(\frac{EY_t}{EY_{t-1}}\right) \text{ Enerji yoğunluğu} \quad (7)$$

$$KY(t) = \sum \frac{CO_{2t} - CO_{2t-1}}{LN\left(\frac{CO_{2t}}{CO_{2t-1}}\right)} LN\left(\frac{KY_t}{KY_{t-1}}\right) \text{ Karbon yoğunluğu} \quad (8)$$

Böylelikle CO₂ emisyonlarındaki yıllık değişimler, bu beş faktörün değişikliklerinin toplamı şeklinde hesaplanabilmektedir.

$$\Delta CO_{2t} = \Delta PINC_t + \Delta N_t + \Delta SEP_t + \Delta EY_t + \Delta KY_t \quad (9)$$

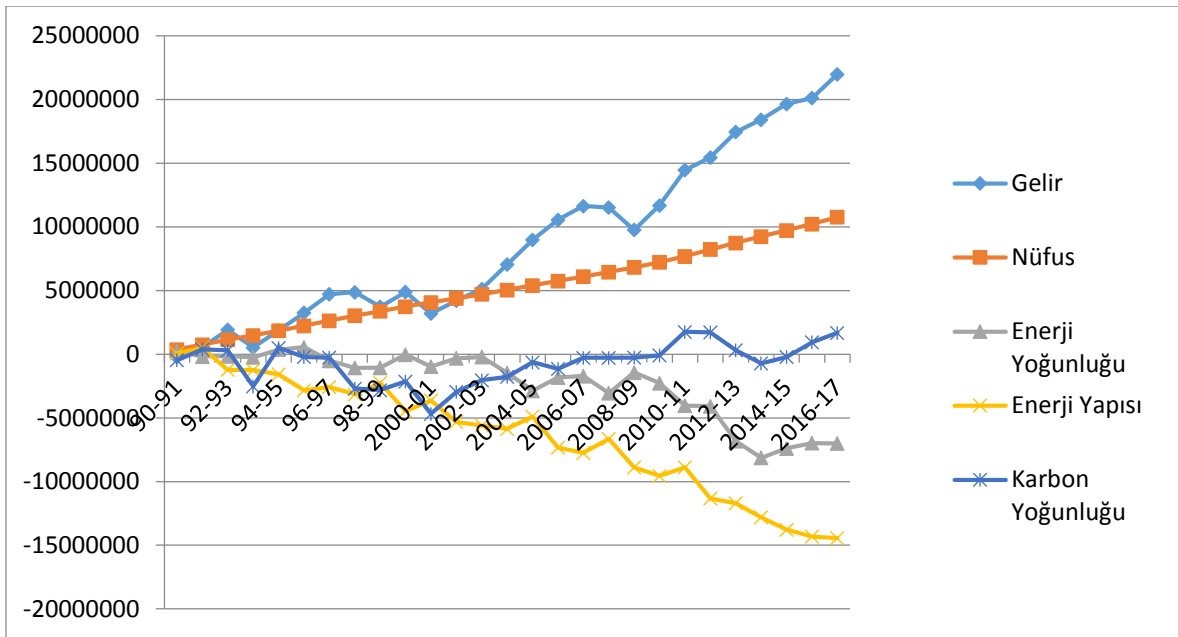
Faktörlerin hesaplanmasında ln (doğal logaritma, e tabanı) kullanılmıştır. Tornqvist vd. (1985) tarafından da belirtildiği gibi ln göreceli değişimin simetrik, toplamsal ve normlu göstergesini ifade eden tek fonksiyondur. Bu nedenle ayrıştırma analizlerinde ln fonksiyonundan faydalanılmaktadır.

4. Ampirik Bulgular

4.1 Konut Sektörü Ayrıştırma Analizi Sonuçları

1990 ile 2017 yılları arasında kalan dönemde Türkiye'nin konut sektörü CO₂ emisyonları 22 MT'dan 35 MT'a, yaklaşık %59,1 oranında artış göstermiştir (IEA, 2020). LMDI yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analizde beş farklı faktörün emisyonlar üzerindeki etkisi hesaplanmıştır. Etki eden beş faktörün 1990 ile 2017 arası dönemdeki ayrıştırma analizi sonuçları kümülatif olarak grafik 1'de gösterilmektedir.

Grafik 1'den de takip edileceği üzere Türkiye'nin konut sektörü CO₂ emisyonlarını en çok artıran faktör gelir etkisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'nin reel GSYİH'si araştırma döneminde %230,2 oranında artarak 365,3 milyar dolardan, 1,21 trilyon dolara yükselmiştir (Dünya Bankası, 2020). Yine aynı dönemde fert başına düşen reel GSYİH %119,5 artışla 6774,6 dolardan 14870,7 dolara çıkmıştır (Dünya Bankası, 2020). Ekonomide gözlemlenen büyüme konut sektörünün de emisyonlarında artışa neden olmuştur. Toplamda 27 periyodun 21'inde gelir etkisi konut sektörünün emisyonlarını artırırken geriye kalan 6 periyotta sektörel emisyonlarda bir azalmaya sebep olmuştur. Konut sektörü CO₂ emisyonlarında gelir etkisinin azalmaya yol açtığı dönemler 1990-91, 1993-94, 1998-99, 2000-01, 2007-08 ve 2008-09 dönemleri olarak hesaplanmıştır. Bu dönemlerden ikisi Körfez Savaşı (1991), Marmara Depremi (1999) gibi istenmeyen jeopolitik olaylar ve talihsiz doğal afetlerin meydana geldiği üzücü olayların ekonomiye negatif etkilerini içerirken, diğer dört dönem 5 Nisan Kararları (1994), 2001 ekonomik krizi ve küresel finansal kriz (2008-09) gibi ekonomik ve finansal krizlerin negatif yansımalarını içermektedir. Geriye kalan 20 yıllık süreçte ise ekonominin büyümesine paralel olarak emisyonlar konut sektöründe de artmışlardır. LMDI yöntemi hesaplamalarına göre gelir etkisi Türkiye'nin konut sektörü CO₂ emisyonlarını yaklaşık 22 MT kadar artırmış bu artışın payı kümülatif %169,2 olarak hesaplanmıştır.



Grafik1. Konut sektörü CO₂ emisyonları ayrıştırma analizi sonuçları.

Kaynak: Yazar tarafından LMDI yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Araştırma döneminde Türkiye'nin konut sektörü emisyonlarını en çok artıran ikinci faktör nüfus olarak tespit edilmiştir. Ülke nüfusu 1990 ile 2017 arası dönemde 53,9 milyondan %50,4 artışla 81,1 milyona yükselmiştir (Dünya Bankası, 2020). Bunun neticesinde nüfus artışı, konut sektörü CO₂ emisyonlarında düzenli bir artışa sebep olmuştur. LMDI hesaplamalarına göre nüfus, konut emisyonlarını 1990 ile 2017 yılları arasında kümülatif olarak 10,8 MT kadar artırmıştır. Nüfus faktörü bu sektörün emisyonlarında endeksin oluşumunu %82,8 oranında belirlemiştir. Türkiye nüfus artış hızı yüksek olan ülkeler arasındadır. Bununla birlikte jeopolitik sıkıntılar nedeniyle son 10 yılda komşu ülkelerden göç kabul etmiştir. Böylece, nüfus artışının konut sektöründe de emisyon artışını artırması kaçınılmaz bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Gelir etkisi ve nüfus gibi konut sektörünün CO₂ emisyonlarını artıran faktörlerin yanı sıra bu emisyonları azaltan faktörler de mevcuttur. Türkiye örneğinde de gerçekleştirilen LMDI ayrıştırma analizi neticesinde enerji yapısı etkisi, karbon emisyonlarını azaltan bir etken olarak tespit edilmiştir. Araştırma döneminde konut sektörünün toplam enerji kullanımındaki payı ciddi bir azalma göstermiştir. IEA (2020) verilerinden hareketle yapılan hesaplamalarda konut sektörünün toplam enerji tüketimindeki payı 1990'da %36,1 iken 2017'de %21,1'e düşmüştür. Böylece enerji yapısı etkisi de sektörün CO₂ emisyonlarını azaltmıştır. LMDI yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analizde, araştırma dönemi boyunca Türkiye'nin konut sektörü emisyonlarını enerji yapısı faktörünün 14,4 MT düşürdüğü tespit edilmiştir. Yine LMDI yöntemi yardımıyla enerji yapısı faktörünün sektörün emisyonları içerisindeki kümülatif payı -111,1% olarak hesaplanmıştır. 1990 ile 2017 arası yılları kapsayan araştırma döneminde toplamda 27 periyottan 19'unda enerji yapısı faktörünün CO₂ emisyonlarını düşürdüğü bilgisi karşımıza çıkmıştır. Kümülatif etkinin negatif olarak hesaplanması emisyon azaltımı açısından hedeflenen bir

durumdur. Türkiye'de konut sektöründe gözlemlenen gelişmeler, yalıtımın artırılması ve enerji tasarrufu konusundaki farkındalığın artması şeklinde özetlenebilir. Böylece toplam enerji kullanımında konut sektörünün payının azalması ve enerji yapısının sektör emisyonlarını kayda değer oranda düşürmesi gibi sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Enerji yapısının yanında enerji yoğunluğu da Türkiye'nin konut sektörü kaynaklı emisyonlarını azaltan bir faktör olarak karşımıza çıkmıştır. Araştırma dönemi boyunca toplam 27 periyodun 14'ünde enerji yoğunluğu etkisi konut sektörünün CO₂ emisyonlarını azaltmıştır. LMDI hesaplamalarına göre enerji yoğunluğu faktörü sektörün emisyonlarını kümülatif toplamda da azaltmıştır. Enerji yoğunluğunun azalması demek, daha az enerji kullanımı ile daha fazla ekonomik üretim gerçekleştirmek demektir. LMDI ayrıştırma analizi sonucuna göre enerji yoğunluğu etkisi kümülatif anlamda konut sektörünün CO₂ emisyonlarını yaklaşık 7 MT azaltmıştır. Yine aynı yöntemle enerji yoğunluğunun toplam emisyonlardaki payı 2017 yılı için - 53,8 % olarak hesaplanmıştır. Bir başka ifadeyle enerji yapısı ağırlığına bağlı olarak endeksin oluşumunu - 53.8 % oranında belirlemiştir.

Çalışma bulguları karbon yoğunluğu faktörünün Türkiye'deki konut sektörü kaynaklı CO₂ emisyonlarına minimal bir etki yaptığını ortaya koymaktadır. Konut sektörü emisyonlarının konut sektörü enerji tüketimine oranı şeklinde tanımlanan karbon yoğunluğu LMDI bulgularına göre 27 periyodun 12'sinde sektörün CO₂ emisyonlarını azaltırken geriye kalan 15 periyotta emisyon artışına neden olmuştur. Kümülatif analiz sonucuna bakıldığında karbon yoğunluğu etkisinin Türkiye'nin konut sektörü CO₂ emisyonlarını yaklaşık 1,7 MT artırdığı ortaya çıkmaktadır. LMDI hesaplamaları sonucunda karbon yoğunluğunun toplam konut sektörü emisyonları içerisindeki payı 2017 yılı için %12,9 olarak tespit edilmiştir. Karbon yoğunluğu faktörü ağırlığına bağlı olarak endeksin toplam emisyonlar içerisindeki oluşumunu % 12,9

oranında belirlemiştir. Sektörün çevresel anlamda sürdürülebilir bir nitelik kazanması için karbon yoğunluğu faktörünün emisyonları artırıcı değil azaltıcı bir eğilim izlemesi amaçlanmaktadır. Çalışma bulguları enerji yapısı ile enerji yoğunluğu faktörlerinin nüfus ve reel gelir faktörlerinin emisyonları artırıcı yöndeki etkisini telafi etmeye yakın bir düşüş eğilimine girdiklerini ortaya koymuştur. Ancak karbon yoğunluğu emisyonları artırmaya devam etmektedir. Bu yüzden ki Türkiye'nin konut

sektörü henüz istenen düzeyde çevreci bir sektör olamamaktadır. Türkiye'de 1980'li yıllarda başlayıp 1990'larda ciddi bir ivme kazanan doğal gaz kullanımına rağmen, pek çok ilde konut ısıtmada kullanılan kömür ve gazyağı hava kirliliğine sebep olmakta ve bu yakıtlar CO₂ emisyonlarını da artırmaya devam etmektedir. Konut sektörü ile ilgili yıllık CO₂ ayrıştırma analizi sonuçları tablo 5'ten takip edilebilmektedir.

Tablo 5. Türkiye'nin konut sektörü CO₂ emisyonlarının ayrıştırma analizi sonuçları

Dönem	Gelir	Nüfus	Enerji Yoğunluğu	Enerji Yapısı	Karbon Yoğunluğu
90-91	-213829,7	371723,1	242578,8	68839,0	-469310,3
91-92	751661,7	377604,1	-423826,6	432428,1	862131,7
92-93	1383028,7	386414,3	31851,4	-1718530,4	-82763,0
93-94	-1398583,5	349750,9	-91106,5	-29167,8	-2830894,1
94-95	1343058,2	356145,0	603005,7	-326310,6	3024101,6
95-96	1382743,5	397272,4	194332,6	-1253750,1	-720597,4
96-97	1458263,3	404090,8	-1061530,6	245005,8	-45830,3
97-98	173506,5	384878,7	-567952,8	-557480,0	-2432952,3
98-99	-1149448,2	356391,3	15492,3	893495,0	-115929,4
99-2000	1153866,0	356699,0	1031339,3	-2217226,9	675321,5
2000-01	-1676528,7	327823,0	-940796,1	828916,0	-2539414,1
2001-02	998447,7	309280,9	656328,8	-1681456,1	1717398,7
2002-03	923537,7	330697,3	98576,2	-275712,6	922901,5
2003-04	1916226,1	339212,7	-1246867,5	-266617,6	258046,3
2004-05	1933403,9	350256,8	-1403564,1	972770,8	1147132,7
2005-06	1573452,3	349682,6	1040959,9	-2448635,7	-515458,2
2006-07	1076988,1	345773,2	115857,1	-406380,0	867760,6
2007-08	-106103,1	358612,8	-1348685,9	1091716,0	4461,2
2008-09	-1766158,1	369282,2	1622739,1	-2236435,3	10571,0
2009-10	1922488,7	398985,5	-834923,1	-664427,3	177876,1
2010-11	2787919,2	474384,4	-1764706,8	663551,2	1838852,0
2011-12	989807,3	530669,5	-48433,5	-2438823,0	-33220,3
2012-13	2000599,3	525020,6	-2741075,7	-374006,0	-1410538,2
2013-14	966961,1	493376,3	-1313007,2	-1114025,9	-1033304,3
2014-15	1229643,4	482963,4	740853,4	-961243,7	507783,5
2015-16	465442,3	505822,1	412091,4	-536859,5	1153503,7
2016-17	1870155,2	532648,4	-17830,7	-128325,3	743352,4

Kaynak: Yazar tarafından LMDI yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

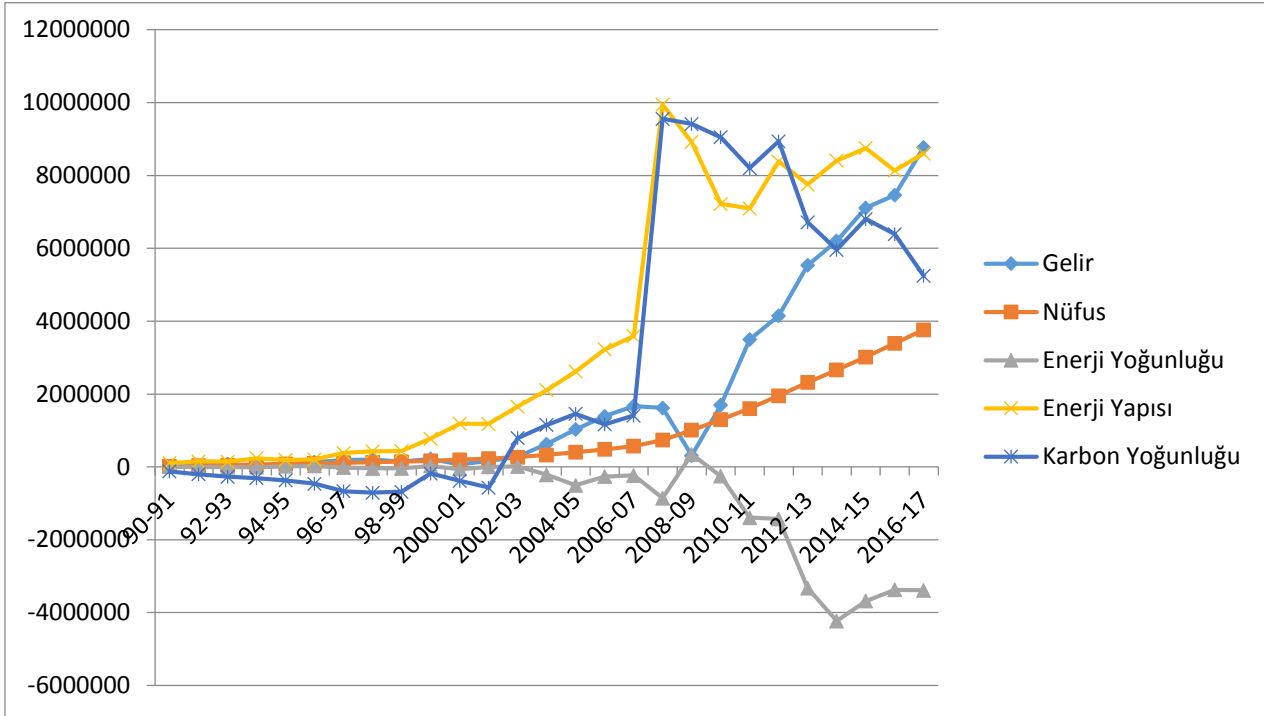
4.2. Ticari Hizmetler ve Kamu Hizmetleri Sektörleri İçin Ayrıştırma Analizi Sonuçları

Konut sektörü için yapılan ayrıştırma analizinden sonra bu çalışmada yine LMDI yöntemi kullanılarak ticari hizmetler ve kamu hizmetleri için CO₂ emisyon ayrıştırma analizi gerçekleştirilmiştir. 1990 ile 2017 yılları arasındaki dönemde ticari hizmetler ile kamu hizmetleri sektörlerinin Türkiye'deki CO₂ salınımı 1 MT'dan 24 MT'a yükselmiştir (IEA, 2020). Böylesi keskin bir artış da bu sektörlerin emisyonlarını belirleyen faktörlerin öne çıkarılmasını zorunlu kılmıştır. Kamu hizmetleri ile ticari hizmetlerin CO₂ emisyon salınımını belirleyen faktörlere yönelik ayrıştırma analizi sonuçları grafik 2'de gösterilmektedir.

Gelir etkisi tıpkı konut sektöründe olduğu gibi ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörlerinde de CO₂ emisyonlarını belirgin bir biçimde artıran bir faktör olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de 1990 ile 2017 yılları arasında ekonomik ve finansal kriz yılları hariç reel GSYİH ve dolayısıyla da fert başına düşen reel GSYİH artış gösterdiğinden gelir etkisinin emisyon salınımını bu sektörde de artırması beklenen bir sonuçtur. LMDI ayrıştırma analizi sonuçlarına göre reel gelir etkisi Türkiye'de ticari hizmetler ve kamu hizmetlerinden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını 1990 ile 2017 arasındaki

dönemde 8,8 MT artırmıştır. Faktörün emisyonlar üzerindeki kümülatif ağırlığı da 2017 yılı için %38,1 olarak hesaplanmıştır.

Enerji yapısı konut sektöründe Türkiye'nin CO₂ emisyonlarını önemli ölçüde azaltırken ticari hizmetler ile kamu hizmetlerinde bu faktör emisyonları artırıcı yönde bir eğilim göstermiştir. LMDI analizi sonuçlarına göre enerji yapısı 27 periyodun 19'unda CO₂ emisyonlarını artırmıştır. Geriye kalan 8 periyotta ise faktörün ticari hizmetler ile kamu hizmetleri sektörlerinin emisyonlarını azalttığı gözlemlenmiştir. LMDI hesaplamalarına göre enerji yapısı faktörü 1990 ile 2017 yılları arasında kümülatif olarak bu sektörlerin CO₂ emisyonlarını 8,6 MT artırmıştır. Kümülatif olarak da enerji yapısının sektörlerin toplam emisyonları içerisindeki kümülatif ağırlığı 2017 yılı için %37,4 olarak belirlenmiştir. Enerji yapısının emisyonları artırma sebebi, ticari hizmetler ve kamu hizmetlerinin zaman içerisinde daha önemli bir hale gelmesi şeklinde açıklanabilir. Bu iki hizmet sektörü büyüdükçe enerjiye olan talepleri de artmıştır. 1990 yılında toplam enerji kullanımının % 2,2'si bu sektörler için 2017 yılında bu oran %12,9'a yükselmiştir.

Grafik2. Türkiye’de ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörlerinin emisyonlarının ayrıştırma analizi sonuçları

Kaynak: Yazar tarafından LMDI yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Ticari hizmetler ile kamu hizmetleri sektörlerinin CO₂ emisyonlarını artıran üçüncü faktör de karbon yoğunluğu etkisi olarak tespit edilmiştir. LMDI analizi bulgularına göre 27 periyodun 18’inde karbon yoğunluğu faktörü mevzu bahis iki sektörün emisyonlarını azaltmış geriye kalan 9 periyotta ise artırmıştır. Karbon yoğunluğunun emisyonları azalttığı yıllar daha fazla olmasına rağmen kümülatif toplamda bu faktör sektörlerin CO₂ emisyonlarını artırmıştır. LMDI analizi sonuçlarına göre karbon yoğunluğu faktörü ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörlerinin CO₂ emisyonlarını araştırma dönemi boyunca 5,2 MT artırmıştır. Yine LMDI bulgularından hareketle karbon yoğunluğunun ağırlığı sektörel emisyonlar içerisinde 2017 yılı için %22,8 olarak hesaplanmıştır. Bulgular ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörlerinin yoğun bir şekilde kirletici fosil yakıtları kullandıklarına işaret etmektedir.

LMDI yöntemi yardımı ile gerçekleştirilen analizde CO₂ emisyonlarını en çok artıran dördüncü faktör nüfus artışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıştırma analizi sonuçlarına göre nüfus faktörü sektörün toplam emisyonlarını 1990 ile 2017 arası dönemde 3,8 MT kümülatif olarak artırmıştır. Faktörün ticari hizmetler ve

kamu hizmetleri emisyonları içerisindeki ağırlığı ise, 2017 yılı için %16,4 olarak belirlenmiştir. Türkiye’deki nüfus artış hızı görece olarak yüksek gerçekleştiğinden sektörel düzeyde de emisyon artışları kaçınılmaz bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ticari hizmetler ile kamu hizmetlerinden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını azaltan tek faktör enerji yoğunluğu faktörü olarak tespit edilmiştir. Ülkenin toplam enerji kullanımı IEA verilerine göre %160,2 oranında artarken, reel GSYİH aynı dönemde Dünya Bankası verilerine göre %230,2 oranında artış göstermiştir. LMDI ayrıştırma analizi bulgularına göre enerji yoğunluğu faktörü ticari hizmetler ile kamu hizmetleri sektörlerinin emisyonlarını 3,4 MT azaltmıştır. Kümülatif olarak da enerji yoğunluğu faktörünün bu sektörler içerisindeki ağırlığı endeksin oluşumuna bağlı olarak - % 14,7 oranında belirlenmiştir. Ülke genelinde enerji tüketiminin reel GSYİH’den daha yavaş bir oranda artması sektörlerin emisyon azaltma hedeflerine katkı yapmıştır. Türkiye’nin ticari hizmetler ile kamu hizmetleri CO₂ emisyonu ayrıştırma analizi sonuçları tablo 6’da sunulmaktadır.

Tablo 6. Türkiye’nin ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörlerinin CO₂ emisyonlarının ayrıştırma analizi sonuçları

	Gelir	Nüfus	Enerji Yoğunluğu	Enerji Yapısı	Karbon Yoğunluğu
90-91	-9719,5	16896,5	11026,3	105175,8	-123378,1
91-92	32701,6	16428,0	-18438,9	49352,2	-80041,8
92-93	57626,3	16100,6	1327,1	-11202,5	-63850,6
93-94	-63748,2	15941,8	-4152,7	91543,3	-39583,3
94-95	59939,2	15894,4	26911,5	-40324,5	-62419,5
95-96	55310,0	15891,0	7773,3	12166,5	-91139,9
96-97	57194,5	15848,8	-41634,3	175744,6	-207152,7
97-98	7090,8	15729,1	-23211,0	41006,0	-40614,0
98-99	-49976,4	15495,4	673,6	8617,0	25191,5
99-2000	70848,3	21901,6	63325,0	342959,4	500956,7
2000-01	-152833,7	29884,6	-85763,7	408574,1	-199860,3

2001-02	95162,3	29477,6	62554,9	-868,6	-186325,2
2002-03	115932,6	41512,7	12374,4	473273,4	1356905,0
2003-04	350555,4	62055,7	-228102,6	453306,5	362184,9
2004-05	400592,8	72571,7	-290812,3	509769,4	307878,4
2005-06	364544,1	81015,9	241174,0	602748,2	-289482,3
2006-07	278228,6	89326,9	29930,5	364671,9	237842,2
2007-08	-48946,9	165433,5	-622169,0	6359575,6	8146106,9
2008-09	-1309676,2	273837,4	1203325,4	-1028221,0	-139265,5
2009-10	1382710,4	286962,1	-600501,2	-1702678,3	-366493,0
2010-11	1801159,4	306480,2	-1140104,1	-121874,3	-845660,2
2011-12	653783,4	350515,6	-31991,1	1292514,2	735177,0
2012-13	1385739,0	363661,8	-1898638,9	-631323,8	-2219438,2
2013-14	667134,3	340394,5	-905881,4	654694,8	-756341,2
2014-15	910512,1	357619,2	548578,6	341973,6	841315,5
2015-16	345448,0	375417,7	305851,4	-615223,6	-411492,5
2016-17	1312579,6	373842,5	-12514,6	471180,7	-1145089,2

Kaynak: Yazar tarafından LMDI yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

5. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye'nin 2017 yılı itibarıyla CO₂ emisyonlarının yaklaşık altıda birini oluşturan konut sektörü ile ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörlerinin emisyonları için bir ayrıştırma analizi gerçekleştirilmiştir. LMDI yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analizde 1990 ile 2017 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılmış, gelir etkisi, nüfus, enerji yapısı, enerji yoğunluğu ve karbon yoğunluğu olmak üzere beş farklı faktörün emisyonlar üzerindeki etkisi hesaba katılmıştır.

Çalışma bulguları, her iki sektörde de reel gelir etkisinin ve nüfusun CO₂ emisyonlarını artırdığını ortaya koymuştur. Artan nüfus ve büyüyen ekonomi konut ihtiyacını artırdığından, ayrıca Türkiye için ticari hizmetler ve kamu hizmetleri giderek daha önemli hale geldiğinden bu iki faktörün emisyonları artırması beklenen bir sonuçtur. Konut sektöründe enerji yoğunluğu ve enerji yapısı CO₂ emisyonlarında azalmalara vesile olurken, karbon yoğunluğu halen bu sektörün emisyonlarında artışlara sebep olmaktadır. Öte yandan ticari hizmetler ve kamu hizmetlerinde enerji yapısı ve karbon yoğunluğu faktörleri emisyon artışlarına sebep olurken, enerji yoğunluğu CO₂ azaltan tek faktör olarak tespit edilmiştir.

Gelişmiş ülkelerde (örneğin Almanya) benzer ayrıştırma analizi çalışmaları yapılmıştır. Bu ülkelerde enerji yoğunluğu ve karbon yoğunluğu gibi faktörlerin reel gelir ile nüfusun CO₂ emisyonları üzerindeki artırıcı etkisini telafi ettiği, böylelikle emisyonların azaldığı ispatlanmıştır. Benzer bir çevresel sürdürülebilirlik başarısından ise Türkiye maalesef henüz uzakta yer almaktadır. Gelişmekte olan bir ülke olduğundan ekonomik büyüme ön plana çıkmakta, çevresel sürdürülebilirlik ise geri plana düşmektedir. Çalışma bulguları birtakım emisyon azaltma çabalarının Türkiye'nin konut sektörü ile ticari hizmetler ve kamu hizmetleri sektörleri için ivedilikle gerçekleştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Türkiye enerji yoğunluğunun sektörel düzeyde CO₂ emisyonları üzerindeki azaltıcı/yavaşlatıcı etkisini daha belirgin hale getirmek için enerji tasarrufuna daha fazla ağırlık vermelidir. Ek olarak nüfus artış hızı da dünya ortalamasından biraz daha yüksek olduğundan göç ve nüfus artışı ile ilgili yeni planlamalar gerçekleştirilmelidir. Türkiye 1980'lerin ikinci yarısında doğal gazla tanışmış böylece 90'lı yıllardan itibaren kömür tüketiminin büyük şehirlerde (İstanbul ve Ankara gibi) azalması ile hava kirliliğini kayda değer oranda azaltmayı başarmıştır.

Şüphesiz doğal gaz kömür ve petrolden çok daha temiz bir fosil yakıttır ancak günümüzdeki koşullar iklim değişikliği ile mücadele kapsamında yenilebilir enerjinin önemini daha çok vurgulamaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumu yenilenebilir enerji kaynakları açısından (güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle) geniş bir yelpaze sunmaktadır. Yenilebilir enerjinin daha ulaşılabilir fiyatlara inmesi ile birlikte karbon yoğunluğu da azaltılacaktır.

Türkiye'nin sektörel emisyon dağılımı Brezilya, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan diğer ülkelere kıyasla daha homojen bir tablo çizmektedir. O yüzden ki geliştirilecek çevre politikaları sadece elektrik ve ısı üretimi, imalat, ulaşım gibi sektörleri değil aynı zamanda konut sektörü, ticari hizmetler ve kamu hizmetleri gibi diğer hizmetleri de içerecek şekilde planlanmalıdır. Böylece Türkiye CO₂ emisyonlarını hızla artıran ülke konumundan kurtulup, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı koyan ülkelere birisi olmayı başaracaktır.

Kaynakça

- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., & Tunç, G. İ. (2009). A decomposition analysis of CO₂ emissions from energy use: Turkish case. *Energy Policy*, 37, 4689-4699.
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., & Tunç, G. İ. (2011). CO₂ emissions of Turkish manufacturing industry: A decomposition analysis. *Applied Energy*, 88, 2273-2278.
- Akın, G. (2006). Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46 (2), 29-43.
- Ang, B.W. (2004). Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? *Energy Policy*, 32 (9), 1131-1139.
- Appenzerler, T. & Dimick, R. D. (2004). "Dünya Alarm Veriyor." *National Geographic*, Eylül 2004.
- Boyd, G., McDonald, J., Ross, M., Hansont, D., (1987). Separating the changing composition of US manufacturing production from energy efficiency improvements: a Divisia index approach. *The Energy Journal* 8 (2), 77-96.
- Bozoğlu, B., Keskin, B., & Çavdar, S. (2003). Küresel Isınma. Çevre Sorunları Öğrenci Yaklaşımları Sempozyumu, Nisan 2003 – Mersin.
- Dünya Bankası (2020). Dünya Kalkınma Göstergeleri. <https://databank.worldbank.org/home.aspx> (Erişim tarihi: Eylül 2020).
- Ersoy, Ş. (2006). Küremiz Isınıyor. *Bilim ve Ütopya*, 139, 5-13.
- Hatzigeorgiou, E., Polatidis, H., Haralambopoulos, D., (2008). CO₂ emissions in Greece for 1990-2002: a decomposition analysis and comparison of results using the Arithmetic Mean Divisia Index and Logarithmic Mean Divisia Index techniques. *Energy* 33 (3), 492-499.

Işık, M., Sarica, K., & Ari, I. (2020). Driving forces of Turkey's transportation sector CO₂ emissions: An LMDI approach. *Transport Policy*, 97, 210-219.

Karakaya, E., Bostan, A., & Özçağ, M. (2019). Decomposition and decoupling analysis of energy-related carbon emissions in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 32080-32091.

Kumbaroğlu, G. (2011). A sectoral decomposition analysis of Turkish CO₂ emissions over 1990 – 2017. *Energy*, 36, 2419-2433.

Lise, W. (2006). Decomposition of CO₂ emissions over 1980-2003 in Turkey. *Energy Policy*, 34 1841-1852.

Marques, A. C., Leal, P. A., Fuinhas, J. A. (2019). Decoupling economic growth from CO₂ emissions: Decomposition analysis by sectoral factors for Australia. *Economic Analysis and Policy*, 62, 12-26.

Rüstemoğlu, H. (2016). Ekonomik Büyümenin Çevresel Maliyeti: Türkiye ve İran Ölçeğinde CO₂ Emisyonlarının Belirleyicileri. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(7), 2151-2168.

Rüstemoğlu, H. (2019). Factors affecting Germany's green development over 1990-2015: A comprehensive environmental analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (7), 6636-6651.

Shahiduzzaman, M., Alam, K. (2013). Changes in energy efficiency in Australia: A decomposition of aggregate energy intensity using logarithmic mean Divisia approach. *Energy Policy*, 56, 341-351.

Streimikiene, D., Mardani, A., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the Total Environment*, 649, 31-49.

Tornqvist, L., Vartia, P., Vartia, Y.O., (1985). How should relative changes be measured? *American Statistician*, 43-46.

Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency – IEA) (2020). <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESb> ySource. Erişim tarihi: Eylül, 2020.

Ekler

CO₂ emisyonları atmosferde kümülatif olarak biriktiğinden aşağıdaki ek tabloda konut sektörüne etki eden faktörlerin kümülatif ağırlıkları gösterilmektedir

Ek Tablo 1. Türkiye'nin konut sektörü CO₂ emisyonlarının ayrıştırma analizi sonuçları (kümülatif)

	Gelir	Nüfus	Enerji Yoğunluğu	Enerji Yapısı	Karbon Yoğunluğu
90-91	-213829,7	371723,1	242578,8	68839,0	-469310,3
91-92	537832,0	749327,3	-181247,8	501267,1	392821,4
92-93	1920860,8	1135741,5	-149396,3	-1217263,4	310058,4
93-94	522277,3	1485492,4	-240502,8	-1246431,2	-2520835,7
94-95	1865335,5	1841637,4	362502,9	-1572741,7	503265,9
95-96	3248079,0	2238909,8	556835,5	-2826491,8	-217331,5
96-97	4706342,3	2643000,6	-504695,0	-2581486,0	-263161,8
97-98	4879848,8	3027879,3	-1072647,9	-3138966,0	-2696114,2
98-99	3730400,5	3384270,5	-1057155,5	-2245471,0	-2812043,6
99-2000	4884266,6	3740969,5	-25816,2	-4462697,8	-2136722,0
2000-01	3207737,9	4068792,5	-966612,3	-3633781,9	-4676136,2
2001-02	4206185,5	4378073,4	-310283,5	-5315237,9	-2958737,5
2002-03	5129723,2	4708770,7	-211707,3	-5590950,5	-2035836,0
2003-04	7045949,3	5047983,4	-1458574,8	-5857568,1	-1777789,7
2004-05	8979353,2	5398240,2	-2862139,0	-4884797,4	-630657,1
2005-06	10552805,5	5747922,8	-1821179,0	-7333433,0	-1146115,3
2006-07	11629793,7	6093696,0	-1705321,9	-7739813,1	-278354,7
2007-08	11523690,6	6452308,8	-3054007,8	-6648097,1	-273893,5
2008-09	9757532,5	6821591,0	-1431268,7	-8884532,4	-263322,4
2009-10	11680021,2	7220576,5	-2266191,8	-9548959,6	-85446,4
2010-11	14467940,5	7694961,0	-4030898,6	-8885408,5	1753405,6
2011-12	15457747,8	8225630,4	-4079332,1	-11324231,4	1720185,4
2012-13	17458347,0	8750651,0	-6820407,8	-11698237,4	309647,2
2013-14	18425308,1	9244027,3	-8133415,0	-12812263,3	-723657,2
2014-15	19654951,5	9726990,7	-7392561,6	-13773507,0	-215873,6
2015-16	20120393,8	10232812,9	-6980470,2	-14310366,5	937630,0
2016-17	21990549,0	10765461,3	-6998300,9	-14438691,8	1680982,4

Kaynak: Yazar tarafından LMDI yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Benzer şekilde, ticari hizmetler ile kamu hizmetleri sektörlerinin de CO₂ emisyonlarının ayrıştırma analizinin kümülatif sonuçları aşağıdaki ikinci ek tabloda gösterilmektedir.

Ek Tablo 2. Türkiye'nin ticari hizmetler ve kamu hizmetleri için CO₂ emisyonlarının ayrıştırma analizi sonuçları (kümülatif)

	Gelir	Nüfus	Enerji Yoğunluğu	Enerji Yapısı	Karbon Yoğunluğu
90-91	-9719,5	16896,5	11026,3	105175,8	-123378,1
91-92	22982,1	33324,5	-7412,6	154528,0	-203419,9
92-93	80608,4	49425,1	-6085,4	143325,5	-267270,5
93-94	16860,2	65366,9	-10238,1	234868,8	-306853,8
94-95	76799,4	81261,3	16673,4	194544,2	-369273,3
95-96	132109,5	97152,3	24446,7	206710,8	-460413,3
96-97	189304,0	113001,1	-17187,5	382455,4	-667565,9
97-98	196394,8	128730,2	-40398,5	423461,4	-708180,0
98-99	146418,4	144225,6	-39724,9	432078,4	-682988,5
99-2000	217266,6	166127,2	23600,1	775037,8	-182031,8
2000-01	64432,9	196011,8	-62163,6	1183611,9	-381892,1
2001-02	159595,2	225489,5	391,3	1182743,3	-568217,3
2002-03	275527,8	267002,2	12765,6	1656016,7	788687,6

2003-04	626083,2	329058,0	-215336,9	2109323,2	1150872,6
2004-05	1026676,0	401629,7	-506149,3	2619092,7	1458751,0
2005-06	1391220,1	482645,6	-264975,3	3221840,9	1169268,6
2006-07	1669448,7	571972,5	-235044,8	3586512,8	1407110,8
2007-08	1620501,8	737406,0	-857213,8	9946088,4	9553217,7
2008-09	310825,6	1011243,3	346111,6	8917867,3	9413952,2
2009-10	1693535,9	1298205,4	-254389,6	7215189,0	9047459,2
2010-11	3494695,3	1604685,6	-1394493,8	7093314,8	8201799,1
2011-12	4148478,8	1955201,2	-1426484,9	8385828,9	8936976,0
2012-13	5534217,8	2318863,0	-3325123,8	7754505,2	6717537,8
2013-14	6201352,0	2659257,5	-4231005,2	8409200,0	5961196,7
2014-15	7111864,2	3016876,7	-3682426,6	8751173,6	6802512,1
2015-16	7457312,2	3392294,3	-3376575,2	8135950,1	6391019,6
2016-17	8769891,8	3766136,8	-3389089,8	8607130,8	5245930,4

Kaynak: Yazar tarafından LMDI yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.