



**KENTLEŞMENİN ÇEVRE KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE OLGU  
ÖRNEĞİ**

**Dr. Güller ŞAHİN\***

**Prof. Dr. Levent GÖKDEMİR\*\***

**ÖZ**

Hızlı kentleşme, sera gazı salınımlarının zaman içerisinde artış yönlü olmasına neden olmaktadır. Hızlı kentleşmenin temel sonuçlarından biri kentsel alanlardaki çevre kalitesi üzerindeki trafik etkisidir. Motorlu kara taşıtları kaynaklı sera gazı salınımları, kentlerde çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda kentleşme ve trafik faktörlerinin, çevre sorunsalı üzerindeki etkisinin incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen sorunsal çalışmanın hareket noktasını oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, çevre kalitesini değerlendirme kapsamında 1995-2016 zaman aralığı içerisinde Türkiye olgu örneğinde nüfus kentleşmesinin ve motorlu kara taşıtlarının çevre sorunsalı üzerindeki etkilerini incelemektir. Amaca yönelik olarak çevre parametresine ait sera gazı salınımları; kentleşme parametresine ait kırsal nüfus, kırsal nüfus artışı, nüfus artışı, kentsel nüfus ve kentsel nüfus artışı ile motorlu kara taşıtları değişkenleri Kök Ortalama Kare Hataları yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizin birinci aşamasında, nüfus artışının sera gazı salınımları; ikinci aşamasında ise motorlu kara taşıtlarının sera gazı bileşenleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, kentsel nüfus artışının sera gazı salınımları üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğunu; CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ve F gazlarından kaynaklı salınımların, motorlu kara taşıtlarından en fazla otomobil sayısından etkilendiğini göstermiştir.

Sonuçlar doğrultusunda politika önerileri olarak, kentleşme kalitesi için özellikle, tarımsal reform ve kırdan kente göçün tersine çevrilmesi ile ilgili acil stratejiler belirlenerek uygulanmalıdır. Kentler, eko-topluluklara ayrılmalı ve içinde yaşanan eko-sistemlerin taşıma kapasitesine uygun bir şekilde tasarlanmalıdır. Kentle kır arasındaki mesleklerin rotasyonu ve çeşitlendirilmesi yoluyla endüstri ve tarım sektörleri bütünleştirilmelidir. Aynı zamanda, dizel ve benzin yakıt kullanan araç sayısının ivedilikle azaltılması, motorlu kara taşıtlarının egzoz gazlarının iyi bir şekilde kontrol edilmesi, yakıt kalitesinin kontrolünün sağlanması salık verilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Kentleşme, Çevre Kalitesi, Kök Ortalama Kare Hataları Yöntemi.

**JEL Sınıflandırması:** Q50, Q51, Q59.

**EFFECT OF URBANIZATION ON ENVIRONMENTAL QUALITY: TURKEY CASE**

**EXAMPLE**

**ABSTRACT**

Rapid urbanization causes greenhouse gas emission to have a tendency to increase in the course of time. One of the main outputs of rapid urbanization is the traffic effect on environmental quality in urban areas. Motor land vehicles-induced greenhouse gas emissions negatively affect environmental quality in cities. In this regard, there is a need for analysing the effect of urbanization and traffic factors quality on environment problem. The related problem is the starting point of study.

\* Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, drgullersahin@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-5987-359X

\*\* İnönü Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, levent.gokdemir@inonu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2684-6085

The goal of this study is to analyse the effect of motor land vehicles and population urbanization on environmental quality in Turkey case example in the period of 1995-2016 within the scope of evaluation of the urbanization quality. Greenhouse gas emissions belong to the environmental parameter; rural population, rural population increase, population increase, urban population, urban population increase belongs to urbanization parameter, and motor land vehicles variables were analysed by Root Mean Square Error method. Effect of population increase on greenhouse gas emissions was scrutinized in the first stage of analysis; effect of motor land vehicles on greenhouse gas components was evaluated in the second stage of the analysis. With reference to the results, urban population increase has the maximum effect on greenhouse gas emissions; emissions based on CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O and F gases affected by the number of automobiles most among the motor land vehicles.

It can be said for policy recommendations in line with the results that emergent strategies about agricultural reform and reversing the rural-urban migration for urbanization quality should be determined and applied. Cities need to be divided into eco-communities designed in a proper manner to bearing capacity of ecosystems which is lived in. Industrial sector and agricultural sectors should be integrated via rotation and diversification of occupations between urban and rural areas. Moreover, it is advised that a number of vehicles which use diesel fuel and gas ought to be urgently reduced; exhaust gas of motor land vehicles should be controlled well; fuel quality control should be provided as well.

**Keywords:** Turkey, Urbanization, Environmental Quality, Root Mean Square Errors Method.

**JEL Classifications:** Q50, Q51, Q59.

### **Giriş**

*İnsanın doğal dünyayla uzlaşması, artık arzu edilir bir şey değil, zorunlu bir şeydir.*

Bookchin, 2017: 245.

Dünyada kentleşme oranı hızla artarak, 21. yüzyılda çevre kalitesinin belirleyicilerinden biri haline gelmiştir. Kentleşme, temelde kent yoğunluğunu artıran ve bu süreçte yalnızca fiziksel mekânları değil, aynı zamanda insan davranışlarını da değiştiren/dönüştüren kilit bir demografik göstergedir.

Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi'nin (United Nations, Department of Economic and Social Affairs-UNDESA) (2018) verileri, küresel olarak nüfusun %55.3'ünün şehirlerde yaşadığını belirtmektedir. 1950 yılında dünya nüfusunun 751 milyonunun (%30), 2018'de ise nüfusun 4.2 milyarının kent yerleşimlerinde yaşadığı açıklanmaktadır. 2030 yılına gelindiğinde kentlerin insanların %60'ını barındıracağı, 2050 yılında ise dünya nüfusunun %68'inin kentsel nüfus niteliği taşıyacağı ve her üç kişiden birinin en az yarım milyon nüfusa sahip şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir (UNDESA, 2018).

Dünya Kentleşmesinin Beklentileri: 2018 Revizyonu'na göre, günümüzün en çok kentleşmiş bölgeleri arasında ilk sırada Kuzey Amerika (nüfusun %82'si) bölgesi yer almaktadır. Ardılı, Latin Amerika ve Karayipler (%81), Avrupa (%74) ve Okyanusya (%68) gelmektedir. Asya'daki kentleşme düzeyi %50 oranına yaklaşmakta, buna karşılık Afrika nüfusunun %43'ü şehirlerde yaşamaktadır (UN, 2018). Kentsel nüfustaki büyüme, genel nüfus artışından ve kentsel alanlarda yaşayan yüzde oranındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Bu iki faktörün etkisi ile 2050 yılına kadar dünyanın mevcut kentsel nüfusuna 2.5 milyar nüfus daha ekleneceği, bu büyümenin ise %90'ının Asya ve Afrika'da gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (UNDESA, 2018).

Sanayi Devrimi'nden itibaren, tarımsal ve kırsal ekonominin göz ardı edilerek ülkelerin kentleşmeye öncelik verdiği görülmektedir. Kırsal ekonominin kentsel ekonomiye evrilme süreci, dünyadakine benzer şekilde Türkiye'de de kırsal ve kentsel

alanlar arasındaki boşluğu genişletmektedir. Hızlı kentleşmenin çok boyutlu ve geri dönüşümsüz yapısı, çözülmesi çok zor sorunlar üretmektedir. Bu sorunların başlıca öncülleri, altyapı, iletişim, göç, ulaşım, eğitim, sağlık gibi alanlarda kendini göstermektedir. Kentlerdeki konut miktarının artmasının, tarım arazilerine olan talebi artırarak tarım alanlarındaki baskıyı yükselttiği, daha fazla taşıt kullanımına neden olduğu, daha yüksek oranlarda hava kirliliği yarattığı ve daha fazla atık birikimi nedeniyle çevre kalitesini düşürdüğü gözlenmektedir.

Kentleşmenin iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisi, özellikle çevresel koşullardaki yetersiz düzenlemeler nedeniyle, çoğunlukla tropik bölgelerdeki insanların sağlık durumları, geçim kaynakları ve tarım alanları açısından daha şiddetli olmaktadır. Mevcut durumda dünyanın yüzey alanının yaklaşık %3'ünü kaplayan kentsel alanlar, doğal kaynakların yaklaşık %75'inin tükenmesine ve sera gazı (GHG) salınımlarının yüzde 60 ila 80 oranına sebep olmaktadır (Adams ve Klobodu, 2017: 2036).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (The Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC) (2014) Beşinci Değerlendirme Sentez Raporu'nda, kentsel alanlardaki iklim değişikliğinin sebep olduğu, sıcaklık basıncı, fırtınalar ve aşırı yağış, iç ve kıyı taşkınları, toprak kayması, hava kirliliği, kuraklık, su kıtlığı, deniz seviyesinin yükselmesi ve fırtınaların artması gibi olumsuz durumların genişleyerek insanlar, canlılar, ekonomiler ve ekosistemler için riskleri artıracığı tahmin edilmektedir. Bu risklerin ise, özellikle temel altyapı ve hizmetleri olmayan bölgelerde yaşayanlar için daha kötü sonuçlar yaratacağı varsayılmaktadır (IPCC, 2014: 15).

Gerek kentleşmenin bu kadar hızlı bir oranda seyretmesi, gerekse de insan kaynaklı sera gazı salınımlarının küresel ortalama sıcaklıkları artırması ve küresel ısınmanın 1.5° C'nin üzerine çıkma olasılığı (UN, 2019) bağlamında kentleşme ile trafik kalitesinin, çevre sorunsalı üzerindeki etkisinin incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen sorunsal çalışmanın hareket noktasını oluşturmaktadır.

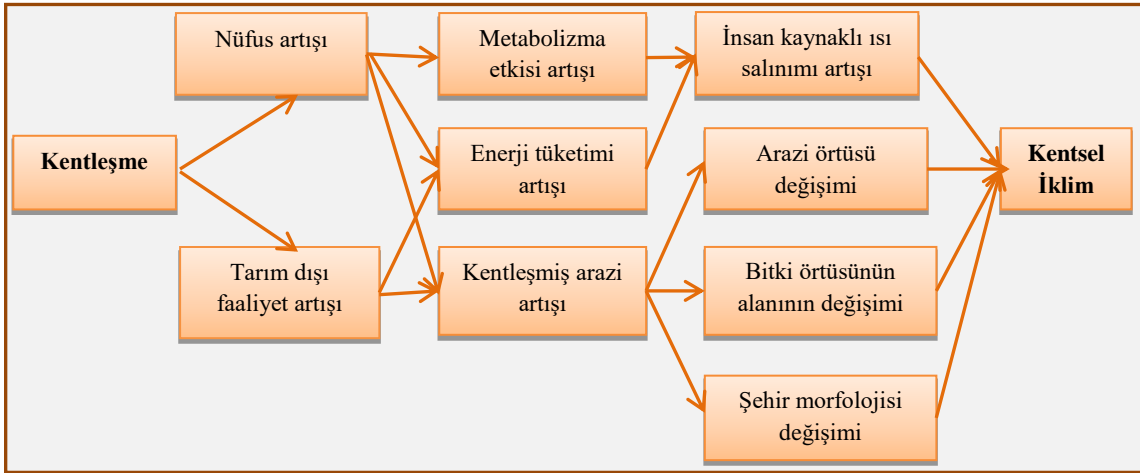
Bu kapsamda çalışmanın amacı, çevre kalitesini değerlendirme kapsamında 1995-2016 zaman aralığı içerisinde Türkiye olgu örneğinde nüfus kentleşmesinin ve motorlu kara taşıtlarının, çevre sorunsalı üzerindeki etkilerini incelemektir. Amaca yönelik olarak, girişin ardılı çalışmanın birinci kısmında, kentleşmenin iklim değişikliği üzerindeki etkisi; ikinci kısmında dünyada ve Türkiye'de sera gazı değişimlerinin durumu belirtilmektedir. Üçüncü kısımda kentleşme, nüfus ve motorlu kara taşıtlar örüntüsünde güncel literatür seçkisinden derlenen literatür incelemesi başlıklarına yer verilmektedir. Çalışmanın dördüncü kısmında ise ampirik analize ait veri kümesi, yöntem ve bulgular alt başlıkları açıklanmakta; çalışma, sonuç ve politika önerileri kısmı ile tamamlanmaktadır.

## 1. Kentleşmenin İklim Değişikliği Üzerindeki Etkisi

Kentleşme ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiler, 21. yüzyılda karşı karşıya kaldığımız en büyük iki zorluk alanını oluşturmaktadır. Bu ilişkiler, kentsel alanların iklim değişikliğine önemli etkisini gösterirken, aynı zamanda iklim değişikliğinin kent nüfusu üzerindeki potansiyel yıkıcı etkilerini de vurgulamaktadır. Gerek kentsel alanların dünya nüfusunun yarısından fazlasını oluşturması, gerekse ekonomik faaliyetlerin çoğunun kentlerde yapılması nedeniyle, şehirlerde yaşayan ve şehirlere göç eden pek çok insanla birlikte, kentsel değişimler iklim değişikliği sorununu anlamada giderek daha da önem kazanmaktadır.

Li vd. (2019) tarafından kentleşmenin neden olduğu değişikliklerin, iklim değişimine yansıtıldığı '*Kentleşme Etki Modeli*' tasarlanmıştır (bkz. Şekil 1). Model, kentleşme ve iklim arasındaki karmaşık etkileşimleri açıklamaktadır. Buna göre,

kentleşme doğrudan nüfusu ve tarım dışı faaliyetleri artırmaktadır. Artan nüfus, metabolizma ve enerji tüketimi artışına bağlı olarak insan kaynaklı ısı salınımını önemli ölçüde artırmakta, barınma gibi diğer işlevler için daha fazla kentsel alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Artan tarım dışı faaliyetler kentleşmiş arazi (örneğin, endüstriyel üretim için kullanılan topraklar) ve enerji talebini yoğunlaştırmakta, bu ise insan kaynaklı ısı salınımını artırmaktadır. Kentleşmiş arazi taleplerindeki artışlar ise, arazi örtüsü, bitki örtüsü ve şehir morfolojisi gibi arazi yüzey özelliklerinde çarpıcı değişikliklerle birlikte meydana gelmektedir. İnsan kaynaklı ısı salınımındaki artış ile arazi yüzey özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin etkisi, kentsel arazinin yüzey özelliklerini ve yüzeye yakın atmosferik sirkülasyonu değiştirmekte, sonuçta kent iklimi de değişime uğramaktadır.



Şekil 1: Kentleşmenin Kentsel İklim Üzerindeki Etki Modeli.

**Kaynak:** Li vd., 2019: 349.

Revi vd. (2014) tarafından kentleşmenin kentsel iklim üzerindeki olumlu ve olumsuz geniş ölçekli etkileri aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

1. Kentsel iklime adaptasyon, sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilir.
  - Kentsel alanların, nüfusun ve ekonomik faaliyetlerin yüksek oranına ev sahipliği yapması ile yüksek oranda küresel sera gazı salınımları üretmesi, kentlerdeki eylemlerin, başarılı bir küresel iklim değişikliğine uyumu için temeldir.
  - Hızlı kentleşme, düşük ve orta gelirli ülkelerdeki büyük şehirlerin hızlı büyümesinin dolayısıyla küresel iklim risklerinin çoğunun kentsel alanlarda yoğunlaşmasının nedenidir.
  - Kentler, yönetim tarafından desteklenen etkili şehir yönetimleri aracılığıyla iklim değişikliğine uyum sağlamak için kullanılabilecek grift sistemlerden oluşur. Bu sistemler, altyapı yatırımları ile bakımını, arazi kullanım yönetimini, geçim kaynağı oluşturmayı ve ekosistem hizmetlerinin korunmasını içerir.
  - Kentsel uyum eylemi, iklim değişikliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirmek için güçlü ve kaynak açısından verimli bir araçtır.
2. Kentsel iklim değişikliği riskleri ile güvenlik açıkları, kentsel merkezlerde, ekonomik koşullarda ve arazi özelliklerinde dünya genelinde artmaktadır
  - Kentsel iklim değişikliğine bağlı riskler, insanlar üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ulusal ekonomileri ve ekosistemleri etkilemektedir.

- İklim değişikliği, geniş altyapı sistemleri, hizmetler, çevre ve ekosistem hizmetleri üzerinde derin etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerle etkileşime girerek, hane halkı refahına yönelik riskleri artırmaktadır.
  - Şehirler ve şehir bölgelerinin yoğunluğu, yerel mikro iklimleri etkileyecek mekânsal bir ölçektir.
3. Kentsel iklim adaptasyonu, hem artan hem de dönüşümsel bir gelişim için fırsatlar sağlamaktadır.
- Kentsel uyum, etkili çok düzeyli kentsel bir risk yönetimi; politika ile teşviklerin uyumlaştırılması; yerel yönetimler ile toplumun uyum sağlama kapasitesi; özel sektörle sinerji ve uygun finansman; kurumsal gelişme kanalları ile geliştirme yörüngelerinde esneklik ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik artan dönüşümsel fırsatlar sunar.
  - Kentsel uyum, işletmelere, hane halklarına ve topluma yönelik riskleri azaltarak ekonomik karşılaştırmalı üstünlüğü artırabilir.
  - Risk azaltma odaklı afet risk yönetimi, risklere maruz kalma ve kırılganlığın giderilmesi sonucunda adaptasyonun geliştirilmesi için güçlü bir temeldir.
  - Ekosisteme dayalı adaptasyon, kentsel esnekliğe önemli bir katkıda bulunur.
  - Etkili kentsel gıda güvenliği ile ilgili önlemler, özellikle düşük gelirli gruplar açısından iklim kırılganlığını azaltabilir.
  - Kaliteli, uygun fiyatlı ve iyi konumlandırılmış konutlar, kentsel iklim değişikliği adaptasyonu için kayıpları en aza indiren güçlü bir temel sağlar.
  - Temel hizmet açıklarının azaltılması ve esnek altyapı sistemlerinin oluşturulması gerekir.
  - Kentsel bölgelerdeki iklim değişikliğine ait tehlikelerin çoğunda, risk seviyeleri kısa vadede artar, ancak yüksek adaptasyon bu risk seviyelerini önemli ölçüde azaltabilir.
4. Etkili kentsel adaptasyonu uygulamak mümkündür ve bu süreç hızlandırılabilir.
- Hükümetler, başarılı kentsel iklim uyarlamasının merkezinde yer almaktadır.
  - Beşeri sermayenin planlanması, tasarlanması ve dağıtılması süreçlerinde iklim risklerine duyarlı olunmalıdır.
  - Yerel yönetimlerde insani ve kurumsal kapasitenin geliştirilmesi, uygulamanın hızlandırılması, ayrıca kentsel uyum sonuçlarının iyileştirilmesi gerekir.
  - Hükümetlerden, özel sektörden ve sivil toplumdan gelen koordineli destek ve yatay öğrenme, kentsel adaptasyona yarar sağlar.
  - Yerel yönetimlerde ve tüm ölçeklerde liderlik, kentsel adaptasyon gündemine geniş bir destek temeli sağlamak için önemlidir.
  - Politik çıkarları ele almak, iklim adaptasyonu için kurumsal desteği harekete geçirmek ve en fazla risk altında olanlara etki sağlamak önemli stratejik adaptasyon kaygılarıdır.
  - Düşük gelirli grupların, yerel yönetimlerle ortaklıklarının güçlendirilmesi etkili bir kentsel uyum stratejisi olabilir.
  - Dünyadaki kentsel merkezler, adaptasyonu uygulamak için kaynak yetiştirme ve tahsis etmede ciddi kısıtlamalar ile karşı karşıyadır. Çoğu düşük ve orta gelirli ülke kentlerinde, hem altyapı yetersizliği hem de finansal kaynaklar ile insan kaynaklarının eksikliği uyum eylemlerini ciddi şekilde kısıtlamaktadır. Küçük şehir merkezleri, adaptasyon yatırımları için ölçek ekonomisi ve yerel kapasiteden yoksundur.
  - Uluslararası finansal kuruluşlar, kentsel alanlarda adaptasyon için sınırlı finansal destek sağlamaktadır.
  - Bilimsel kanıt temelleri, etkili bir adaptasyon eylemi için şarttır.

- İklim değişikliği tahminleri ile ilgili belirsizliklerle başa çıkmak, mevcut güvenlik açıklarını ve uyum maliyetlerini gidermek için yapılan eylemler uygulamaya yardımcı olur.

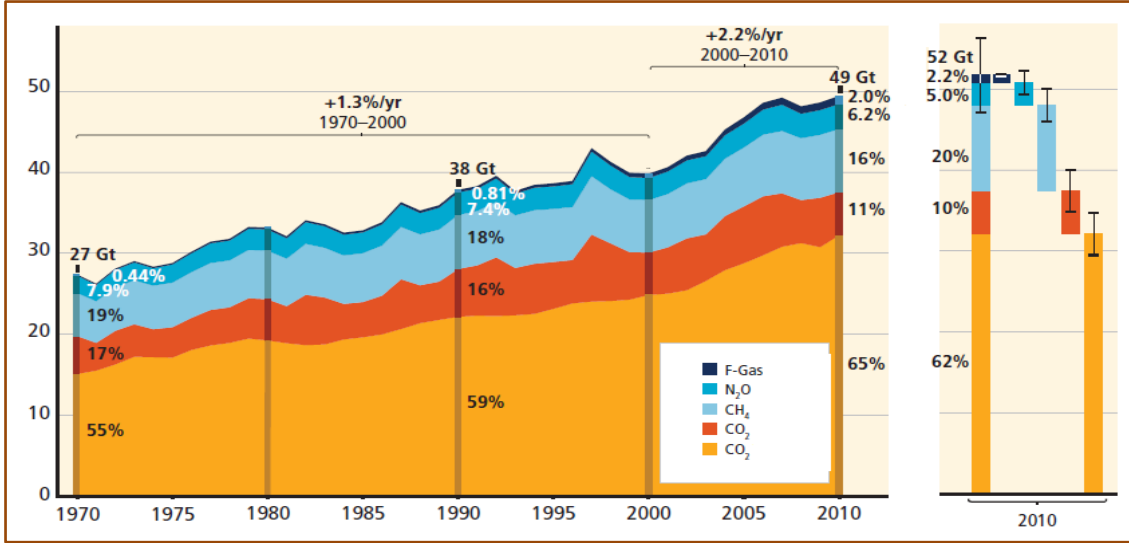
İklim değişikliği risklerine karşı gelecek şehir profillerinin oluşturulması için, a) riski azaltıcı altyapı ve hizmetler, b) uygun sağlık ve güvenlik standartlarına göre inşa edilmiş konutlar, c) yerel yönetimin kapasitesi, d) iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkilerinden kaynaklanan risk seviyeleri olmak üzere dört temel faktör gereklidir.

## 2. Dünyada ve Türkiye’de Sera Gazı Değişimlerinin Durumu

İklim sistemi üzerindeki insan etkisi oldukça belirgindir ve son zamanlarda sera gazlarının insan kaynaklı salınımları, insanlık tarihindeki en yüksek miktarlara ulaşmış durumdadır. 1850 yılından itibaren son 30 yılın her 10 yılında en sıcak yıllar yaşanmıştır. 1983’den 2012’ye kadar olan süreç, Kuzey Yarımküre’de son 1400 yılın en sıcak 30 yılına tanıklık etmiştir. Dünya genelinde kara ve okyanus yüzey sıcaklığı verileri, 1880 ile 2012 arasında sıcaklığın 0.85° C’nin üzerinde arttığını göstermiştir (IPCC, 2014: 2).

İnsan kaynaklı sera gazı salınımları, büyük ölçüde ekonomik büyüme ve nüfus artışı nedeniyle sanayi öncesi dönemden günümüze kadar artmıştır. Bu durum, en azından son 800.000 yılda görülmemiş kadar atmosferik karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) ve azot oksit (N<sub>2</sub>O) yoğunluğuna neden olmuştur. Sonuçta ise, özellikle atmosferik CO<sub>2</sub> salınımlarının, 20. yüzyılın ortalarından itibaren gözlemlenen küresel ısınmaya katkı sağladığını gözler önüne sermiştir. 1750-2011 yılları arasında, atmosferde biriken insan kaynaklı CO<sub>2</sub> salınımlarının yaklaşık %40’ı atmosferde kalmıştır. Geri kalan (%60’ı) salınımlar atmosferden uzaklaştırılmış, ancak bu salınımlar karada (bitkilerde, topraklarda) ve okyanuslarda depolanmıştır. Okyanuslar, salınan insan kaynaklı CO<sub>2</sub> salınımlarının yaklaşık %30’unu absorbe etmiş, bu durum ise okyanusların asitleşmesine neden olmuştur. 1750-2011 dönemindeki insan kaynaklı CO<sub>2</sub> salınımlarının yaklaşık yarısı, son 40 yılda meydana gelmiştir (IPCC, 2014: 4).

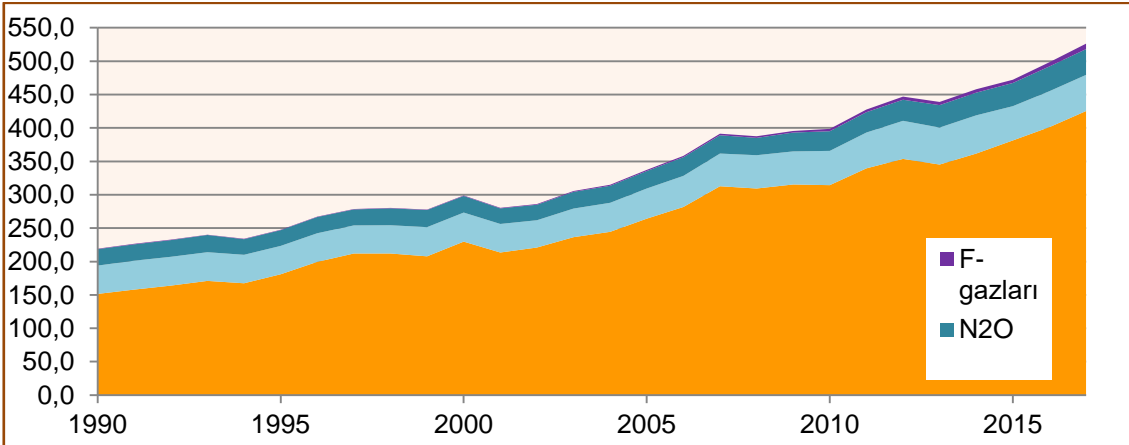
Sera gazı salınımları, gittikçe artan sayıdaki iklim değişikliği azaltma politikalarına rağmen, 1970 yılından 2010 yılına kadar (2000-2010 arasında daha yüksek miktarda) artmaya devam etmiştir. Fosil yakıt yanmasından kaynaklanan CO<sub>2</sub> salınımları ve endüstriyel süreçler, GHG bileşiklerinin yaklaşık %78’ine katkıda bulunmuştur (bkz. Grafik 1) (IPCC, 2014: 5).



**Grafik 1:** Sera Gazı Salınımlarının Dünyadaki Seyri: 1970-2010

**Kaynak:** IPCC, 2014: 5.

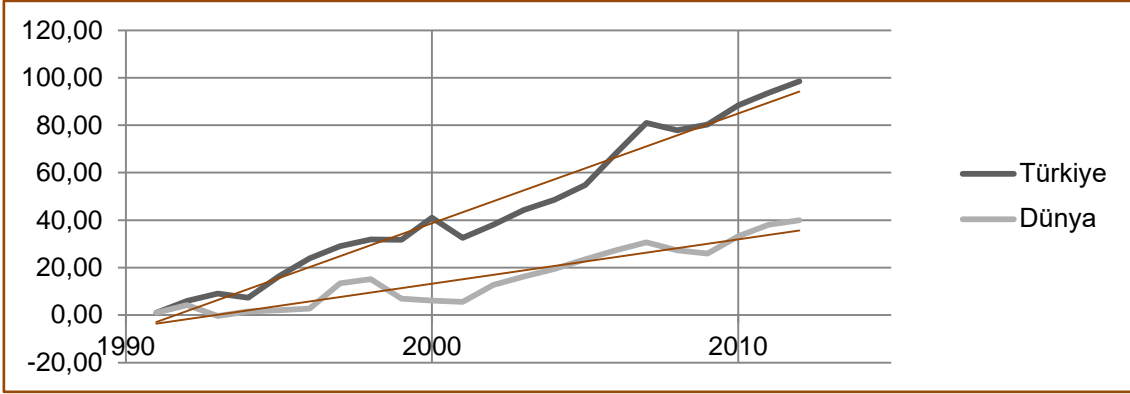
Sera gazı salınımlarının dünyadaki gelişimsel seyrine benzer bir görünüm Türkiye ölçeğinde karşımıza çıkmaktadır (bkz. Grafik 2). 1990-2017 zaman aralığında sera gazları içerisindeki ısınma etkisini en fazla destekleyen ve ısıyı en çok tutma özelliği sergileyen CO<sub>2</sub> salınımları, sera gazı bileşikleri içerisindeki en fazla yeri tutmaktadır. CO<sub>2</sub> bileşimini, sırasıyla, metan, azot oksit ve F-gazları takip etmektedir. 2017 yılındaki veriler dikkate alındığında, toplam sera gazlarının %80.82'si CO<sub>2</sub>, %10.30'u CH<sub>4</sub>, %7.32'si N<sub>2</sub>O ve %1.56'sı ise F-gazları bileşiklerinden oluşmaktadır.



**Grafik 2:** Sera Gazı Salınımlarının Türkiye'deki Seyri: 1990-2017

**Kaynak:** TÜİK, 2019.

Dünya ve Türkiye ekseninde 1990-2012 yılları arasındaki toplam sera gazlarının değişiminin birlikte ele alındığı Grafik 3 incelendiğinde, Türkiye açısından durumun çok daha ciddi olduğu açıktır. 2012 yılında Türkiye'deki sera gazı bileşiklerinin toplam miktarlarının, dünyadaki toplam miktardan yaklaşık olarak 2.5 kat daha yüksek olduğu görülmektedir.



**Grafik 3:** Sera Gazı Salınımlarının % Değişimi: 1990-2012

**Kaynak:** Dünya Bankası, 2019.

Sera gazı salınımlarının tarihsel seyri göz önünde alındığında, artışların devam etmesi durumunda iklim sisteminin tüm bileşenlerinde daha fazla ısınmanın ve uzun süreli değişikliklerin yaşanacağı, insanlar, canlılar ve ekosistemler için şiddetli, geniş ölçekli ve geri dönüşü olmayan etkilerin oluşma olasılığının artacağı aşikârdır.

### 3. Literatür İncelemesi

Güncel literatür seçkisi, kentleşme-sera gazı salınımları ile taşıtlar-sera gazı salınımları arasındaki ilişki için iki alt başlık altında incelenmiştir. Yapılan taramada, literatürde çoğunlukla kentleşme ve sera gazı salınımları arasındaki ilişkiye yönelik çalışmaların ağırlık kazandığı görülmektedir.

#### 3.1. Kentleşme ve Sera Gazı Salınımları Arasındaki İlişkiye Yönelik Literatür İncelemesi

Kentleşme ile sera gazı salınımları arasında literatürde sıkça incelenen *Çevresel Kuznets Eğrisi* (Environmental Kuznets Curve-EKC) hipotezine benzer şekilde bir ilişkinin olduğu varsayılmaktadır. Buna göre kentleşme, sera gazı salınımları üzerinde ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknik etki olmak üzere değişken nitelikte üç farklı etki yaratmaktadır. Kentleşme oranının artması nedeniyle, ölçek etkisinin ortaya çıkması sonucunda büyük ölçekli kamu altyapı yatırımları (ulaşım, yol ağları, temizlik, drenaj sistemleri vb.) yapılmakta, kentsel alanlarda enerji kullanımında keskin bir artış ve sera gazı salınımlarının artmasına eşlik eden kentsel ekonomik faaliyetler yoğunlaşmaktadır. Kompozisyon etkisi ile kentleşme hem olumlu hem de olumsuz çevresel etkiye neden olmaktadır. Kentleşmenin olumsuz çevresel etkisi, büyük miktarda işgücünün tarımsal üretimden kentli sanayi sektörlerine geçiş yapması sonucu sanayi sektörünün büyümesine katkı sağlamasıdır. Diğer yandan, kentsel nüfusun artması hizmetlerin insanlar için daha erişilebilir olduğunu belirlemektedir. Dolayısıyla, bu durum ekonomideki hizmet sektörünün payındaki büyümeyi artırmakta ve ekonomik yapıdaki kayma sera gazı salınımlarını azaltmaktadır. Kentleşmenin sera gazı salınımları üzerindeki etkisinin son kanalı ise, kentleşme düzeyinin yükselmesinin sera gazı salınımları üzerinde olumsuz etkiler yaratan kentsel altyapı ile endüstriyel yığılmanın daha etkin ve etkili kullanılmasına yol açtığı teknik etkidir (Liobikiene ve Butkus, 2019: 1312).

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında yaptıkları çalışmalarda Shafiei ve Salim (2014), OECD ülkelerindeki kentleşme ve sera gazı salınımları arasında EKC'nin varlığını destekleyerek, daha yüksek düzeylerde kentleşme oranlarının çevresel etkileri azalttığını, Kang vd. (2016) ise, Çin'deki mekânsal yayılma etkilerinin CO<sub>2</sub> EKC'nin



şeklini etkilediğini, kentleşmenin ve kömürün yanmasının CO<sub>2</sub> salınımlarını artıran ana faktörler olduğunu; Liang ve Yang (2019), Çin'deki 30 ile ait kentleşme ekonomik büyüme modeli ve eş zamanlı bir denklem modeli oluşturarak, çevre kirliliğinin kentleşme üzerindeki engelleyici etkisini; kentleşme ile çevre kirliliği arasında EKC'nin ters U eğrisi şekline sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Liobikiene ve Butkus (2019) ise, 147 ülke açısından EKC'nin ölçek, kompozisyon ve teknik etki özelliklerini incelemişlerdir. Tahmin sonuçları, kentleşme ve doğrudan yabancı yatırımların sera gazı salınımları üzerindeki ölçek etkisine dair bir kanıt bulunamadığını; analiz edilen tüm faktörler için kompozisyon etkisinin olmadığını; teknik etkinin ise gayri safi yurtiçi hasılanın, kentleşmenin ve ticaretin karbon salınımlarının azaltılmasında hem enerji verimliliğine hem de yenilenebilir enerjiye katkı sağladığını açıklamıştır.

Literatürde yapılan çok sayıda araştırma ise, Al-mulali vd. (2012); Shahbaz vd. (2014); Wang vd. (2014); Li ve Lin (2015); Çetin ve Ecevit (2015); Fang vd. (2015); Han vd. (2015); Wang vd. (2016); Wang vd. (2016a); Wang vd. (2016b); Panagopoulos vd. (2016); Adams ve Klobodu, (2017); Fan vd. (2018); Liu vd. (2018); Du vd. (2019); Dong vd. (2019); Burt vd. (2019); Li vd. (2019) kentsel nüfus artışının sera gazı salınımlarına olumsuz etkisini ortaya koymaktadır.

Al-mulali vd. (2012) çalışmalarında, Doğu Asya ve Pasifik, Doğu Avrupa ve Orta Asya, Latin Amerika ve Karayipler, Orta Doğu ve Kuzey Afrika, Güney Asya, Alt Sahra Afrika ve Batı Avrupa ülkelerini örneklem kümesi olarak seçmişlerdir. Belirtilen ülkelerin %84'ünde kentleşme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salınımları arasında pozitif ve uzun vadeli bir ilişkinin varlığını; geri kalan ülkelerin ise karışık sonuçlara sahip olduğunu; özellikle düşük gelirli ülkelerde kentleşme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salınımları arasında hiç bir ilişki olmadığını göstermişlerdir.

Shahbaz vd. (2014) Birleşik Arap Emirlikleri örneğinde yaptıkları incelemede, ekonomik büyüme ve kentleşmenin CO<sub>2</sub> salınımlarının nedeni olduğunu açıklamışlardır. Wang vd. (2014) Çin özelinde kentleşme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salınımlarının uzun dönemde geri-besleme etkisini yansıtan bir ilişki gösterdiğini; özellikle CO<sub>2</sub> salınımları ve kentleşme arasında iki yönlü pozitif bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Li ve Lin (2015) çalışmalarında, düşük gelirli gruplarda kentleşmenin, CO<sub>2</sub> salınımlarını artırdığı; orta/düşük gelirli ve yüksek gelirli gruplarda kentleşmenin, CO<sub>2</sub> salınımlarını önemli ölçüde artırdığı; orta/yüksek gelir grubu için kentleşmenin, salınımların büyümesini engellemediği; nüfusun ise, yüksek gelirli gruplar dışında salınımları artırdığı sonuçlarını elde etmişlerdir. Çetin ve Ecevit (2015) tahmin sonuçlarında, Sahra-altı ülkelerinde kentleşme, enerji ve CO<sub>2</sub> salınımları arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını; enerji tüketiminin ve kentleşmenin çevre kirliliğinin temel belirleyicileri olduğunu göstermişlerdir. Fang vd. (2015) Çin'in eyalet başkentleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, kentsel alanların büyümesi ile CO<sub>2</sub> salınım seviyeleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu; artan kentsel sürekliliğin, CO<sub>2</sub> salınımlarında azalmaya yol açtığını, ancak kentsel şekil karmaşıklığının, CO<sub>2</sub> salınımları ile ilgili olumlu bir etki yaptığını belirlemişlerdir. Han vd. (2015) ise yüzey, ekili arazi ve PM<sub>2.5</sub> yoğunlukları arasındaki ilişkiyi analiz ederek insan faaliyetlerinin PM<sub>2.5</sub> kirliliği üzerindeki artan etkisi sonuçlarına ulaşmışlardır.

Wang vd. (2016) araştırmalarında, kentleşme oranlarının, Çin'deki CO<sub>2</sub> salınımlarını yükselttiğini; kentleşmenin, CO<sub>2</sub> salınımları üzerindeki etkisinin iller arasında önemli farklılıklar gösterdiğini; kentleşmenin, Çin'in kuzeyindeki bölgesel enerji salınımlarını güçlü bir şekilde etkilediğini; bazı kanıtların, 'kentsel çevreye geçiş teorisi' argümanlarını desteklediğini bulmuşlardır. Wang vd. (2016a), Güneydoğu Asya Uluslar Birliği ülkelerinde kentleşme, enerji kullanımı ve karbon salınımları arasında

uzun dönemli denge eşbütünlük ilişkisinin olduğunu; kentsel nüfustaki %1'lik bir artışın karbon salınımlarında %0.2'lik bir artış meydana getirdiğini; kentleşmeden karbon salınımına doğru tek taraflı kısa dönemli nedensellik ilişkisi bulunduğunu göstermişlerdir. Wang vd. (2016b) BRICS ülkelerinde, kentleşme ve karbon salınımı arasında uzun dönemli denge eşbütünlük ilişkisinin varlığını, uzun vadede kentleşmenin karbon salınımlarının nedeni olduğunu elde etmişlerdir. Panagopoulos vd. (2016), çevre kalitesi ile insan refahı ile ilgili kentsel planlama kapsamında sürdürülebilir şehirlerin, insan refahını en üst düzeye çıkarmak için aynı anda ekonomik olarak uygulanabilir, sosyal olarak adil, politik olarak iyi yönetilebilir ve ekolojik olarak sürdürülebilir olması gerektiği bilgisini vermişlerdir.

Adams ve Klobodu (2017) çalışmalarında, 38 Afrika ülkesinde kentleşme ve çevre bozulması arasındaki ilişkiyi politik faktörler açısından incelemişlerdir. Sonuçlarda, kentleşme, çevresel bozulma ve politik-ekonomik değişkenler (demokrasi, bürokratik kalite) arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu; CO<sub>2</sub> salınımları ile refah ve nüfus arasında pozitif yönlü ilişkilerin varlığının kanıtları sunulmuştur.

Fan vd. (2018) incelemelerinde, Vietnam örneğinde kentleşme, ekonomik kalkınma, çevresel ve sosyal değişimleri içeren birleşmiş dinamikleri modellemişlerdir. Ekonomik kalkınmanın, kentleşmeyi etkilediği; kentleşme ve ekonomik kalkınmanın, sosyal koşulları teşvik ettiği, ancak çevresel bozulmaya katkıda bulunduğu temel bulgularına ulaşmışlardır. Liu vd. (2018), önce kentsel genişleme kalıplarını ardılı su, toprak, hava ve biyo çeşitlilik çevresel unsurlarının göstergelerini birleştirerek çevresel sürdürülebilirliğin dinamiklerini tahmin etmişlerdir. Sonuçlarda, kuzey Çin'de hızlı kentsel genişleme yaşandığı; kentsel arazi alanının, yıllık %7.17 oranında büyüdüğü; hızlı kentsel genişlemenin, çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olumsuz etkisi; çevresel sürdürülebilirlik endeksinin düştüğü görülmüştür.

Du vd. (2019), PM<sub>2.5</sub> yoğunluklarının mekânsal-zamansal değişimini ve mekânsal bağımlılık modelini araştırdıkları çalışmalarında, Çin'de kentleşmenin çok boyutlu yapısının PM<sub>2.5</sub> üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, ekonomik kentleşmenin hava kalitesi üzerinde arazi ve nüfus kentleşmesinden daha güçlü bir etkisi bulunduğunu; özellikle kentleşmenin, PM<sub>2.5</sub> yoğunlukları üzerindeki yayılma etkisini gösteren en iyi gösterge olduğunu; arazi kentleşmesinin, odak/merkez bölgelerde hava kalitesi üzerindeki etkisini; nüfus kentleşmesinin, kent yığılmasında PM<sub>2.5</sub> yoğunlukları üzerinde doğrudan yayılma etkisi olmadığını göstermiştir. Aynı zamanda, kent yığılmasında ortak hava kirliliği kontrolü yapılırken şehir içi ve şehirlerarası kentleşmenin etkisinin göz önünde bulundurulması gerektiğine dair kanıtlar sunulmuştur. Dong vd. (2019), kentleşme ve sanayileşmenin karbon salınımı üzerindeki etkilerini gelir grupları açısından analiz etmişlerdir. Kentleşme ve gelir seviyesinin karbon salınımı üzerinde önemli bir çift eşik etkisinin olduğu; düşük kentleşme aşamasında karbon salınımları ile kentleşme arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı; kentleşmenin, kentleşmenin orta evresindeki karbon salınımları üzerinde olumsuz etkisinin olduğu sonuçlarını elde etmişlerdir. Burt vd. (2019) çalışmalarında, küresel nüfusun kıyı şeridinde yoğunlaşması ve kentleşmenin artmasının, dünyadaki kıyı ekosistemleri üzerinde yarattığı artan baskıyı ele almışlardır. Küresel ağ üniversitesi olarak belirlenen New York Üniversitesi örneğinde, yükseköğretimin uluslararası ölçekte büyümesinin, gelecek nesil karar vericilere hem yerel hem de küresel öneme sahip çevresel sorunları keşfetme fırsatı sunduğu açıklanmıştır.

Li vd. (2019), kentleşmenin hava durgunluğu üzerindeki etkisini değerlendirmek için yüksek çözünürlüğe dayanan kentsel iklim simülasyonlarına dayanan bir yaklaşım önermişlerdir. Çin'deki Shenzhen şehri için karşılaştırma sonuçları, kentleşmenin hava durgunluğu sorununu daha da kötüleştirdiğini göstermiştir. Wang vd. (2019) Çin'deki kentleşme kalitesi ile CO<sub>2</sub> salınımları arasındaki ilişkiyi tahmin etmişlerdir. Sonuçlarda,

kentleşme kalitesinin iller arasındaki CO<sub>2</sub> salınımları üzerindeki etkilerinde önemli ve mekânsal farklılıklar olduğu; şehirleşme kalitesindeki gelişmelerin çoğu ilde CO<sub>2</sub> salınımlarının azaltılmasına katkı sağladığı bulgularına ulaşmışlardır.

### 3.2. Taşıtlar ve Sera Gazı Salınımları Arasındaki İlişkiye Yönelik Literatür İncelemesi

Kentleşme ve motorlu taşıt salınımları arasında anlamlı bir korelasyon olduğunun kanıtını sunan çalışmalar Liu vd. (2014); Walsh (2014); Wang vd. (2014); Pui vd. (2014); Hua vd. (2015); Zhang vd. (2016); Petrovic vd. (2016); Luo vd. (2017) tarafından örneklendirilmiştir.

Liu vd. (2014) çok kirli bir şehir olan Pekin'deki gözlemleri kullanarak ortamdaki ince parçacık sayısı yoğunluklarının kaynak dağılımını araştırmışlardır. Sonuçlarda, trafik (%47.9) ve yanmanın (%29.7) PM<sub>2.5</sub> yoğunluklarının temel nedenleri olduğuna ulaşılmıştır. Walsh (2014) çalışmasında, dizel araç parçacık salınımlarının, kanserojen olmaları ve yüksek oranda organik karbona sahip olan siyah karbon içermeleri nedeniyle ilave endişeler doğurduğunu; son zamanlarda kara karbonun, CO<sub>2</sub>'ten sonra iklim değişikliğine en önemli olumsuz etkiyi yaptığını; dizel ve diğer araçlar (azot oksitler, uçucu organik bileşiklerin oksitleri gibi) tarafından yayılan diğer kirleticilerin, atmosferde ikinci kez dönüşüm geçirdikten sonra 2.5 mikrondan (PM<sub>2.5</sub>) daha küçük ortam parçacıklarına neden olduğunu belirtmiştir. Wang vd. (2014) çalışmalarının sonuçlarında, Şanghai kent merkezindeki taşıt salınımlarının bir miktar daha fazla katkısı olması haricinde, endüstriyel sürecin bütün şehirde toplam PM<sub>2.5</sub> kütlesine daha fazla katkı sağladığını; endüstriyel süreç ve taşıt salınımlarının, Şanghai'daki nitrat oranının yerel katkısı olmasına rağmen, kent merkezinde taşıt salınımlarının katkısının oldukça büyük olduğunu açıklamışlardır. Pui vd. (2014) örnekleme, kimyasal analiz ve kaynak dağıtma modellerine dayalı çalışmalarında, Çin'deki başlıca PM<sub>2.5</sub> kaynaklarının kömürün yanması, motorlu taşıt emisyonları ve endüstriyel kaynaklar olduğunu tespit etmişlerdir.

Hua vd. (2015), Çin'in Yangtze Nehri Deltası'ndaki PM<sub>2.5</sub> parçacıklarının kaynak dağılımının analizini incelemişlerdir. PM<sub>2.5</sub>'in öncelikle ikincil kirleticilerden ve birincil emisyonlardan (araç ve biyokütle yanmasından) kaynaklı olduğunu; taşıt salınımları ve biyokütle yanmasının (bölgesel taşımacılık tarafından taşınarak yerel konut faaliyetlerinin yaydığı kirleticiler dâhil) PM<sub>2.5</sub>'in en önemli birincil kaynakları olduğunu bulmuşlardır.

Zhang vd. (2016) dünyanın en kalabalık şehirlerinden biri olan Macao'daki yerel araç emisyonlarından kaynaklanan CO ve PM<sub>2.5</sub> yoğunluklarını haritalandırmışlardır. Sonuçlar, trafik akış dinamiğinin araç emisyonlarının zamansal ve mekânsal düzenleri üzerindeki güçlü etkisini; benzinli taşıtlardan kaynaklanan tahmini CO<sub>2</sub> salınımlarının yakıt tüketimi ile istatistiksel olarak uyumlu olduğunu göstermiştir. Petrovic vd. (2016) ise, kentleşme ve trafiği çevre kalitesi açısından değerlendirdikleri çalışmalarında, CO<sub>2</sub> salınımları üzerinde en yüksek etkiyi kentsel nüfus artışının gösterdiğini; kurşun ve sülfür oksit yoğunluklarını en fazla etkileyen faktörün binek araçlar olduğunu belirlemişlerdir.

Luo vd. (2017) çalışmalarında, çevre kalitesi için yakıt kalitesinin iyileştirilmesi ve daha katı araç salınım standardının uygulanmasını, motorlu araçların kullanımını azaltmanın PM<sub>2.5</sub> salınımlarını azaltmanın en etkili yolu olduğunu vurgulamışlardır.

## 4. Ampirik Analiz

Çalışmanın amacı, çevre kalitesini değerlendirme kapsamında 1995-2016 zaman aralığı içerisinde Türkiye olgu örneğinde nüfus kentleşmesinin ve motorlu kara taşıtlarının çevre sorunsalı üzerindeki etkilerini incelemektir.

#### 4.1. Veri Kümesi

Du vd. (2019) ile Wang vd. (2019a) kentleşme kalitesinin çok boyutlu yapısını ele aldıkları çalışmalarında, kentleşmeyi ekonomik kentleşme, arazi kentleşmesi, nüfus kentleşmesi, sosyal ve kapsamlı kentleşme alt sistem katmanları şeklinde ele almışlardır. Çalışmada kentleşme kalitesi, nüfus kentleşmesi doğrultusunda incelenmiş; değişkenlerin belirlenmesi söz konusu alt sistem katmanına göre seçilmiştir.

Çevre parametresine ait sera gazı salınımları; kentleşme parametresine ait kırsal nüfus, kırsal nüfus artışı, nüfus artışı, kentsel nüfus ve kentsel nüfus artışı ile motorlu kara taşıtları değişkenleri Kök Ortalama Kare Hataları yöntemi ile analiz edilmiştir. Çevre kalitesinin açıklayıcı parametrelerini bulmak amacıyla oluşturulan veri kümesine ait içsel vektörler aşağıdaki gibidir:

$$GHG = (RP, RPG, PG, UP, UPG)$$

[1]

$$CO_2, CH_4, N_2O, F_g = (C, M, B, V, T, SPV, TR)$$

[2]

Vektör 1'de yer alan  $GHG$  değişkeni, sera gazı salınımlarını ( $CO_2$  eşdeğeri, kt);  $RP$  değişkeni, kırsal nüfusu (toplam nüfusun %'si);  $RPG$  değişkeni, kırsal nüfus artışını (yıllık %);  $PG$  değişkeni, nüfus artışını (yıllık %);  $UP$  değişkeni, kentsel nüfusu (toplam nüfusun %'si) ve  $UPG$  değişkeni, kentsel nüfus artışını (yıllık %) göstermektedir. İlgili verilere, Dünya Bankası'nın dünya gelişme göstergeleri web sitesinden ulaşılmıştır. Vektör 2'de yer alan  $CO_2$  değişkeni, karbondioksit bileşiğini;  $CH_4$  değişkeni, metan bileşiğini;  $N_2O$  değişkeni, azot oksit bileşiğini;  $F_g$  değişkeni F-gazlarını;  $C$  değişkeni, otomobil sayısını;  $M$  değişkeni, minibüs sayısını;  $B$  değişkeni, otobüs sayısını;  $V$  değişkeni, kamyonet sayısını;  $T$  değişkeni, kamyon sayısını;  $SPV$  değişkeni, özel amaçlı taşıt sayısını ve  $TR$  değişkeni, traktör sayısını simgelemektedir. İlgili verilere, Türkiye İstatistik Kurumu'nun konularına göre istatistikler web sitesinden ulaşılmıştır.

#### 4.2. Yöntem

Ampirik analizde kullanılan Kök Ortalama Kare Hataları (Root Mean Square Error-RMSE) yöntemi, artıkların (tahmin hataları/kalıntıları) standart sapmasıdır. Artıklar, regresyonun veri noktası/noktalarından ne kadar uzak olduğunu belirtmektedir. RMSE ise söz konusu artıkların yayılma ölçüsünü vermektedir. Diğer bir ifadeyle, verinin en uygun çizgi etrafında ne kadar yoğunlaştığını göstermektedir (Barnston, 1992).

RMSE aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$RMSE = \sqrt{(f - o)^2}$$

[3]

Formüldeki  $f$  notasyonu, tahminleri (beklenen değerler veya bilinmeyen sonuçlar);  $o$  notasyonu, gözlenen değerleri (bilinen sonuçlar) açıklamaktadır. Kare farklarının üzerindeki simge ortalamayı nitelemektedir ( $(f - o)^2$ ).

RMSE farklı bir formülle ifade edildiğinde:

$$RMSE_{fo} = (\sum_{i=1}^N (z_{fi} - z_{oi})^2 / N)^{1/2} \quad [4]$$

Denklik [4] içerisinde yer alan  $\Sigma =$  toplamı,  $(z_{fi} - z_{oi})_{sup} > 2 =$  farkları, kareleri ve  $N =$  örneklem büyüklüğünü açıklamaktadır.

Yöntemin mantığı, artıkların karelerinin ve ortalamasının bulunması, ardılı sonuçların karekökünün alınması şeklinde işlemektedir.

Verilerin ne kadar büyük olduğuna bağlı olarak:

$$RMSE = \sqrt{1 - r^2} SD_y \quad [5]$$

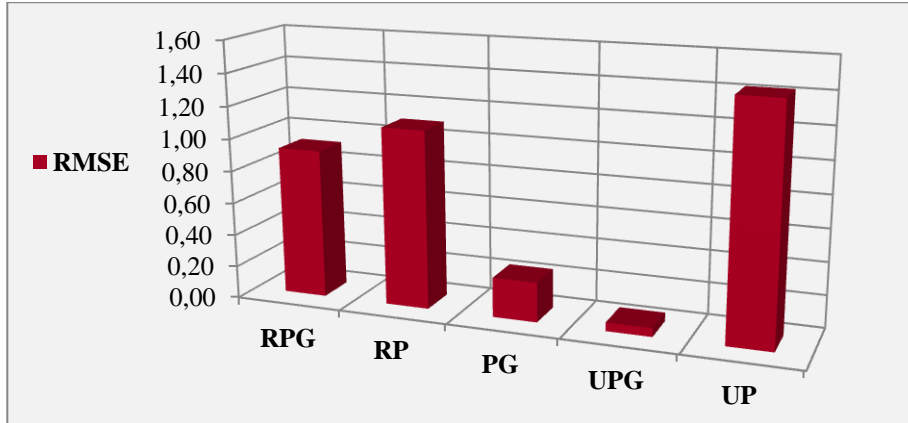
$SD_y$ ,  $Y$ 'nin standart sapmasıdır.

RMSE girdileri olarak standart gözlemler ve tahminler kullanıldığında, korelasyon katsayısı ile doğrudan bir ilişki vardır. RMSE değeri, 0 ila  $\infty$  aralığında yer almaktadır. Değerin 0'a yakın olması, tahmincilerin daha iyi performansa sahip olduğu anlamına gelmektedir. Örneğin, korelasyon katsayısı 1 olduğunda, RMSE 0 olacaktır. Çünkü tüm noktalar regresyon çizgisindedir ve dolayısıyla hiçbir hata yoktur.

Kök Ortalama Kare Hataları, deneye dayalı sonuçları doğrulamak için yaygın olarak klimatoloji, tahmin ve regresyon analizlerinde kullanılmaktadır.

### 4.3. Bulgular

Türkiye olgu örneğinde 1995-2016 zaman aralığı için yapılan analizin birinci aşamasında, kentleşme ve nüfus artışının sera gazı salınımları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, Grafik 4 içerisine aktarılmıştır:



**Grafik 4:** Nüfusla İlgili Verilerin Sera Gazı Salınımları Üzerindeki Etkisi

Grafik, kentleşme ve nüfus artışına ait beş girdi parametresi için en küçük RMSE oranının ( $UPG = 0.05$ ) kentsel nüfus artışı değişkeninde olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgu, kentleşme ve nüfus artışının, sera gazı salınımları üzerindeki en yüksek etkiye sahip olduğu değişkenin kentsel nüfus artışı olduğunu açıklamaktadır.

Analizin ikinci aşamasında, motorlu kara taşıtlarının sera gazı bileşenleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Amaç, motorlu kara taşıtlarının hava içerisindeki  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$  ve  $F_g$  bileşiklerinin yoğunlukları üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bulgular, Tablo 1 içerisinde yer almaktadır:

**Tablo 1:** Motorlu Kara Taşıtlarının Sera Gazı Bileşenlerine Etkisi

Girdiler	Çıktı 1 – $CO_2$	Çıktı 2 – $CH_4$	Çıktı 3 – $N_2O$	Çıktı 4 – $F_g$
----------	------------------	------------------	------------------	-----------------

<i>C</i>	RMSE: 0.3590	RMSE: 0.2480	RMSE: 0.2051	RMSE: 0.0747
<i>M</i>	RMSE: 0.4431	RMSE: 0.3061	RMSE: 0.2531	RMSE: 0.0923
<i>B</i>	RMSE: 0.4679	RMSE: 0.3233	RMSE: 0.2674	RMSE: 0.0973
<i>V</i>	RMSE: 0.3961	RMSE: 0.2739	RMSE: 0.2264	RMSE: 1.0000
<i>T</i>	RMSE: 0.4230	RMSE: 0.2922	RMSE: 0.2417	RMSE: 0.0881
<i>SPV</i>	RMSE: 0.3920	RMSE: 0.2709	RMSE: 0.2240	RMSE: 0.0810
<i>TR</i>	RMSE: 0.5277	RMSE: 0.3642	RMSE: 0.3013	RMSE: 0.1126

Tablo 1 içerisinde havadaki  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$  ve  $F_g$  bileşiklerinin yoğunlukları üzerindeki trafik etkisi gösterilmektedir. Motorlu kara taşıtlarından en fazla otomobil sayısının,  $CO_2 = 0.3590$ ,  $CH_4 = 0.2480$ ,  $N_2O = 0.2051$ ,  $F_g = 0.0747$  kaynaklı salınımlar üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

## 5. Sonuç ve Politika Önerileri

Kümülatif sera gazı salınımlarının, insanlık tarihi ile benzer bir çizgide 21. yüzyıl ve sonrasında küresel iklim değişikliğini büyük ölçüde belirlemeye devam edeceği varsayılmaktadır. Sera gazı salınımlarının etkileri, hem sosyo-ekonomik gelişmeye hem de iklim politikasına bağlı olarak geniş bir yelpazede değişmektedir. Kentleşme ve buna bağlı olarak motorlu kara taşıtlarının sayısındaki artışın, sera gazı salınımlarının üretilmesi yoluyla küresel iklim değişikliğine olumsuz güçlü bir etkisi olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda kentleşme ve trafik faktörlerinin, çevre sorunsalı üzerindeki etkisinin incelenmesine ihtiyaç duyulmuştur ve söz konusu sorunsal çalışmanın hareket noktasını oluşturmuştur.

Çalışmada, çevre kalitesini değerlendirme kapsamında 1995-2016 zaman aralığı içerisinde Türkiye olgu örneğinde nüfus kentleşmesinin ve motorlu kara taşıtlarının çevre sorunsalı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu doğrultuda, çevre parametresine ait sera gazı salınımları; kentleşme parametresine ait kırsal nüfus, kırsal nüfus artışı, nüfus artışı, kentsel nüfus ve kentsel nüfus artışı ile motorlu kara taşıtları değişkenleri Kök Ortalama Kare Hataları yöntemi ile analiz edilmiştir.

Bulgulardan ulaşılan sonuçlar, sera gazı salınımları üzerinde en yüksek etkiye kentsel nüfus artışının sahip olduğunun;  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$  ve  $F_g$  kaynaklı salınımların, motorlu kara taşıtlarından en fazla otomobil sayısından etkilendiğinin kanıtlarını sunmuştur.

Elde edilen sonuçlar, literatür taramasında yer alan Shahbaz vd. (2014); Wang vd. (2014); Liu vd. (2014); Walsh (2014); Wang vd. (2014); Pui vd. (2014); Hua vd. (2015); Çetin ve Ecevit (2015); Fang vd. (2015); Wang vd. (2016); Zhang vd. (2016); Wang vd. (2016a); Wang vd. (2016b); Petrovic vd. (2016); Panagopoulos vd. (2016); Luo vd. (2017); Adams ve Klobodu, (2017); Fan vd. (2018); Liu vd. (2018); Du vd. (2019); Li vd. (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlikler içermektedir.

Sonuçlar paralelinde karar vericiler için politika önerileri olarak, kentleşme kalitesi için özellikle, tarımsal reform ve kırdan kente göçün tersine çevrilmesi ile ilgili

acil stratejiler belirlenmeli ve uygulanmalıdır. Kentler, eko-topluluklara ayrılmalı ve içinde yaşanan eko-sistemlerin taşıma kapasitesine uygun bir şekilde tasarlanmalıdır. Kentle kır arasındaki mesleklerin hem rotasyonu hem de çeşitlendirilmesi yoluyla endüstri ve tarım sektörleri bütünleştirilmelidir. Kentle kırın ekolojik bütünleşmesi, zanaatkarlığın canlandırılması ve doğrudan yerel demokrasiye dayanmalıdır. Ayrıca, dizel ve benzin yakıt kullanan araç sayısı azaltılmalı, motorlu kara taşıtlarının egzoz gazları iyi bir şekilde kontrol edilmelidir. Ayrıca, trafik sıkışıklığı göz önüne alınarak kara yollarının doğru planlanması ve yakıt kalitesinin kontrolünün sağlanması salık verilmektedir.

Aynı zamanda, ekonomik büyümenin gelişmeden çok değişimi içerecek bir olgu olarak görülmesi, halkın çevre kalitesi konusunda bilinçlenme düzeyinin artırılması ve gelecek vizyonu için özellikle toplumun tüm kesimlerini içerecek bir planlamanın yapılması gerçeğidir.

## KAYNAKLAR

ADAMS, S. ve KLOBODU, E. K. M., (2017), "Urbanization, democracy, bureaucratic quality, and environmental degradation", **Journal of Policy Modelling**, C. 39, S. 2017: s. 1035-1051.

AL-MULALI, U., SAB, C. N. B. C., ve FEREDOUNI, H. G., (2012), "Exploring the bi-directional long run relationship between urbanization, energy consumption, and carbon dioxide emission", **Energy**, C. 46, S. 1: s. 156-167.

BARNSTON, A. G., (1992), Correspondence among the Correlation, RMSE, and Heidke Forecast Verification Measures; Refinement of the Heidke Score, Notes and Correspondence, Climate Analysis Center, s. 699-709.

BOOKCHIN, Murray, (2017), **Ekolojik Bir Topluma Doğru**, İstanbul: Sümer Yayıncılık.

BURT, J. A., KILLILEA, M. E., ve CIPRUT, S., (2019), "Coastal urbanization and environmental change: Opportunities for collaborative education across a global network university", **Regional Studies in Marine Science**, C. 26, S. 2019: s. 1-10.

ÇETİN, M., ve ECEVİT, E., (2015), "Urbanization, Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Sub-Saharan Countries: A Panel Cointegration and Causality Analysis", **Journal of Economics and Development Studies**, C. 3, S. 2: s. 66-76.

DONG, F., WANG, Y., SU, B., HUA, Y., ve ZHANG, Y., (2019), "The process of peak CO<sub>2</sub> emissions in developed economies: A perspective of industrialization and urbanization", **Resources, Conservation & Recycling**, C. 141, S. 2019: s. 61-75.

DU, Y., WAN, Q., LIU, H., LIU, H., KASPER, K., ve PENG, J., (2019), "How does urbanization influence PM<sub>2.5</sub> concentrations? Perspective of spill over effect of multi-dimensional urbanization impact", **Journal of Cleaner Production**: s. 1-23, Doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.222.

FAN, P., OUYANG, Z., NGUYEN, D. D., NGUYEN, T. T. H., PARK, H., ve CHEN, J., (2018), "Urbanization, economic development, environmental and social changes in transitional economies: Vietnam after Doimoi", **Landscape and Urban Planning**, C. xxx, S. xxxx: s. 1-11.

FANG, C., WANG, S., ve LI, G., (2015), "Changing urban forms and carbon dioxide emissions in China: a case study of 30 provincial capital cities", **Applied Energy**, C. 158, S. 2015: s. 519-531.

HAN, L., ZHOU, W., ve LI, W., (2015), "City as a major source area of fine particulate (PM<sub>2.5</sub>) in China", **Environmental Pollution**, C. 206: s. 183-187.

HUA, Y., CHENG, Z., WANG, S., JIANG, J., CHEN, D., CAI, S., FU, X., FU, Q., CHEN, C., XU, B., ve YU, J., (2015), "Characteristics and source apportionment of PM<sub>2.5</sub>, during a fall heavy haze episode in the Yangtze River Delta of China", **Atmospheric Environment**, C. 123: s. 380-391.

IPCC, (2014), Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf).

KANG, Y.-Q., ZHAO, T., ve YANG, Y.-Y., (2016), "Environmental Kuznets curve for CO<sub>2</sub> emissions China: a spatial panel data approach", **Ecological Indicators**, C. 63, S. 2016: s. 231-239.

LI, K., ve LIN, B., (2015), "Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO<sub>2</sub> emissions: does the level of development matter?", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, C. 52, S. 2015: s. 1107-1122.

LI, Z., ZHOU, Y., WAN, B., CHEN, Q., HUANG, B., CUI, Y., ve CHUNG, H., (2019), "The impact of urbanization on air stagnation: Shenzhen as case study", **Science of the Total Environment**, C. 664, S. 2019: s. 347-362.

LIANG, W., ve YANG, M., (2019), "Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China", **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, C. 21, S. 2019: s. 1-9.

LIOBIKIENE, G., ve BUTKUS M., (2019), "Scale, composition, and technique effects through which the economic growth, foreign direct investment, urbanization, and trade affect greenhouse gas emissions", **Renewable Energy**, C. 132, S. 2019: s. 1310-1322.

LIU, Z., HU, B., LIU, Q., SUN, Y., ve WANG, Y., (2014), "Source apportionment of urban fine particle number concentration during summertime in Beijing", **Atmospheric Environment**, C. 96: s. 359-369.

LIU, Z., DING, M., HE, C., LI, J., ve WU, J., (2018), "The impairment of environmental sustainability due to rapid urbanization in the dryland region of northern China", **Landscape and Urban Planning**, C. xxx, S. xxxx: s. 1-16.

LUO, J., DU, P., SAMAT, A., XIA, J., CHE, M., ve XUE, Z., (2017), Spatiotemporal Pattern of PM<sub>2.5</sub> Concentrations in Mainland China and Analysis of Its Influencing Factors using Geographically Weighted Regression, *Scientific Reports*, 7: 40607: s. 1-14, Doi: 10.1038/srep40607.

PANAGOPOULOS, T., DUQUE, J. A. G., ve DAN, M. B., (2016), "Urban planning with respect to environmental quality and human well-being", **Environmental Pollution**, C. 208, S. 2016: s. 137-144.

PETROVIC, N., BOJOVIC, N., ve PETROVIC, J., (2016), "Appraisal of urbanization and traffic on environmental Quality", **Journal of CO<sub>2</sub> Utilization**, C. 16, S. 2016: s. 428-430.

PUI, D. Y., CHEN, S.-C., ve ZUO, Z., (2014), "PM<sub>2.5</sub> in China: Measurements, sources, visibility and health effects, and mitigation", **Particuology**, C. 13, S. 1: s. 1-26.

REVI, A., SATTERTHWAITE, D., ARAGÓN-DURAND, F., CORFEE-MORLOT, J., KIUNSI, R. B. R., PELLING, M., ROBERTS, D., SOLECKI, W., GAJJAR, S. P., ve SVERDLIK, A., (2014), "Towards transformative adaptation in cities: the IPCC's Fifth Assessment", **Environment & Urbanization**, C. 26, S. 1: s. 11-28.



SHAFIEI, S., ve SALIM, R. A., (2014), "Non-renewable and renewable energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions in OECD countries: a comparative analysis", **Energy Policy**, C. 66, S. 2014: s. 547-556.

SHAHBAZ, M., SBIA, R., HAMDİ, H., ve OZTURK, I., (2014), "Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates", **Ecological Indicators**, C. 45, S. 2014: s. 622-631.

TÜİK, Konularına Göre İstatistikler, [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1019](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019), (11.04.2019).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018), The World's Cities in 2018-Data Booklet (ST/ESA/SER.A/417).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018), World Urbanization Prospects: The 2018 Revision [key facts].

United Nations, Climate Change, Action on Climate and SDGs <https://unfccc.int/action-on-climate-and-sdgs>, (04.04.2019).

WANG, S. FANG, C., GUAN, X., PANG, B., ve MA, H., (2014), "Urbanization, energy consumption, and carbon dioxide emissions in China: a panel data analysis of China's provinces", **Applied Energy**, C. 136, S. 2014: s. 738-749.

WANG, Q., WU, S., ZENG, Y., ve WU, B., (2016), "Exploring the relationship between urbanization, energy consumption, and CO<sub>2</sub> emissions in different provinces of China", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, C. 54, S. 2016: s. 1563-1579.

WANG, Y., LI, L., CHEN, C., HUANG, C., HUANG, H., FENG, J., WANG, S., WANG, H., ZHANG, G., ZHOU, M., CHENG, P., WU, M., SHENG, G., FU, J., HU, Y., RUSSELL A. G., ve WUMAER, A., (2014), "Source apportionment of fine particulate matter during autumn haze episodes in Shanghai, China", **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, C. 119: s. 1903-1914.

WANG, Y., CHEN, L., ve KUBOTA, J., (2016a), "The relationship between urbanization, energy use and carbon emissions: evidence from a panel of Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries", **Journal of Cleaner Production**, C. 112, S. 2016: s. 1368-1374.

WANG, Y., LI, L., KUBOTA, J., HAN, R., ZHU, X., ve LU, G., (2016b), "Does urbanization lead to more carbon emission? Evidence from a panel of BRICS countries", **Applied Energy**, C. 168, S. 2016: s. 375-380.

WANG, Y., LI, X., KANG, Y., CHEN, W., ZHAO, M., ve LI, W., (2019a), "Analyzing the impact of urbanization quality on CO<sub>2</sub> emissions: What can geographically weighted regression tell us?", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, C. 104, S. 2019: s. 127-136.

WALSH, M. P., (2014), "PM<sub>2.5</sub>: global progress in controlling the motor vehicle contribution", **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, C. 8, S. 1: 1-17.

Worldbank, <https://databank.worldbank.org/data/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1ff4a498/Popular-Indicators#https://data.worldbank.org/> (05.04.2019).

ZHANG, S., WU, Y., HUANG, R., WANG, J., YAN, H., ZHENG, Y. ve HAO, J., (2016), "High-resolution simulation of link-level vehicle emissions and concentrations for air pollutants in a traffic-populated East Asian city", **Atmospheric Chemistry and Physics**, C. 16, S. (15): s. 1-38.