

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
KENTLEŞME VE ÇEVRE SORUNLARI BİLİM DALI

AKILLI ŞEHİRLER'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Besa NİKC

KOCAELİ 2022

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
KENTLEŞME VE ÇEVRE SORUNLARI BİLİM DALI

AKILLI ŞEHİRLER'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Besa NİKC

Doç.Dr. Fatih AKBULUT

KOCAELİ 2022

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
KENTLEŞME VE ÇEVRE SORUNLARI BİLİM DALI

AKILLI ŞEHİRLER'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Besa NİKC

Doç.Dr. Fatih AKBULUT

Tezin Kabul Edildiği Enstitü Yönetim Kurulu Karar ve No: 29/06/2022-19

KOCAELİ 2022

ÖNSÖZ

Tez çalışmanın gerçekleştirilmesindeki destek ve katkılarından dolayı danışman hocam Doç. Dr. Fatih AKBULUT'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince yanımda olan aileme özellikle anneme ve aramızda olmayan babama teşekkürü bir borç bilirim.

Besa NIKC

Mayıs 2022



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xviii
HARİTALAR LİSTESİ.....	xv
TABLolar LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. AKILLI ŞEHİR TANIMI	5
1.1. AKILLI ŞEHİR BİLEŞENLERİ.....	7
1.1.1. Akıllı İnsanlar.....	8
1.1.2. Akıllı Mobilite.....	9
1.1.3. Akıllı Çevre.....	9
1.1.4. Akıllı Ekonomi	9
1.1.5. Akıllı Yönetişim.....	10
1.1.6. Akıllı Yaşam	10
1.2. AKILLI ŞEHİRİN ARAÇLARI	11
1.2.1. Nesnelerin İnterneti (IoT)	11
1.2.2. Bilgi ve İletişim Teknolojisi (ICT)	11
1.2.3. Büyük Veri ve Yapay Zeka (Big Data and Artificial Intelligence)	11
1.2.4. Açık veri (Open Data).....	12
1.2.5. Bulut Bilişim ve Edge Bilişim (Cloud and Edge Computing)	12
1.2.6. 3D Teknolojileri	13
1.2.7. Blok Zincir Teknolojisi (Blockchain Technology)	13
1.2.8. Uçan göz (Drone).....	14
1.2.9. Jeo-Uzamsal Teknoloji (Geospatial Technology).....	14
1.2.10. Siber-Fiziksel Sistem (Cyber-Physical System).....	14
1.2.11. 5G Teknolojisi	15

1.3. AKILLI ŞEHİR UYGULAMALARI.....	15
1.3.1. Akıllı Şebeke	15
1.3.2. Akıllı Sayaçlar	16
1.3.3. Akıllı Ulaşım	16
1.3.4. Akıllı Kavşak	16
1.3.5. Akıllı Otopark	17
1.3.6. Akıllı Aydınlatma.....	17
1.3.7. Akıllı Bina	17
1.3.8. Akıllı Sulama	18
1.3.9. Akıllı Atık	18
1.3.10. Akıllı Sağlık-Bakım.....	18
1.3.11. Akıllı Endüstriyel Ortam.....	19

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENERJİ TANIMI.....	20
2.1. YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARI	20
2.1.1. Fosil Yakıtlar	20
2.1.1.1. Petrol.....	21
2.1.1.2. Kömür	24
2.1.1.3. Doğal gaz	27
2.1.1. Nükleer Enerji	30
2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	33
2.2.1. Güneş Enerjisi	33
2.2.2. Rüzgar Enerjisi	36
2.2.3. Hidro Enerjisi.....	35
2.2.4. Jeotermal Enerjisi.....	42
2.2.5. Biyokütle Enerjisi.....	45
2.3. KORONAVİRÜS PANDEMİSİ VE KARANTİNA SIRASINDA KÜRESEL ENERJİ İNCELEMESİ	50
2.3.1. Petrol	53
2.3.2. Kömür	55
2.3.3. Doğal Gaz.....	55
2.3.4. Nükleer Enerji.....	56

2.3.5. Yenilenebilir	57
2.3.6. Elektrik	58
2.4. TÜRKİYE ENERJİ TARİHİ.....	33
2.4.1. Chumhuriyet Öncesi Dönem.....	60
2.4.2. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı Öncesi Dönem (1923-32)	60
2.4.3. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı Öncesi Dönem (1933-38)	60
2.4.4. İkinci Beş Yıllık Sanayi Planı (1938-42).....	61
2.4.5. Liberal Ekonomi Deneme Dönemi (1946-60)	61
2.4.6. BYKP'nda Enerji Görünümü	61
2.4.6.1. Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1963-1967	61
2.4.6.2. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1968-1972	62
2.4.6.3. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1973-1977.....	62
2.4.6.4. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983.....	62
2.4.6.5. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989.....	63
2.4.6.6. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1989-1994	63
2.4.6.7. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1996-2000.....	63
2.4.6.8. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005.....	64
2.4.6.9. Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013.....	64
2.4.6.10. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı 2014-2018	64
2.4.6.11. Onbirinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2019-2023	65
2.4.7. Ulusal Enerji Verimliliği'ne Yönelik Eylem Planı.....	66
2.4.8. Türkiye Enerji Görünümü	68
2.4.7.1. Petrol	68
2.4.7.2. Doğal Gaz.....	69
2.4.7.3. Elektrik	66
2.4.7.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	74
2.4.7.5. Nükleer Enerji	75
2.4.7.6. Kömür	75

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	77
3.1. ULUSLARARASI ÇEVRE ANLAŞMALARI.....	82
3.1.1. Hava Kirliliği ve Dünya Atmosferi Nedeniyle Uluslararası Çevre Anlaşmaları	86

3.2. SERA GAZI EMİSYONUNUN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	89
3.2.1. Sera Gazı Emisyonunun Başlıca Kaynakları	90
3.2.2. Enerji Yakma ve Kullanım Yoluyla CO ₂ Salınımı.....	96
3.3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ'NİN ETKİLERİ	98
3.3.1. Küresel Doğal ve Teknolojik Afetler	102
3.4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ AZALTMA VE UYUM	106
3.4.1. İklim Değişikliğini Azaltma Stratejileri.....	106
3.4.2. İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri	107

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ	108
4.1. AKILLI ŞEHİR ÖRNEKLERİ	108
4.1.1. Türkiye'de Akıllı Şehir Kapsamında Çalışmalar ve Uygulamalar....	112
4.1.1.1. İstanbul	112
4.1.1.2. Kocaeli.....	115
4.1.1.3. Ankara.....	119
4.1.1.4. Konya	120
4.1.1.5. Antalya	125
4.2. AKILLI ŞEHİR KAPSAMINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI.....	127
4.2.1. Türkiye'de ve Dünyada Akıllı Şehir Kapsamında Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	127
4.2.1.1. Türkiye'de Akıllı Şehir Kapsamında Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	127
4.2.1.2. Dünyada Akıllı Şehir Kapsamında Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	132
SONUÇ.....	139
KAYNAKÇA	145
ÖZGEÇMİŞ.....	166

ÖZET

Bu çalışma kapsamında enerji verimliliği ve sürdürülebilirliği sağlamak için öncelikle akıllı şehir konsepti kullanılarak ve teknolojiden yararlanılarak Türkiye'de ve Dünya'da uygulanmış proje örnekleri değerlendirilmiştir. Çalışmada akıllı şehir tanımından başlamak üzere akıllı şehir bileşenlerine, dünyada genel olarak üretilen ve tüketilen enerji kaynaklarına ve COVID-19 sürecinde enerji tüketimindeki değişiklikler ve etkilere kısaca değinilmiştir. Sanayi Devrimi'ne uzanan ve fosil kaynakların yakılmasıyla birlikte atmosfere salınan sera gazların miktarının artması sonucunda iklim değişikliği ve küresel ısınmanın büyük ölçüde tetiklendiği tespit edilmiştir. Küresel ısınmanın etkilerini azaltmak için yenilenemez enerjiden yenilenebilir ve temiz enerji kullanımına ağırlık vererek küresel ısınmanın kısmen azaltılabileceği tahmin edilmektedir. Literatür incelemesi yöntemi çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların yanı sıra araştırmada döküman incelemesi metodu kullanarak BP, IEA, NASA, NOAA ve EM-DAT'ın yayımladığı iklim değişikliğinin etkileri ve enerji verileri incelenmiştir. Türkiye ve Dünya'da akıllı şehirler kapsamında kullanılan teknolojiler, stratejiler ve uygulanmış olan projelerden alınan sonuçlara göre çevre, ulaşım, altyapı, sağlık, güvenlik gibi alanlarda toplanmış olan veriler yoluyla doğru ve gerçek zamanlı karar vermekte bir ilerleme kaydedildiği görülmektedir. Devletler kendi enerji ihtiyaçlarının daha az fosil yakıt ve daha fazla temiz enerjiden elde edilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılmasına yönelik politikalar izlemektedirler. Sonuç olarak akıllı şehirler yaklaşımı çerçevesinde çeşitli sensörlerin kullanılmasıyla enerji kayıplarının önlenmesi, anlık müdahale, enerji talebinden fazla üretim yapılmaması, iklim şartlarına göre dizayn yapılması gibi hem enerji verimliliğinin sağlanması hem de küresel ısınmanın ve atmosfere salınan emisyonların azaltılması ve önlenmesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Akıllı Şehir, Enerji Verimliliği, İklim Değişikliği, Yenilenemez Enerji, Yenilenebilir Enerji.

ABSTRACT

Within the scope of this study, first of all, the examples of projects implemented in Turkey and in the World by using the smart city concept and making use of technology were evaluated in order to ensure energy efficiency and sustainability. Definition of a smart city, the components of a smart city, generally produced and consumed energy resources over the world, and changes and effects in energy consumption during the COVID-19 are briefly mentioned. Dating back to the Industrial Revolution the burning of fossil resources and realization of greenhouse gases into the atmosphere has drastically increased and as a result of this climate change or global warming is found to be triggered. The effects of global warming could have been reduced by focusing on the use of renewable and clean energy instead of non-renewable energy use. In addition to the studies carried out within the framework of the literature review method, the effects of climate change and energy data published by BP, IEA, NASA, NOAA and EM-DAT were examined by using the document review method in the research. According to the results obtained by the technologies, strategies and projects implemented within the scope of smart cities in Turkey and in the world, it is seen that progress has been made in making correct and real-time decisions through the data collected in areas such as energy, environment, transportation, infrastructure, health and public safety. States follow policies of obtaining their own energy needs from less fossil fuels and more clean energy. As a result, within the framework of the smart cities approach, energy efficiency will be provided, as well as reduction and prevention of global warming and emissions into the atmosphere through the application of various sensors emphasize the prevention of energy losses, instantaneous intervention, production on demand, and designing according to the climatic conditions is found to be helpful.

Keywords: Smart City, Energy Efficiency, Climate Change, Non-Renewable Energy, Renewable Energy.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AK	: Avrupa Komisyonu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AI	: Artificial Intelligence (Yapay Zeka)
ASEAN	: Association of Southeast Asian Countries (Güneydoğu Asya Ülkeler Birliği)
AYKOME	: Altyapı Koordinasyon Merkezi
AGR	: Advanced Gas-cooled Reactor (Gelişmiş Gaz-soğutmalı Reaktör)
ATUS	: Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
BSI	: British Standards Institution (İngiliz Standartları Kurumu)
BIS	: Department for Business, Innovation and Skills (İşletme, İnovasyon ve Beceriler Departmanı)
BP	: British Multinational Oil and Gas Company Headquartered in London, England (İngiltere'de bulunan İngiliz Çokuluslu Petrol ve Gaz Şirketi)
BWR	: Boiling Water Reactor (Kaynar Su Reaktörü)
BNEF	: Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg Yeni Enerji Finansmanı)
BAE	: British Aerospace - UK's Largest Defence and Security Company (İngiltere'nin En Büyük Savunma ve Güvenlik Şirketi - İngiliz Havacılık)
BECCS	: Bioenergy with Carbon Capture and Storage (Karbon Yakalama ve Depolama ile Biyoenerji)
BCF	: Billion Cubic Feet (Milyar Fit Küp)
BCM	: Billion Cubic Metres (Milyar Metreküp)
BTU	: British Thermal Unit (İngiliz Termal Birimi)
BYKP	: Beş Yıllık Kalkınma Planı
CWI	: Centrum Wiskunde & Informatica
CIS	: Commonwealth of Independent States (Bağımsız Devletler Topluluğu)
COP	: Conference of the Parties (Taraflar Konferansı)
CDM	: Clean Development Mechanism (Temiz Gelişim Mekanizması)
CPS	: Cyber Physical System (Siber-Fiziksel Sistemi)
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlandırma Sistemi)
CCS	: Carbon Capture and Storage (Karbon Yakalama ve Depolama)
CHP	: Combined Heat and Power (Birleşik Isı ve Güç)
CFCs	: Chlorofluorocarbons (kloroflorokarbonlar)
CH ₄	: Methane (Metan)
CRED	: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi)
DER	: Distributed Energy Resource (Dağıtılmış Enerji Kaynağı)
DASK	: Doğal Afet Sigortaları Kurumu
EJ	: Exajoule
EU	: European Commission (Avrupa Komisyonu)
EM-DAT	: Emergency Events Database -A global database on natural and technological disasters (Acil Durum Veri Tabanı -Doğal ve teknolojik afetler hakkında küresel bir veri tabanı)
EMAS	: Environmental Management Association of Singapore (Singapur Çevre Yönetimi Derneği)

ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETF	: Exchange-Traded Fund (Borsa Yatırım Fonu)
EMEP	: European Monitoring and Evaluation Programme (Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı)
ESHOT	: Elektrik Su Havagazı Otobüs Trolleybüs
ENSİA	: Enerji Sanayicileri ve İş Adamları Derneği
EV	: Electric Vehicle (Elektrikli Araçlar)
EBYS	: Elektronik Belge Yönetim Sistemi
EDS	: Elektronik Denetleme Sistemleri
EDF	: European Development Fund (Avrupa (AB) Gelişim Fonu)
ERDF	: European Regional Development Fund (Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu)
EGO	: Elektrik Gaz Otobüs Genel Müdürlüğü
FNR	: Fast Neutron Reactor (Hızlı Nötron Reaktörü)
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FSRU	: Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi
GW	: Gigawatt
GT	: Gigatonne
GWEC	: Global Wind Energy Council (Küresel Rüzgar Enerji Konseyi)
GCF	: Green Climate Fund (Yeşil İklim Fonu)
GHG	: Greenhouse Gas (Sera Gazı)
GNSS	: Global Navigation Satellite Systems (Küresel Konum Belirleme Sistemi)
GSM	: Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem)
GDP	: Gross Domestic product (GSYİH: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla)
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
GASKI	: Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi
GTFS	: The General Transit Feed Specification (Genel Transit Yem Spesifikasyonu)
HTTP	: Hypertext Transfer Protocol (Üstmetin Transfer Protokolü)
HTF	: High-Frequency Trading (Yüksek Frekanslı Ticaret)
HIS	: Hospital Information System (Hastane Bilgi Sistemi)
HAWT	: Horizontal Axis Wind Turbines (Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri)
HFC	: Hydrofluorocarbon (Hidroflorokarbon)
HBFC	: Hydrobromofluorocarbon (Hidrobromoflorokarbon)
HCFC	: Hydrochlorofluorocarbons (Hidrokloroflorokarbon)
HGL	: Hydrocarbon Gas Liquid (Hidrokarbon Gaz Sıvı)
H2O	: Dihydrogen Monoxide (Dihidrojen Monoksit)
HES	: Hidroelektrik Santral
HVAC	: Heating, Ventilation, and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma, ve Klima)
ICTs	: Information and Communication Technologies (Bilgi ve İletişim Teknolojileri)
IoT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
IFTTT	: Programming Conditional Statement "if this, then that" (Programlama Koşullu İfadesi "eğer buysa, o zaman bu")
IP	: İnternet Protocol (İnternet Protokolü)

IZAYDAŞ	: Izmit Atık ve Artıkları Arıtma , Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketini
ITS	: Information Technology Services (Bilgi Teknolojisi Hizmetleri)
ITS	: Intelligent Transportation System (Akıllı Ulaşım Sistemi)
IEC	: International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektronik Komisyonu)
IMF	: International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
IEA	: International Energy Agency (Ulusal Enerji Ajansı)
IRENA	: International Renewable Energy Agency (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı)
İSTAÇ	: İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
İSKI	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
IR	: Infrared Radiation (Kızılötesi radyasyon)
JI	: Joint Implementation (Ortak uygulama)
JFS	: Japan For Sustainability (Sürdürülebilirlik İçin Japonya)
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt-Hour (Kilovat Saat)
KTOE	: Kilotonne of Oil Equivalent (Kiloton Petrol Eşdeğeri)
KİT	: Kamu iktisadi teşebbüsü
KOSAGA	: Konya Sabit GNSS Ağı
KTEP	: konut sektörü için Türkiye enerji dengesi tablosu
KKC	: Kavşak Kontrol Cihazı
KOSKİ	: Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
KGYS	: Kent Güvenlik Yönetim Sistemi
KOMEK	: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Meslek Edindirme Kursları
kWh	: Kilowatt saat
LED	: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
LPG	: Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
LNG	: Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)\
LTE	: Long Term Evolution (yüksek hızlı mobil internet)
MW	: Megawatt
MB/D	: Millions of Barrels per Day (Günde Milyonlarca Varil)
MEBİS	: Medipol Bilgi Eğitim Sistemi
MT	: Megaton
MTOE	: Mega Tonnes of Oil Equivalent (Mega Ton Petrol Eşdeğeri)
MTEP	: Million-Ton Equivalent (Milyon Ton Eşdeğeri)
milyon Sm3	(standart metreküp) :Doğal Gaz Stok Miktarları
M.Ö.	: Milattan Önce
NEST	: National Employment Savings Trust (Ulusal İstihdam Tasarruf Güveni)
NGL	: Natural Gas Liquid (Doğalgaz Sıvı)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi)
NGS	: Nükleer Güç Santrali
NOX	: Nitrogen Oxide (Nitrojen Oksit)
N2O	: Nitrous Oxide (Azot Oksit)
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

OPEC	: Organization of the Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkelerin Organizasyonu)
O3	: Ozone
PWC	: Price Waterhouse Coopers
PWR	: Pressurized Water Reactor (Basınçlı Su Reaktörü)
PHWR	: Pressurized Heavy-Water Reactor (Basınçlı Ağır Su)
PPB	: Parts per Billion (Milyar Başına Parça)
PPM	: Parts per Million (Milyonda Parça)
PPT	: Parts per Thousand (Bin Parça)
PV	: Photovoltaic (Fotovoltaik)
PJ	: Petajoule
PM	: Particulate Matter (Partikül Madde)
REST	: Representational State Transfer (Temsili Durum Transferi)
RBMK	: Reactor Bolshoy Moshchnosti Kanalny, High-Power Channel Reactor (Reaktör Bolşoy Moshchnosti Kanalny, Yüksek Güçlü Kanal Reaktörü)
SG	: Smart Grid (Akıllı Şebeke)
SM	: Smart Meters (Akıllı Sayaçlar)
SO2	: Sulphur Dioxide (Kükürt Dioksit)
SF6	: Sulphur Hexafluoride (Kükürt Heksaflorür)
SLNG	: Singapore Liquefied Natural Gas (Singapur Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
SLS	: Smart Lighting Systems (Akıllı Aydınlatma Sistemleri)
SLE	: Super Low Energy (Süper Düşük Enerji)
SMS	: Kısa Mesaj Servisi
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition (Merkezi Denetim ve Veri Toplama)
TES	: Thermal Energy Storage (Termal Enerji Depolama)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TKM	: Trafik İşletim Merkezi
TWH	: Terawatt-Hour (Terawatt-Saat)
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TANAP	: Azerbaycan ile Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TSKB	: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TWh	: Terawatt-hour (terawatt-saat)
TAEK	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
UI	: User Interface (Kullanıcı Arayüzü)
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)
UNEP	: United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UV	: Ultraviolet (Ultraviyole)
UC	: Universal Composability (Evrensel Birleştirilebilirlik)
UA	: University of Arizona (Arizona Üniversitesi)
UKOME	: Ulaşım Koordinasyon Merkezi
UEVEP	: Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı

VoIP	: Voice Over İnternet Protocol (İnternet Protokolü Üzerinden Seslendirme)
VOC	: Volatile Organic Compounds (Uçucu Organik Bileşikler)
VAWT	: Vertical-Axis Wind Turbine (Dikey Eksenli Rüzgar Türbini)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
WPR	: Wireless Port Request (Kablosuz Bağlantı Noktası İsteği)
W/M2	: Watt per Square Metre (Metrekare Başına Watt)
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Destek Mekanizması
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Petrol Üretimi	22
Grafik 2: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Petrol Tüketimi	23
Grafik 3: 2008-2018 Yılları Arası Sektörlere Göre Petrol Tüketimi.....	24
Grafik 4: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Kömür Üretimi.....	25
Grafik 5: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Kömür Tüketimi	25
Grafik 6: 2008-2018 Yılları Arası Sektörlere Göre Kömür Tüketimi	26
Grafik 7: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi	28
Grafik 8: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Doğal Gaz Tüketimi	29
Grafik 9: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Nükleer Üretimi.....	30
Grafik 10: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Nükleer Tüketimi	32
Grafik 11: 2008-2018 Yılları Arası Sektörlere Göre Nükleer Tüketimi.....	32
Grafik 12: 2008-2019 Yılları Arası Kurulan Güneş Enerji Kapasitesi.....	34
Grafik 13: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Güneş Enerji Üretimi.....	35
Grafik 14: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Güneş Enerji Tüketimi	36
Grafik 15: 2008-2019 Yılları Arası Kurulan Rüzgar Enerji Kapasitesi	38
Grafik 16: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Rüzgar Enerji Üretimi	39
Grafik 17: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Rüzgar Enerji Tüketimi.....	39
Grafik 18: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Hidro Enerji Üretimi	41
Grafik 19: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Hidro Enerji Tüketimi	42
Grafik 20: 2008-2019 Yılları Arası Kurulan Jeotermal Enerji Kapasitesi	43
Grafik 21: 2008-2019 Yılları Arası Jenerasyon-Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Yenilenebilir Enerjiler.....	44
Grafik 22: 2008-2019 Yılları Arası Tüketim-Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Yenilenebilir Enerjiler.....	45
Grafik 23: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Biyoyakıt Üretimi.....	46
Grafik 24: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Biyoyakıt Tüketimi	47
Grafik 25: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Elektrik Üretimi.....	48
Grafik 26: 2018 ve 2019 Yılları'nda Akaryakıtle Elektrik Üretimi	49
Grafik 27: 1900-2020 Yılları Arası Küresel Birincil Enerji Talebindeki Değişim Oranı	50
Grafik 28: 1990-2021 Yılları Arası Dünya GSYİH'sındaki Yıllık Değişim Oranı... 51	
Grafik 29: 2019-2021 Yılları Arası Seçili Bölgelerde GSYİH'deki Değişim Oranı	51
Grafik 30: Bölgelere Göre 2020 Yılında Enerji Talebi ve 2021 Enerji Talebinin 2019	

Seviyelerine Göre Değişim Oranı	52
Grafik 31: 2019 Seviyelerine Göre 2020 ve 2021'de Üç Aylık Petrol Talebindeki Değişim	54
Grafik 32: 2000-2021 Yılları Arası Bölgelere Göre Kömür Tüketimi	55
Grafik 33: 2019-2021 Yılları Arası Bölge ve Sektör Bazında Doğal Gaz Talep Artışı	56
Grafik 34: 2020-2021 Yılları Arası Teknoloji, Ülke ve Bölgeye Göre Yenilenebilir Elektrik Üretimi Artışı	57
Grafik 35: 2020 ve 2021'de Bölgelere Göre Elektrik Talebindeki Değişim.....	58
Grafik 36: 2020 ve 2021'de Elektrik Üretimindeki Değişim.....	59
Grafik 37: 2017-2020 Yılları Arası Petrol Piyasası Genel Görünümü	68
Grafik 38: 2017-2021 Yılları Arası Sektörlere göre Doğal Gaz Tüketim Dağılımı (%)	70
Grafik 39: 2010-2020 Yılları Arası Elektrik Kurulu Güç Birincil Enerji Kaynaklar Paylarının Gelişimi (MW).	72
Grafik 40: 2000-2020 Yılları Arası Birincil Kaynaklara göre Elektrik Brüt Üretimi	72
Grafik 41: 1880-2020 Yılları Arası Küresel Kara-Okyanus Sıcaklık Endeksi.....	78
Grafik 42: 1993-2020 Yılları Arası Küresel Ortalama Deniz Seviyesi	79
Grafik 43: 1979-2019 Yılları Arası Arktik Deniz Buzu – Minimum	79
Grafik 44: 2002-2021 Yılları Arası Antarktika Kitle Değişimi.....	80
Grafik 45: 2002-2021 Yılları Arası Grönland Kitle Varyasyonu	80
Grafik 46: 2005-2021 Yılları Arası Doğrudan Ölçümler	81
Grafik 47: 1975-2020 Yılları Arası Sera Gazı Emisyonlar'ın Konsantrasyonu	93
Grafik 48: 1959-2020 Yılları Arası CO2 Yıllık Ortalama Küresel Büyüme Oranı .	94
Grafik 49: 1984-2020 Yılları Arası CH4'ün Yıllık Küresel Artışı	94
Grafik 50: 2001-2020 Yılları Arası N2O'nun Yıllık Küresel Artışı	95
Grafik 51: 2000-2020 Yılları Arası SF6'nın Yıllık Küresel Artışı	96
Grafik 52: Küresel enerji ile ilgili CO2 emisyonları, 1990-2021 ve yakıtla CO2 emisyonlarındaki değişim, 1990-2021	96

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1: 1900-2021 Yılları Arası Doğal Afetlerin Küresel Olayları	102
Harita 2: 1900-2021 Yılları Arası Teknolojik Felaketlerin Küresel Olayları.....	103
Harita 3: 1900-2021 Yılları Arası Doğal Afetlerden Toplam Tahmini Hasar (ABD Doları)	103
Harita 4: 1900-2021 Teknolojik Afetlerden Kaynaklanan Toplam Tahmini Hasar (ABD Doları)	104
Harita 5: 1900-2021 Yılları Arası Doğal Afetlerden Toplam Ölümler	105
Harita 6: 1900-2021 Yılları Arası Teknolojik Afetlerden Kaynaklanan Toplam Ölümler	105

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Nükleer Enerji ile Elektrik Üreten Ülkeler	31
Tablo 2: Yatırımlar ve Elde Edilmesi Öngörülen Tasarrufların 2017-2023 ve 2024-2033.....	66
Tablo 3: Enerji yoğunluğu, 2015-2023. (Bin TEP/Milyar).....	67
Tablo 4: Toplam Enerji Arzı, 2023, 2030 ve 2050. (Bin TEP/Milyar).....	67
Tablo 5: Nihai Enerji Tüketimi, 2023, 2030 ve 2050. (Bin TEP/Milyar).....	67
Tablo 6: 2021 Yılı Petrol Piyasası Genel Görünümü.....	69
Tablo 7: Doğal Gaz Piyasası Görünümü (milyon Sm ³).....	69
Tablo 8: Lisanslı ve Lisanssız Kurulu Güç, Puant Talep, Lisanslı ve Lisanssız Elektrik Üretimi, Tüketim, İthalat ve İhracat Verileri.	71
Tablo 9: Sektörlere Göre Elektrik Tüketimi, 2017-2020 (MWh)	73
Tablo 10: Otomobil Pazarının Motor Türüne Göre Dağılımı	74
Tablo 11: Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW).....	75
Tablo 12: Uluslararası Çevre Anlaşmaları Kapsamı	82
Tablo 13: Uluslararası Çevre Anlaşmalar	86
Tablo 14: İklim Değişikliğinin Etkileri.....	98
Tablo 15: Akıllı Şehirlerde Strateji ve Eylemler.....	110
Tablo 16: İstanbul'da Akıllı Şehir Kapsamında Projeler	113
Tablo 17: Kocaeli'de Akıllı Şehir Kapsamında Projeler.....	116
Tablo 18: Ankara'da Akıllı Şehir Kapsamında Projeler	119
Tablo 19: Konya'da Akıllı Şehir Kapsamında Projeler	121
Tablo 20: Antalya'da Akıllı Şehir Kapsamında Projeler	122

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Akıllı Şehir Bileşenleri	7
Şekil 2: Ocak 2022 Döneminde Doğal Gaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı (%).....	70
Şekil 3: 2020-2021- Ocak 2022 Yılı Faturalanan Tüketimin Tüketici Türüne Göre Dağılımı (%)	73

GİRİŞ

Son yıllarda nüfustaki hızlı artış ve bunun çevre ve kaynaklar üzerindeki büyük etkisi nedeniyle daha iyi planlama ve yönetime ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultusunda akıllı şehirler, yenilikçi teknolojileri kullanarak artan nüfusa ve ihtiyaçlara uyum sağlayacak kentsel yerleşimlerin geleceği olarak kabul edilmektedir. Bu tezde akıllı şehirler kavramını kullanarak enerji verimliliğinin sağlanmasını ve diğer yandan enerji kullanımının iklim değişikliği üzerindeki bağlantısı ve etkisini ele alınmaktadır. Tarih boyunca enerji ihtiyaçları, çevre ve insanlar için bir dereceye kadar tehlikeli olmayan farklı şekillerde sağlanmıştır. Ancak son yıllarda sanayi devrimine kadar uzanan dönem dikkate alındığında, fosil yakıtlardaki artışa bağlı olarak CO₂ ve diğer sera gazı emisyonlarının salımının iklim değişikliği ve küresel ısınma üzerinde büyük etkisi olmuştur.

Birleşmiş Milletler (BM) projeksiyonları, dünya nüfusunun yüzyılın ortasına kadar yaklaşık 9,7 milyona ulaşacağını ve bu sayının yüzyılın sonuna kadar 11 milyarı geçeceğini tahmin ediyor (UN, 2019). Nüfus artışı ve kentleşme ile birlikte şehirler altyapı ve olanakların eşit olmayan dağılımı, çevresel bozulma ve kirlilik, artan enerji talebi, su ve gıdanın eşit olmayan dağılımı gibi birçok zorlukla karşı karşıyadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek, akıllı bir şehrin sunduğu sürdürülebilir çözümler gerektirir. Her alanda sürdürülebilirliği ve özellikle enerji talebindeki artış nedeniyle çevresel etkilerini azaltmak için enerji kullanımını daha verimli hale getirmek, yenilenemeyen kaynakların kullanımını azaltmak ve yenilenebilir ve sürdürülebilir kaynaklara geçmek çok önem kazanmıştır (Cortese, Almeida, Batista vd., 2022, 1-15). Yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek teknik potansiyel gerektirdiği unutulmamalıdır ve yeni bilgi teknolojisi uygulamalarının, enerji verimliliğinin sağlanmasına yardımcı olacağı ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltacağını tespit edilmiştir (Moriarty ve Honnery, 2019: 2-7).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) altıncı raporu, sera gazı emisyonlarının küresel ısınmaya neden olduğunu ortaya koymuştur. Rapora göre daha az kirlilik yaratan sürdürülebilir çözümler arama ihtiyacı önem kazanmıştır (IPCC

AR6, 2021) ve akıllı şehirler bu konulara yönelik en iyi strateji olarak görülmektedir (Kiyong, 2021, 10). Dünya çapında, akıllı şehirler yaklaşımının kentsel sorunları çözmek için kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Örneğin, Amsterdam, kentsel yönetimde teknoloji kullanımını artıran 'Amsterdam Akıllı Vatandaşlar Laboratuvarı' projesini başlattı; Almanya, karbon emisyonları ve gürültü kirliliği, elektrikli araçları teşvik, enerji tasarrufu ve verimliliği amacına ulaşmak için 'Akıllı Şehir Lojistik' projesini başlattı; Singapur, tarihsel olayları analiz etmek ve özetlemek için büyük verileri kullanan bir kentsel olay birliği ve senaryo tahmin sistemi kurdu; Japonya, ekoloji, insan odaklı ve düşük karbonlu bir şehir gelişimini teşvik ediyor; Çin, 'düşük karbonlu eko-kent' kavramını öne sürüyor (Su, Miao ve Wang, 2022, 2-6).

Akıllı şehirlerde yenilikçi teknolojilerin uygulanmasıyla enerji verimliliği ve yenilenebilir kaynakların kullanımı artacak, bu da iklim değişikliği ve çevre üzerindeki etkiyi azaltacaktır.

Bu Yüksek Lisans tezi akıllı şehir kavramını kullanarak enerji verimliliği çerçevesinde uygulanan örnek projeler ve kullanılan stratejiler alanında literatürde var olan bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede akıllı şehir kavramını kullanarak enerji verimliliği ekseninde gerçekleştirilen proje örneklerinin etkisi incelenmiştir.

Literatür incelemesi yöntemi çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların yanı sıra araştırmada döküman incelemesi metodu kullanarak BP, IEA, NASA, NOAA ve EM-DAT'ın yayımladığı iklim değişikliğinin etkileri ve enerji verileri incelenmiştir. Çalışmada döküman incelemesi metodu kullanılarak BP'nin yayımlamış olduğu enerji verileri çerçevesinde üretim ve tüketim verileri analiz edilmiş ve bu analiz çerçevesinde enerji kaynaklarındaki artış ve düşüşler, bölge bazında ortaya konulmuştur. IEA'nın yayımladığı verileri ele alarak enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı ve COVID-19 sürecinde küresel enerjideki değişimler incelenmiştir. NASA'nın yayımladığı deniz seviyesinin yükselmesi, Grönland ve Antarktik'ta buzların erimesinde kütle değişimleri gibi verileri değerlendirerek bu çalışmanın konusu çerçevesinde yorum yapılmış ve NOAA'nın karbon dioksit ölçümü ve diğer sera gazı emisyonlarının konsantrasyonu incelenmiştir. EM-DAT'ın yayımladığı

verilere göre dünya'da doğal ve teknolojik afetlerden dolayı meydana gelen ölüm sayıları ve tahmini hasarlara dair analizlere yer verilmiştir.

Çalışma toplam dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümünde, sürdürülebilir yaşam, kaynak yönetimi ve çevre korumanın yeni bir konsepti olarak akıllı şehirlerin önemi ele alınmıştır. Akıllı şehir, farklı teknolojileri ve veri toplama yöntemlerini kullanan ve bunları yaşamın farklı alanlarına katkıda bulunmak için kullanan, teknolojik olarak donatılmış bir kentsel alan olarak tanımlanabilir. Kırsal alanlardan kentsel alanlara nüfus akışı, aynı zamanda sosyal ve örgütsel alanlarda çok sayıda soruna neden oluyor ve bu da kentsel altyapıların yönetimini önemli ölçüde zorlamaktadır. Kentlerin nüfus artış hızına ve kırsal alanlardan göçe ayak uydurarak gelişebilmeleri ve hızlı çözümler sunabilmeleri için artan teknolojik yatırımlarla birlikte çözümlere ulaşabilme yönü bu tezde inceleme konusu yapılmıştır. Teknolojiyi entegre ederek, kaynakları daha verimli kullanmak ve kentsel yaşamı iyileştirmek amacıyla yönetim hizmetlerinin ne şekilde organize edildiği ortaya konulmuştur. Akıllı şehirlerde en güncel kullanılan teknoloji olan Nesnelerin interneti (IoT) , otomasyon ve makine öğrenme kombinasyonu sayesinde bir dizi veri sitesi veya mobil uygulama kullanırken, trafiğin yönetilmesi ve optimize edilmesi, zamandan ve yakıttan tasarruf edilmesi, enerji tasarrufu ve çevre korumanın sağlanması, iklim değişikliğiyle mücadele etmesi, güvenlik önlemlerinin alması, sanayinin, tarımın ve diğer yönlerin iyileştirilmesi üzerinde etkide bulunup bulunmadığını incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, dünya çapında belirli dönem içerisinde verilere dayanarak üretilmiş ve tüketilmiş enerji kaynakları, Türkiye'nin enerji tarihi ve görünümü ve COVID-19 sırasında küresel enerji ele alınmıştır. Dönem içinde bazı bölgelerde yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının üretim ve tüketimindeki düşüş ve artış analiz edilmiş ve COVID-19 sırasında aktivite ve enerji tüketimindeki yavaşlama nedeniyle CO₂ ölçümleri incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, iklim değişikliği ve bu değişikliklerin neden olduğu etkilere değinilmiştir. Birçok bilim insanlara göre, iklim dalgalanmalarını göz önünde bulundurarak, sıcaklık artık eskisinden daha hızlı yükseliyor ve ciddi sonuçlara yol açıyor. İklim değişikliğinin insan faaliyetleri nedeniyle, fosil yakıtların yakılması

ve bunun sürecinde sera gazlarının atmosfere salımı ile olduğunu ortaya konulmuştur. İklim değişikliğinin etkileri verileri değerlendirilerek incelenmiştir. Çevre değerlerinin korunması ve zararlı gazların doğa tarafından azaltılması ile ilgili çeşitli anlaşmalar dikkate alınmıştır. Bu anlaşmalara dayanarak, sera gazlarının azaltılmasını gerçekleştirilmede ne kadar başarılı olduğuna ve hangi politikaları içerdiğine bakılmıştır. Ayrıca atmosfere sera gazlarının salımı miktarını ve fosil yakıt yakılmasıyla CO₂ miktarı incelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü ve son bölümünde, akıllı şehirler çerçevesinde enerji verimliliği ekseninde Türkiye'de farklı büyükşehir belediyelerinde ve Dünya'da farklı şehirlerde örnek projeler incelenmiştir. Bu çalışmanın bizce en önemli katkısının olduğu bu kısımda, teknik açıdan akıllı şehirler yaklaşımını aktif bir şekilde kullanarak enerji verimliliğinin sağlanmasına nasıl katkı sağlandığı analiz edilmiştir. Bununla ilişkili enerji verimliliğini sağlayarak ve özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkinin azaltılıp azaltılmadığı incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. AKILLI ŞEHİR TANIMI

Dünya nüfusunun her geçen gün arttığını ve 2050 yılına kadar dünya nüfusunun %70'i şehirlerde yaşayamaya geçeceğini göz önünde bulundurarak yaratılabileceği sorunlarının önüne geçebilmesi için teknolojik, organizasyonel ve sistemik inovasyon gereği duyulmaktadır (Pelka, 2014: 10).

Akıllı bir şehir yetiştirmek için ne tek bir şablon, ne de tüm tanımlara uyan tek bir model yoktur.

Akıllı şehrin genel bir tanımlama: Akıllı şehir (akıllı kent) verimliliği, ekonomik-sosyal kalkınmayı ve sürdürülebilirliği arttırmak için teknolojiyi kullanan ve veri toplayan kentsel yeniden gelişim alanı olarak tanımlanabilir (Lai, Sing vd., 2020: 290-310). Esas olarak, akıllı şehir konsepti Bilgi ve İletişim Teknolojiler (BİT) altyapılarını ve Nesnelerin İnterneti'ne (IoT) bağlı çeşitli sensör cihazlarını entegre ederek verileri alınmakta ve daha iyi karar vermek için analiz edilmektedir (Peris-Ortiz vd., 2016). Şehirlerde teknolojinin uygulamasıyla ve toplanan veriler sayesinde yaşam kalitesi, çevrenin durumu ve ekonomik performansı iyileşmektedir.

Akıllı şehir terimi ilk olarak 1990'larda kullanılmıştır. Bu dönemde asıl odak noktası Bilgi ve İletişim Teknolojileri'nin (BİT) modern altyapılar için uygulamasıdır. Kaliforniya Akıllı Topluluklar Enstitüsü, toplulukların nasıl akıllı hale gelebilir ve şehirlerin bilgi teknolojilerini uygulamak için nasıl tasarlanması gerektiğine yönelik ilk Enstitüler arasındadır (Alawadhi, 2012: 40-53).

Şehirlerde teknoloji kullanımı 20. yüzyıldan önce dile getirilmiştir. Francis Bacon'un ütöpik kurgu romanın "Yeni Atlantis"te teknolojinin önemi ve teknolojiyi kullanan bir şehrin ilk kez 1627 yılına kadar uzandığını bahsetmiştir. Bacon, Bensalem adasını araştırırken onu çalışan bilim adamları topluluğu ve yaşayan büyük bir laboratuvar olarak tanımlanmıştır. Kısaca teknoloji ve kentsel gelişme arasındaki bağlantıyı açıklarken şehirlerin şeklini, yapısını ve yaşamını geniş ölçüde etkileceğini

vurgu yapmıştır (Bruse, 1999).

Akıllı şehir ile ilgili belli başlı meslek kuruluşları ve devlet kurumları tarafından yapılan bazı tanımlar aşağıdaki gibidir:

Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN): “ASEAN'da akıllı bir şehir, kentsel zorlukları ele almak, insanların yaşamlarını sürekli iyileştirmek ve yeni fırsatlar yaratmak için teknolojik ve dijital çözümlerin yanı sıra yenilikçi teknolojik olmayan araçlardan yararlanır. Akıllı bir şehir aynı zamanda hiç kimseyi geride bırakmadan, halkının mevcut ve gelecek zorluklarını karşılamak için etkili mekanizmalar aracılığıyla çevre korumanın yanı sıra ekonomik ve sosyal kalkınmayı da teşvik eden “akıllı sürdürülebilir bir şehir” ile eşdeğerdir. Bir şehrin doğası, ekonomik kalkınmasının ve rekabet avantajının önemli bir temeli olduğu gibi akıllı şehir gelişimi doğal özelliklerine ve potansiyellerine uygun olarak tasarlanmalıdır” (ASEAN, 2019).

İngiliz Standartlar Kurumu (BSI): Akıllı şehir, “vatandaşlara sürdürülebilir, müreffeh ve kapsayıcı bir gelecek sağlamak için fiziksel, dijital ve insan sistemlerinin yapıları çevrede etkin bir şekilde bütünleştirilmesidir” (BSI, 2015).

İşletme, İnovasyon ve Beceriler Departmanı, Birleşik Krallık (BIS): “Akıllı bir şehir, her vatandaşın, hem kamu hem de özel olarak sunulan tüm hizmetlerden ihtiyaçlarına en uygun şekilde karşılamasını sağlamalıdır. Sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı hızlandırmak ve herkes için çekici bir ortam sağlamak için sağlam altyapı, yerel beceriler ve topluluk kurumlarını içeren sosyal sermaye ve (dijital) teknolojileri bir araya getiriyor” (BIS, 2013).

Avrupa Komisyonu (EC): “Akıllı şehir, sakinlerinin ve iş dünyasının yararına dijital ve telekomünikasyon teknolojilerinin kullanımıyla geleneksel ağların ve hizmetlerin daha verimli hale getirildiği bir yerdir. Akıllı bir şehir, daha iyi kaynak kullanımı ve daha az emisyon için BİT kullanımının ötesine geçer. Daha akıllı kentsel ulaşım ağları, iyileştirilmiş su temini ve atık bertaraf tesisleri ve binaları aydınlatmak ve ısıtmak için daha verimli yollar anlamına gelir. Aynı zamanda daha etkileşimli ve duyarlı bir şehir yönetimi, daha güvenli kamusal alanlar ve yaşlanan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması anlamına geliyor” (Avrupa Komisyonu, 2019).

İnovasyon ve Teknoloji Bürosu (ITB), Hong Kong: “Güçlü bir ekonomi ve yüksek yaşam kalitesi ile karakterize edilen, dünyaca ünlü bir Akıllı Hong Kong inşa etmek için inovasyonu ve teknolojiyi benimseyin” olarak ifade edilmiştir (Office of the Government Chief Information Vision & Mission, 2019).

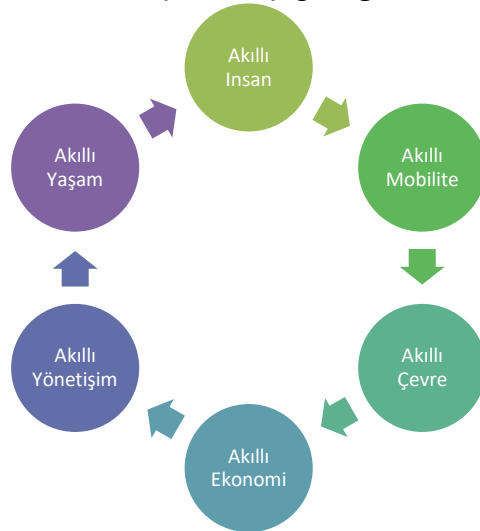
Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC): “Akıllı şehir, yeni teknolojilerin kullanımı ve özellikle artan veri mevcudiyeti ve bunun iyi karar verme için sağlam kanıtlar sunabilmesi yoluyla bireysel şehir sistemlerinin daha bütünleşik ve tutarlı bir şekilde yönetildiği bir şehirdir” (SBP, 2014).

Aşağıdaki alt bölümlerde akıllı şehir bileşenler, akıllı şehirlerde kullanılan araçlar ve uygulamalar ele alınmıştır.

1.1. AKILLI ŞEHİR BİLEŞENLERİ

Akıllı şehir birden fazla alt bileşen ve bileşenler bütünleştiren bir organik yapı olarak düşünebiliriz. Genel olarak akıllı şehirler 6 bileşende birbirini tamamlayan kavramlar olarak değerlendirilmektedir.

Akıllı Şehir Temel Bileşenleri aşağıda gösterilmiştir,



Şekil 1: Akıllı Şehir Bileşenleri.

Akıllı İnsanlar	Akıllı Mobilité	Akıllı Çevre	Akıllı Ekonomi	Akıllı Yönetişim	Akıllı Yaşam
Yeterlilik seviyesi	Yerel erişilebilirlik	Çevresel koruma	Yenilikçi ruh	Karar alma süreçlerine katılım	Bireysel güvenlik
Yaşam boyu öğrenme	Uluslararası erişilebilirlik	Kirlilik	Girişimcilik		Sağlık koşulları
Esneklik	Uluslararası erişilebilirlik	Doğal koşulların çekiciliği	Verimlilik	Kamu ve sosyal hizmetler	Konut kalitesi
Yaratıcılık	İCT'nin kullanılabilirliği	Sürdürülebilir kaynak yönetimi	Ekonomik imaj ve ticaret markalar	Şeffaf yönetim	Eğitim tesisleri
Açık Fikirlilik	Sürdürülebilir, yenilikçi ve güvenli ulaşım sistemleri		Uluslararası yerleşiklik		Kültürel tesisleri
Kamusal yaşama katılım			Dönüştürme yeteneği		Turistik çekicilik
					Sosyal dayanışma
					Afet ve acil durum

1.1.1. Akıllı İnsanlar

Akıllı insanlar olmadan akıllı şehirlerinin gelişimi verimli olmayacağı vurgulamak gerekiyor. Akıllı insanlar, esnek, açık fikirli, yaratıcı, üretken ve gelişime açık ve yaşam boyu öğrenme kavramlarına önem veren insanlardan oluşan bir topluluktur (Yılmaz ve Telsaç, 2017: 262).

Yüz yıl önce insanlar kentsel alanlardan çok kırsal alanlarda yaşıyorlardı ancak sanayi devrimi'nin gelmesiyle insanlar kırsal alanlardan kentsel alanlara göç etmeye başladı. Gerçek şu ki, şu anda dünyada nüfus sayısı artıyor ve dünya nüfusunun büyük bir kısmı %55 civarında kentsel alanlarda yaşamaktadır (Urban Population, 2019) ve 2050 yılına kadar %70 oranında yükselmesine beklenmektedir (The World Urban Population, 2016).

Akıllı şehir projelerinin temel amacı şehir hayatının her alanına yenilik getiren teknolojinin kullanımı ve kamusal hayata katılım ile insanların ihtiyaçlarına cevap verebilen bir yer haline getirmek (Gürsoy, 2019: 61).

1.1.2. Akıllı Mobilite

Akıllı mobilite, akıllı ulaşım ve mobilite ağıdır. Akıllı mobilite, teknoloji ve mobilitenin çeşitli unsularının bağlantısı fosil yakıt çalışan bir araçta sahip olmanın yanı sıra ve hatta sahip olmak yerine ulaşım modların kullanımını teşvik etmektedir. Ulaşım modları: kick scooter, bisikletler (düzenli, elektrikli, katlanabilir), otobüsler, hafif raylı trenler, metrolar, tramvaylar, taksiler, otonom araçlar ve yürüme gibi alternatifleri içerir (Gürsoy, 2019: 61). Özel araç sahipliğinde ve kullanımında düşüş ve çeşitli teknoloji ve cihazlar aracılığıyla gerçek zamanlı olarak bilgi ileterek kirlilik, enerji ve zaman tasarrufu, trafik sıkışıklığı ve maliyetleri düşürmektedir (Wallin, 2021). Akıllı mobilite, esneklik, verimlilik, entegrasyon, temiz teknoloji, güvenlik ve entegrasyon ilkeler üzerine kurulmaktadır (GEOTAB, 2018).

1.1.3. Akıllı Çevre

Doğru tasarlanmayan veya yetersiz altyapı ile oluşturan şehirlerin doğaya zarar vermekte ve insan yaşam kalitesini düşürmektedir. Şehirlerde nüfusun artmasıyla birlikte kentsel yapıların yönetimine yük biniyor, trafik akışını zorlaştırıyor, çevreyi tehlikeye atıyor, ve kaynak kıtlığına gibi yol açıyor. Bu nedenle yeni şehirlerin bu hususlar ve ekolojik dengeyi dikkate alınarak tasarlanması ve işlenmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir çevre: hava kirliliğinin azaltılması, çevre dostu binalar, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, akıllı şebeke ve sayaçlar, akıllı aydınlatma sistemleri, akıllı su sistemleri, akıllı mobilite alternatifleri kullanılarak veya temiz yakıtlı araçlar ve elektrikli arabalara geçerek ve en önemlisi teknolojinin uygulamasıyla sağlanacağını bekleniyor (Yılmaz ve Telsaç, 2017: 236).

Cook ve Das, akıllı çevreyi "yaşayanların hayatlarını daha konforlu hale getirmek için farklı tür akıllı cihazların sürekli olarak çalıştığı küçük bir dünya" olarak tanımlıyorlar. (IGI Global, 2020).

1.1.4. Akıllı Ekonomi

“Akıllı Ekonomi” bir şehrinin veya belediyenin ekonomisini dönüştürmeyi ve güçlendirmeyi amaçlayan tüm eylemleri tanımlar.

Akıllı ekonomi, teknoloji kullanımı başına yenilikçiliği ve yaratıcılığı teşvik etmeyi ve sürdürülebilirlik yoluyla çevreye özen göstermeyi ifade eden akıllı bir toplulukta kentsel gelişimin ana temeli olarak tanımlanır (Kumar ve Dahiya, 2017: 13-14). Akıllı ekonomi, girişimcilik, tüketim, üretkenlik, rekabet ve iş fırsatları için kaynakların daha verimli kullanımı için düzenlemeler geliştirmeyi amaçlamaktadır (Kavuran, 2019:24). Ekonominin büyümesi için dijital teknolojinin önemi ortaya konulur. Dijital teknoloji e-ticaret ve e-hizmetlerde değişiklikler, kolaylıklar ve seçenekler getirmiştir. Bu doğrultusunda e-ticaret öneminin büyümesi ve kaynaklarının verimli kullanılması ekonomik ve çevresel bakımından faydalar oluşturulmuştur (Miva, 2021).

1.1.5. Akıllı Yönetişim

Akıllı yönetim, şeffaflık, hesap verebilirlik, katılımcılık ve işbirlikçilik ilkeleri gibi iyi yönetim ifade eder. (Smart Governance, 2017). Planlama, karar verme, demokratik ve kamu hizmetlerinin sunulma biçimlerinin süreçlerini iyileştirilmesi için BİT araçlarını ve Nesnelerin İnterneti kullanarak hükümet ve vatandaşlar arasında iletişim ve işbirliğini geliştirmektedir (İGİ Global, 2022). Vatandaşlar şehir kapsamında faydalı önerilerde bulunabilirler bahsedildiği gibi dijital teknolojinin kullanımı ile e-katılım, e-işbirliği aracılığıyla ki bu aynı zamanda hizmetlerinin sunumunda gelişmeler yaratabilir ve sosyal medya araçlarını kullanarak fikir çeşitliliğini, ifade özgürlüğünü ve sosyo-politik tartışmalara dahil olabilirler. Akıllı yönetişimin amacı, sosyal, ekonomik ve çevresel değerlerinin bir araya getirerek sürdürülebilirliğini sağlamaktır (Tomor vd., 2019: 3-27).

1.1.6. Akıllı Yaşam

Akıllı yaşam, teknolojik uygulamaları aracılığıyla, insanların yaşam kalitesini artırmak için verilerin toplanması ve analizi sayesinde şehirler üzerinde olumlu bir etki yaratmayı amaçlamaktadır (Gürsoy, 2019: 60). Akıllı yaşam, sosyal sürdürülebilirliği garanti ederek vatandaşların sağlık, eğitim, güvenlik, afet ve acil durum müdahale, barınma, kültür ve turizm açısından tüm yaş grupları ve demografik özelliklerde kapsayıcı bir stratejik yaklaşım izleyerek yaşam kalitesini artırma fırsatları sunmaktadır (Kavuran, 2019: 27).

1.2. AKILLI ŞEHRİN ARAÇLARI

Akıllı şehirler, çeşitli teknolojilerin kullanımıyla sürdürülebilir bir çevreyi teşvik etmek için teşvikler uygulamaktadır.

1.2.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)

Nesnelerin İnterneti (IoT), akıllı şehir girişimi ve verimlilik için olmazsa olmazdır. Akıllı cihazlar, sensörler ve aktüatörler sayesinde dijital ve fiziksel dünyaların bağlanmasını sağlayan nesneler sistemidir. İnternete bağlanabilen her fiziksel nesne IoT cihazına dönüştürülebilir ve özel amaçlar veya endüstride kullanılabilen bir teknolojidir (Antic, 2019). Nesnelerin İnterneti (IoT), trafik, altyapı, atık geri dönüşümü, enerji tasarrufu, su yönetimi, hava kalitesi, güvenlik, ve diğer kamu hizmetlerini iyileştirmeye yardımcı olan ve yardımcı olacak gerçek zamanlı bir iletişim "aracıdır" (Paz, 2019).

1.2.2. Bilgi ve İletişim Teknolojisi (Information and Communication Technology)

Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT), Bilgi Teknolojisi (BT) için kullanılan bir terimdir (Murray, 2018). Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT), vatandaşlar ile hükümet ve şehir paydaşları arasında vatandaşların etkileşimde bulunabileceği ve seçimleriyle bir şehir inşa edebileceği bir köprü kurmaktadır. Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT), hükümete ve şehir paydaşlarına, devletin talep modelini analiz etme ve böylece bilgisayar başına aynı çevrimiçi (kablosuz sinyal ve telefon hatları) veya gerekli kurumsal yazılımları (FOLDOC, 2019) ele almak için bir kaynak havuzu oluşturma konusunda yardımcı olur. Kullanıcıların radyo, televizyon, video konferans veya uzaktan eğitim yoluyla bilgiye erişmesini, bilgiyi iletmesini ve manipüle etmesini sağlayan ara katman yazılımı, kentsel hizmetlerin, kaynakların ve tüketimin performansını, kalitesini, ve verimliliğini artırmaya yardımcı olur.

1.2.3. Büyük Veri ve Yapay Zeka (Big Data and Artificial Intelligence)

Büyük Veri, Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazları ve sensörleri aracılığıyla toplanan verilerin işlemek ve analiz etmek, teknolojik çözümlerin etkili olmasını sağlayan, ihtiyaçları ve kalıpları tanımak için önemli bir teknolojidir (Bhushan, 2018).

Örnek olarak: analiz edilen veriler, trafik sıkışlığını azaltılması, güvenliğinin artırılması, suç önlenmesi, doğru yatırım yapılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, su kalitesinin ölçülmesi, enerjinin verimli kullanılması ve diğer alanlarında yardımcı olmaktadır (Maayan, 2020).

Yapay Zeka (AI) ve büyük veri birbiriyle bağlantılıdır. Yapay Zeka, akıllı trafik yönetimi, enerji yönetimi, güvenlik ve sağlık tesislerinde yer alabilir (Mahashreveta, 2019). Video gözetimi, bir alandaki öğrenme kalıpları dahil olmak üzere görevleri gerçekleştirmek için yapay zeka tabanlı nesne algılama ile birleştirilebilir; yüzleri, cinsiyeti, boyları ve ruh hallerini tespit etmek; plaka okuma; ve gözetimsiz paketler gibi anormallikleri veya olası tehditleri belirlemektedir (Tan, 2020). Colding ve ark. büyük veri analitiği “akıllı şehir hizmetlerini geliştirmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte IoT ve büyük verinin birleşimi, akıllı şehir hedefine ulaşmak için yeni zorluklarla birlikte hala olgunlaşmamış, keşfedilmemiş bir araştırma caddesidir” (Colding vd., 2019: 512-521).

Açık verinin büyük veriden daha kullanışlı, daha demokratik ve daha az tehdit edici hale getirebilecek bir bakış açısı getirdiğini unutmamalıyız. Açık verilere herkes erişebilir ve herkes tarafından kullanılabilir ve alınan izinle paylaşılabilir.

1.2.4. Açık veri (Open Data)

Açık veri, birey şehirleriyle daha iyi bağlantı ve etkileşim kurmak için verilere ücretsiz olarak erişebilir, paylaşabilir ve kullanabilir (Howells, 2018). Açık veri bir dizi alanı kapsayabilir: enerji kullanımı, suç istatistikleri, şehir hizmet seviyeleri, eğitim, ekonomi, kültür, altyapı verileri, vb. (James, 2013). Açık veriler, örneğin start-up'lar, KOBİ'ler, büyük şirketler, sivil toplum örgütleri ve hatta bireysel vatandaşlar, şehir hizmetlerini/insanların yaşamlarını iyileştirmek için herkese açık verilerle sürdürülebilir uygulamaları oluşturarak, güçlü bir ortam yaratıyor ve işletmelerinin daha iyi kararlar almasında yardımcı oluyor (Auer, 2013).

1.2.5. Bulut Bilişim ve Edge Bilişim (Cloud and Edge Computing)

Akıllı şehrin geliştirilmesi için kullanıcıların ve işletmelerin depolama kapasitesini, ölçeklenebilirliğini, güvenliğini ve veri işlemlerini gerektirir (Bhushan, 2018). Bulut, akıllı şehirle ilgili her şeyde kullanılan verileri depolamak ve analiz

etmek için bir sistem olarak işlev görür. Bilgisayar ve sunucu dosyaları, web sayfası meta verileri, görüntüler ve videolar ve makineler arası iletişim tarafından oluşturulan verilerin tümü sabit disk yerine bulutta barındırılabilir. Bulut bilişimi ile bilgileri veya verileri bir bilgisayara hapsolmek yerine bulutta tutmak ve internet bağlantısı olan akıllı telefon, tablet, masaüstü bilgisayar veya dizüstü bilgisayardan erişim sağlamaktadır (Agarwal, 2017: 228-229).

Edge (uç) bilişim, akıllı şehir için önemli bir teknolojisidir. Edge bilişim, daha güvenilir olma eğilimindedir, daha hızlı ve ağ bağlantısı ve İnternet bant genişliği kullanımı konusunda daha az talepte bulunur. Cihaz üzerinde karar vermek, verilerin bir bulut ağında depolanmasına ve iletilmesine gerek olmadığı anlamına gelir, bu da veri depolama maliyetlerini ve işleme gecikmesini azaltır (Intechnology, 2022). Artan nüfusun ihtiyaçlarını desteklemek ve hizmetlerin kullanımı optimize etmek: enerji, hava kalitesi, su kaynakları, aydınlatma, ısıtma, havalandırma gibi alanlarında sürdürülebilirliği ve yaşam kalitesini iyileştirmeye yardımcı olabilir (Percival, 2022).

1.2.6. 3D Teknolojileri

3D teknolojileri, sayısal verilerin kullanımı ile bilgisayar ortamında tasarlama, modelleme, yazdırma, tarama, görselleştirmeyi içerir (Zhang, 2019). 3D teknolojisi, akıllı şehir hizmetleri ve şehir planlaması için önemli bir anahtardır. 3D teknolojinin yardımıyla üretim ve iş yapma şekli modern ve verimli hale getirmektedir (Gürsoy, 2019: 68).

1.2.7. Blok Zincir Teknolojisi (Blockchain Technology)

Blok Zincir (Blockchain) teknolojisi, veri akışını güvence altına alır. 2009 yılından itibaren kripto para birimleri için kullanılmaktadır. Adem-i merkezîyetçilik, iletilebilirlik, değişmezlik ve şeffaflık gibi özelliklerinden dolayı akıllı bir şehrin gelişimini ve olanaklarını üstlenmektedir. Lisanslama süreçlerini kolaylaştırmak, e-ticaret için teslimat ve ödeme sistemlerini daha güvenli hale getirmek, abonelik kaydını basitleştirmek, gıda zincirini izlemek, dolandırıcılığı önlemek, sigorta, tapu ve şehir mülkünün kullanımı ve vatandaşların tekliflerini öne koyması ve daha esnek hale getirmesi için blok zincir teknolojisi faydalı olmaktadır. (Maharshreveta, 2019).

PWC raporuna göre, şehirlerin IoT, yapay zeka (AI) ve makine öğrenimi ile birlikte yönetiminde blok zincir teknolojisini kullanarak önemli ölçüde iyileşmesi bekleniyor (PWC, 2018).

1.2.8. Uçan göz (Drone)

Uçan gözlerin yakın gelecekte akıllı şehir ortamlarında önemli bir rol oynaması bekleniyor. Bir tür insansız hava aracı olan uçan gözler, geçmişte çoğunlukla askeri amaçlarla kullanılırken bugün ve yakın gelecekte tıbbi, nakliye, kargo taşımacılığı, tarım hizmetleri ve diğer birçok hizmet için çeşitli şekillerde kullanılacağı bekleniyor. Uçan gözler yardımıyla bir metro, otobüs, bisiklet yolu, tünel gibi projeler için erişilmesi zor alanların haritalanmasında kullanılacak ve daha erken aşamalarda toplanan veriler yardımıyla verimlilik ve karar verme sağlanacaktır (Smart City Hub, 2017).

1.2.9. Jeo-Uzamsal Teknoloji (Geospatial Technology)

Jeo-uzamsal verileri toplamak için çeşitli sensörler, saha araştırmaları, yer tabanlı radarlar, insansız hava araçları, uzaktan algılama ve uydu uzaktan algılama kullanılabilir (Vardhan, 2016).

CBS, GPS ve uzaktan algılama gibi jeo-uzamsal teknolojiler, akıllı şehirlerin ortaya çıkmasında, büyümesinde ve gelişmesinde etkili olmuştur. CBS'nin kentsel planlama, arazi kullanım planlaması, atık yönetimi, demografik analiz, toplu taşıma planlaması, açık alan planlaması hakkında kararlar alınmasına yardımcı olur. GPS, gerçek zamanlı konum tabanlı hizmetler sağlayarak trafik yönetimi, suç kontrolü, ürün ve hizmetlerin teslim gibi konularda yardımcı olur. Uzaktan algılama, akıllı şehirlerin demografik, manzara, hava durumu, altyapı, doğal kaynaklar, afet planlaması gibi konularda sürekli gözetimini sürdürülmesine ve anlık kararlar alınmasına yardımcı olur (Kumar, 2020).

1.2.10. Siber-Fiziksel Sistem (Cyber-Physical System)

Siber-Fiziksel Sistem, fiziksel cihazların internete bağlanmasını ve sanal olarak temsil edilmesini içerir. Açık standart protokoller (IP, HTTP vb.) kullanılarak bağlanan ve REST gibi web teknolojileri aracılığıyla erişilebilen fiziksel altyapının

izlenmesidir. CPS, akıllı endüstriler, akıllı sağlık hizmetleri, akıllı enerji, akıllı altyapı, akıllı mobilite ve diğer birçok alana uygulanabilir. (Jabbar vd., 2017: 36-38).

CPS uygulamaları sayesinde yetkililer ve vatandaşlar arasındaki iletişim ve hizmet kalitesinin artırır, gelişmiş ekipman ve gözetim koordinasyonu sayesinde yaşam kalitesini artırır ve suç oranını azaltır, akıllı şebeke teknolojilerini uygulayarak enerji tüketimini azaltılır, trafik sıkışıklığını, gaz emisyonlarını ve gürültüyü azaltır, hastaların hastaneye yatışları sınırlamak için giyilebilir cihazlar ile gerçek zamanlı fiziksel durumların uzaktan izlenmesini sağlar, tarım ve çiftlik hayvanların korunması ve iyileştirilmesine yardımcı olur, üretim sürecini kendi kendini düzenlemesi yoluyla verimliliğini artırır (RMIT University, 2019).

1.2.11. 5G Teknolojisi

5G teknolojisi, akıllı şehir yapbozunun önemli bir parçasıdır ve şehirlerin gerekli hızlı bağlantılara erişmesine izin veren, nerede ve ne zaman olursa olsun sınırsız hiper bağlantı sağlar. 5G teknolojisi, yeni uygulamaları, endüstrileri ve iş modellerini güçlendirirken aynı zamanda yaşam kalitesini de iyileştiriyor. 5G teknolojisinin veri iletim hızının saniyede 10 Gigabit'e ulaşacağı, yani 4G'den 100 ila 1000 kat daha hızlı olacağı ve yanıt süresinin 50 milyardan fazla bağlı nesnenin (IoT) ara bağlantısına izin vermesi bekleniyor. AB verilerine göre 5G teknolojisi, mevcut tüketimde %90 enerji tasarrufu sağlayacak. 5G'nin uygulanması, büyük cep telefonu kulelerinin yerini alacak ve daha yoğun ve daha bağlantılı bir ağa katkıda bulunacak on binlerce küçük hücrenin kurulumunu gerektirecektir (IEEE).

1.3. AKILLI ŞEHİR UYGULAMALARI

Akıllı şehir uygulamaları doğru bir şekilde uygulandığında maliyetleri azaltabilir, hizmetleri kolaylaştırabilir ve sürdürülebilir çözümler sunabilir.

1.3.1. Akıllı Şebeke

Akıllı şebeke dijital iletişim teknolojisine sahip iki yönlü elektrik ve veri akışı sağlayan bir elektrik ağıdır. Uygulamada, trafo merkezleri, iletim hatları ve kablolama, dağıtım hatları, transformatörler ve daha fazlası gibi çeşitli bileşenlerle yüksek oranda birbirine bağlı bir ağıdır (İ-SCOOP, 2022). Akıllı şebeke, gerçek zamanlı izleme,

otomasyon ve kendi kendini kontrol etme konularında esastır. Isıtma-soğutma ve elektrik enerji sağlamanın yanı sıra elektrikli arabalar ve hidrojen motorlu araçlar akıllı şebekenin bir parça haline geldi. Verimli enerji tüketimi için binaları birbirine bağlayarak enerji yönetimini iyileştirir, kayıplarının önüne geçer ve maliyetleri düşürür (Farmanbar vd., 2019: 1-18; Pelka vd., 2014: 12).

1.3.2. Akıllı Sayaç

Akıllı sayaç, akıllı şebekede kullanılan en önemli cihazlardan biridir. Akıllı sayaç, enerji kullanımına ilişkin gerçek zamanlı olarak bilgilerin belirlemeye yardımcı olan bir ölçüm sistemidir. Bu sistem tüketiciler ve kamu hizmetler tarafından tüketim miktarlarını anlık olarak izlenmesini sağlar. Ayrıca, akıllı sayaçlar ile entegre mobil uygulamalar kullanılarak enerji analitiği, raporlar ve kamuya açık gösterge tablolarına internet üzerinden erişilebilir (Patel, 2018). Akıllı sayaç sistemi elektrik, doğal gaz, su ve kanalizasyon, iletişim (telefon, internet, TV, radyo) ve tedarik zinciri ve atık yönetimini dahil olmak üzere ulaşım (karayolları, demiryolu ve havaalanları) sektörlerinde kullanılabilir (Rys, 2022).

1.3.3. Akıllı Ulaşım

Akıllı ulaşım, sensörler, gelişmiş iletişim teknolojileri, yüksek hızlı ağlar ve otomasyon kullanımıyla şehirleri daha değerli, yaşanabilir ve birbirine bağlı hale getiriyor. Sakinlere daha iyi hizmet verebilmek ve iyi tasarlanmış bir yönetim sistemi sağlamak için kurum ve kuruluşlar iş birliğindeki rolün önemi dikkate alınmalıdır (Carnis, 2018: 1-3). Akıllı ulaşım veya Akıllı Ulaşım Sistemi (ITS) uygulamasıyla, ulaşım ve trafik yönetimi, yol güvenliği ve altyapının verimli kullanılmasını ve kullanıcıların gerçek zamanlı koşulları daha iyi anlamasını sağlar (Schipper vd., 1996: 17-30). Daha iyi bir yönetim sistemi ile birçok alanda yararlanabilecek faydalar vardır: güvenlik; fiziksel ve siber saldırı fırsatlarını azaltır, çevre; kirlilik ve sera gazı emisyonlarını azaltır, tedarik zinciri esnekliği; değişmelere uyum sağlaması gibidir (Mazur, 2020).

1.3.4. Akıllı Kavşak

Akıllı kavşak bağlantısı ve kuş bakışı kameralar dahil olmak üzere çeşitli sensörlerden toplanan verilerle çeşitli araçların artan kullanımlarını dikkate alarak,

gerçek zamanlı bilgi işlem ve hızlı ve güvenli trafik akışını sağlayabilecek (Yangu vd., 2020).

1.3.5. Akıllı Otopark

Akıllı otopark veya akıllı park yönetim sistem ile otoparkların doluluk oranlarını, en yakın otopark noktalarını (Patel, 2018) ve daha düşük park ve akaryakıt fiyatlarını akıllı telefonlarımızla indirebileceğimiz çeşitli uygulamalar sayesinde kontrol edilebilir (Sidorenko, 2019). Akıllı park yönetim sistemi birçok teknoloji ve sensörler aracılığıyla verilerin işlenmesi sonucunda trafiği azaltır, alanlara sıkışmasını engeller, yakıt ve zaman tasarrufu sağlar, park stresini azaltır ve karbon emisyonlarını azaltır (Conure, 2022).

1.3.6. Akıllı Aydınlatma

Akıllı aydınlatma veya bağlantılı aydınlatma sistemi, IoT teknolojisi ile sağlanır. Akıllı Aydınlatma Sistemi (SLS) çeşitli sensörler ve denetleyici arayüzler, gün ışığından, hareketlerden, kameralardan, gürültü algılamadan verileri toplanır ve kamu aydınlatmasının optimum enerji verimli ve güvenli çalışmasını sağlamak için işlenir. Uzaktan izleme ve kontrol sistemi ile kısılabılır ışık yayan diyot (LED) armatürlerini tercih ederek enerji verimliliği ve tasarrufu sağlanır. Akıllı aydınlatma sistemi ile kullanım koşullarına veya günün belirli periyoduna göre aydınlatmayı düzenlemektedir (Murthy vd., 2015: 757-762; Kumar vd., 201: 39-645). Akıllı aydınlatma sistemi; güvenliğini artırır hem yayalar hem de araçlar için, gerekli durumlarda aydınlatmayı sağlar, yaşam kalitesini artırır, suç oranlarını azaltır, sera gazı emisyonlarını azaltır, enerji tasarrufunu sağlar (Colclough, 2021: 3-5).

1.3.7. Akıllı Bina

Akıllı binalar, özel evler, ofisler ve ticari binaları, işyerlerini, fabrikaları ve depoları içerir. Akıllı bina, aydınlatma, HVAC, güvenlik ve sürdürülebilirlik vb sağlamak için farklı donanım, yazılım ve IoT teknolojisine dayanmaktadır (Vermesan ve Friess, 2013). Gerçek zamanlı olarak toplayan ve analiz eden veriler sayesinde günlük hayatını önemli ölçüde kolaylaştır, konforu artırır, güvenliğini artırır, enerji tasarrufu sağlar, maliyetleri düşürür ve çevre üzerindeki etkini azaltır (Shikolo, 2022).

1.3.8. Akıllı Sulama

Akıllı sulama sistemi, belirli peyzaj ihtiyaçlarını karşılamak için sulama programlarını ve çalışma sürelerini otomatik olarak ayarlar. Akıllı sulama kontrolörleri ve sensörler aracılığıyla sulama programlarını gerçek saha koşullarına göre otomatik olarak ayarlamak için hava durumunu, toprak koşullarını, buharlaşmayı ve mahsul suyu kullanımını izler (Hydropoint). Akıllı sulama sistemi; su israfını azaltır, maliyetleri düşürür, bitki sağlığını korur, sağlıklı ve çekici manzara sağlar (Gotcher vd., 2017).

1.3.9. Akıllı Atık

Akıllı atık sistemi, iki teknolojik parçadan oluşur. Birinci parça doğada fizikseldir. Mikroçipler, çöp kutunun doluluk oranlarını ve kutusunun en fazla çöpi aldığı zamanlar gibi verilerin ölçülmesi için kullanılır. İkinci parça merkezi bir yazılım sistemidir. Toplanan verilere dayanarak, çöp kutuları boşaltılmaya hazır olduğunda şehir toplama servislerine gerçek zamanlı olarak bilgilendirir ve bu şekilde kötü kokuların yayılmasını önler ve sera gazı emisyonlarını azaltır (Jamrozik, 2019; Fill, 2020). Akıllı atık sistemi çözümleri: (a) Sensoneo, dolu çöp kutularının toplanmasına yardımcı olur ve en yakın toplama servisine sinyal gönderir, böylece atık toplanmanın ve karbon emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olur. (b) CleanCUBE, güneş enerjisiyle çalışır ve sıkıştırmasız bir çöp kutusuna göre 8 kata kadar daha fazla atık tutabilir. Sıkıştırma döngüsü sırasında otomatik olarak etkinleştirilir ve bu işlem sayesinde atıklardan enerji elde edilebilir (Patel, 2018).

1.3.10. Akıllı Sağlık-Bakım

Akıllı sağlık hizmeti, bilgiye erişmek, sağlıkla ilgili kişileri, materyalleri ve kurumları birbirine bağlamak ve tıbbi ekosistem ihtiyaçlarını yönetmek ve yanıtlamak için giyilebilir cihazlar, IoT ve mobil internet gibi teknolojileri kullanır. Akıllı sağlık hizmeti sayesinde, tıbbi teknisyenleri, hemşireler ve doktorlar, farklı şehirlerde veya aynı şehirdeki farklı akıllı hastanelerde bile hasta bilgilerini bir ofisten diğerine veya farklı ofislere fiziksel olarak aktararak zaman kaybetmeden test verilerine erişebilir ve hasta durumunu öğrenebilir.

Akıllı sağlık hizmetleri kullanılan teknoloji sayesinde: tıbbi prosedürlerin maliyetini ve riskini azaltabilir, tıbbi kaynakların kullanım verimliliğini artırabilir, teletıp ve self servis tıbbi bakımın gelişimini hızlandırabilir, farklı bölgelerde alışverişı ve işbirliğini teşvik edilebilir ve kişiselleştirilmiş tıbbi hizmetleri yaygın hale getirilebilir (Demirkhan, 2013: 38-45; Tian vd., 2019: 63-65).

1.3.11. Akıllı Endüstri

Akıllı endüstri ve Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve ilgili teknolojiler (3D, siber-fiziksel sistemler, gelişmiş sensörler, gömülü sistemlerin entegrasyonu, akıllı şebeke, insan-makine arayüzleri, büyük veri, bulut bilişim, robotlar) kullanımı ile endüstriyel süreçlerin ve ürünlerin verimliliğini, güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini geliştirmeyi sağlar. Akıllı endüstri veya akıllı fabrikalar, sanal ve gerçek fabrikaların entegrasyonunu temsil eder. Sanal fabrikada ürünler, süreçler ve kaynaklar, hatalar giderilene kadar gerçek verilere dayalı olarak modellenip test edilmekte ve ardından geliştirilen çözümler gerçek fabrikalarda hayata geçirilmektedir. Akıllı endüstri: enerji ve zaman tasarrufu sağlar, maliyetleri düşürür, üretim sektörünün operasyonlarını basitleştirir ve güvenliğini artırır vb. Uzaktan izleme ve takip etme sayesinde mevcut ve gelecekteki risklerin önlenmesi ve müdahale etmesine yardımcı olur. Örneğin, uyarı bölgeleri belirlemek için yanıcı gazların ve önleyici yangın koşullarının izlenmesi, fabrikaların karbondioksit emisyonlarının takip etmesi, titreme (yer) olasılığının tespit etmesi, sıvı ve radyasyon seviyelerin ölçümü, zehirli gazların takip etmesi vb (Patel., 2018; Acility, 2022).

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENERJİNİN TANIMI

Enerji, potansiyel, kinetik, termal, kimyasal, elektriksel, nükleer ve diğer birçok farklı biçimde bulunabilir. Enerji ne yaratılabilir ne de yok edilebilir, sadece bir biçimden diğerine dönüştürülebilir. Enerji, toplum için temel bir katılım ve sosyo-ekonomik sürdürülebilirliği geliştirmek için önemli bir yer tutar. Enerji, dört ekonomik sektöre ayrılmıştır; konut, ticari, ulaşım ve endüstriyel.

2.1. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenemeyen enerji kaynaklar, kolayca üretilmeyen, değiştirilemeyen veya büyütülemeyen doğal kaynaklardır (Elsevier, 2013). Petrol, kömür, doğal gaz gibi enerji kaynaklarının doğal olarak oluşması binlerce yıl süren ve tüketildikleri kadar hızlı yenilenemeyen enerji kaynaklarının günümüzde olduğundan daha pahalı hale gelmesi beklenmektedir. Nükleer enerji, nükleer füzyon veya nükleer fisyon yoluyla gerçekleştirilebilen bir atomun çekirdeğinde depolanır ve elektrik üretmek için kullanılır (Verma, Ajit ve Muruva, 2015: 5-7). Nükleer enerjinin diğer enerji türlerine göre daha fazla enerji üretebilmesi, üretim maliyetlerinin daha düşük olması ve sera gazlarının salımına katkı sağlamadığı için kısmen temiz enerji olduğu denilenebilir ancak ortaya çıkan atıklardan dolayı çevrede radyoaktif kirliliğine neden olabilir ve ciddi anlamda insan ve çevre sağlığı etkilenebilir (Stanley, 2022; Maabir, 2021).

2.1.1. Fosil Yakıtlar

Organik enerji kaynakları (fosil yakıt kaynaklar) dünya enerji talebinin yaklaşık %85'ini oluşturmaktadır. Fosil yakıt kaynakları petrol, kömür ve doğal gaz olarak sınıflandırılır. Fosil yakıtlar aşağıdaki sektörlerde kullanılmakta ve tüketilmektedir; petrol, çeşitli sıvı yakıtlarda (araba, kamyon, uçak, plastik ürünler, kozmetik, giysi, elektronik), kömür (elektrik üretimi) ve doğal gaz (konut, ve ticari sektörlerde yemek pişirme ve ısıtma) için kullanılmaktadır (Rohr, 2015:2094-2099).

2.1.1.1. Petrol

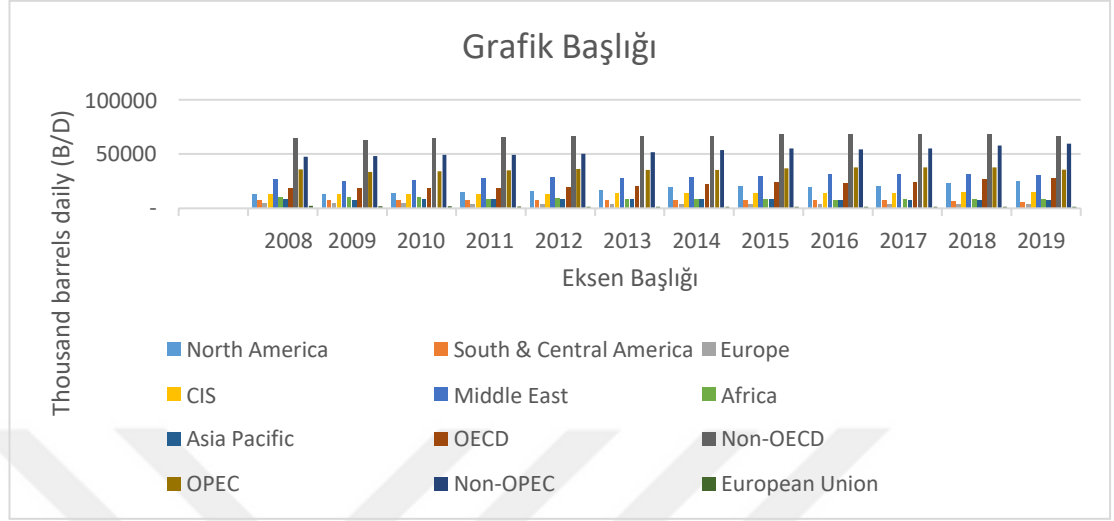
Petrol veya ham petrol, organik moleküllerden oluşur ve yerden çıkarılan sıvı bir fosil yakıttır. Esas olarak petrol, diğer eser elementlerle birlikte karbon ve hidrojen atomlarından oluşur ve hidrokarbon olarak bilinir (Marshak, 2007). Günümüzde kullanılabilen petrol, milyonlarca yıl önce canlı organik maddenin ölüp gömüldüğü ve karbonun yeraltına hapsedildiği, ısı ve basıncın kimyasal ve fiziksel değişimlere yol açtığı ve zamanla güneşten gelen fotosentetik enerjiye dönüştürdüğü zaman oluşmaya başlanmıştır (Wolfson, 2011).

Petrolün tarihi araştırıldığında, ilk yüzyıllarda elektrik ve yakıtlı araçlarda kullanılmamış olsa bile su geçirmezlik maddesi olarak ve bazı ilaçlarda kullanılmıştır. Bilgi ve teknoloji eksikliğinden dolayı sadece yerin üstüne çıkan petrol  kullanabilirlerdi (Marshak, 2007).

27 Ağustos 1859 yılında Edwin Drake, Pennsylvania Eyalet Petrol Arama şirketi'nde yer aldı ve yaptığı araştırmaların esnasında sıvı yakıt, gaz tüpleri ve gaz lambası için kullanılabilirken, elektrikli araçlarda gaz kutuları kullanılabilir ve elektrik temin edilebilir açıklama yapmıştı (Gaur, Augusty vd., 2021).

Petrol dünya çapında önemli bir enerji kaynağı olmasına rağmen aynı zamanda ham petrolün çıkarılması, sondajı, rafine edilmesi ve nakliye yoluyla iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya sebep olan karbondioksiti üretmektedir. Üretilen bazı kimyasallar hava kirliliğine katkıda bulunurken, sera gazları da dünya'nın ısınmasına, petrolün çıkarılması sırasında toprağın tahribatına yol açarak çevreyi ve insan sağlığını tehlikeye atmaktadır (McElroy, 2010).

Grafik 1: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Petrol Üretimi (BP, 2020:11).

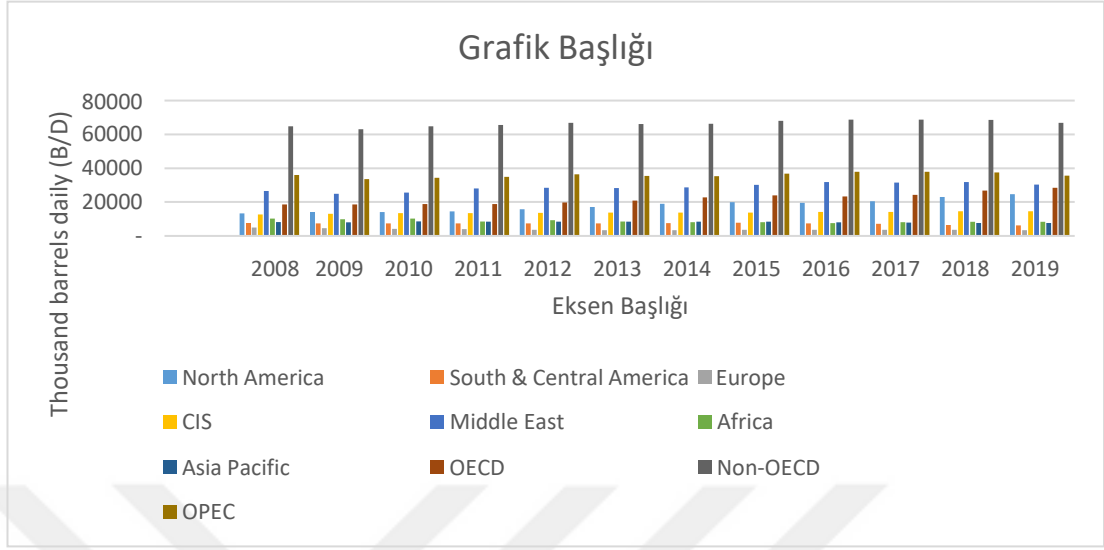


Kaynak: (BP Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi, 2020).

Aşağıdaki bölgelerden veri tablosunda gösterilen veriler, ham petrol, şeyl yağı, petrol kumları, kondensatlar (kira kondensatı veya daha fazla rafine gerektiren gaz kondensatları) ve NGL'lere (doğal gaz sıvıları - etan, LPG ve naftadan ayrılmış doğal gaz üretimi) verilerini içerir. Biyoyakıtlar, kömür ve doğal gazın sentetik türevleri gibi diğer kaynaklardan gelen sıvı yakıtları içermez. Bu, rafineri işleme kazancı gibi sıvı yakıt ayarlama faktörlerini de hariç tutmaktadır.

12 yıllık dönemde bölge bazında en fazla petrol üretimine OECD, OPEC dışı ülkeleri olarak bakacak olursak, bunu Ortadoğu, OECD, Kuzey Amerika, BDT, Afrika, Asya Pasifik, Güney ve Orta Amerika ve Avrupa Birliği takip ediyor. BP'nin istatistiklerine göre 2019 yılında bir önceki yıla göre petrol üretimi Avustralya (%37,9), Yemen (%18,1), Amerika Birleşik Devletleri (%11,0), Brunei (%8,8) petrol üretimi arttı, özellikle Brezilya (%7.4) önemli ölçüde arttırdı. 2019 yılı petrol üretim miktarı ise en çok ABD (17045 v/gün), Rusya Federasyonu (11540 v/gün), ardından Irak (4779 v/g), Çin (3836 v/g), ve Birleşik Krallık (1118 v/gün) tarafından gerçekleştirildi. Küresel petrol üretimi 2019'da 60.000 varil/gün veya -%0,6 düştü. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki üretim (1,7 milyon v/gün) OPEC üretiminden (-2 milyon v/gün) daha yüksekti. İran (-1.3 milyon v/gün), Venezuela (-560.000 v/gün) ve Saudi Arabistan'da (-430.000 v/gün) üretimde de keskin bir düşüş görüldü.

Grafik 2: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Petrol Tüketimi

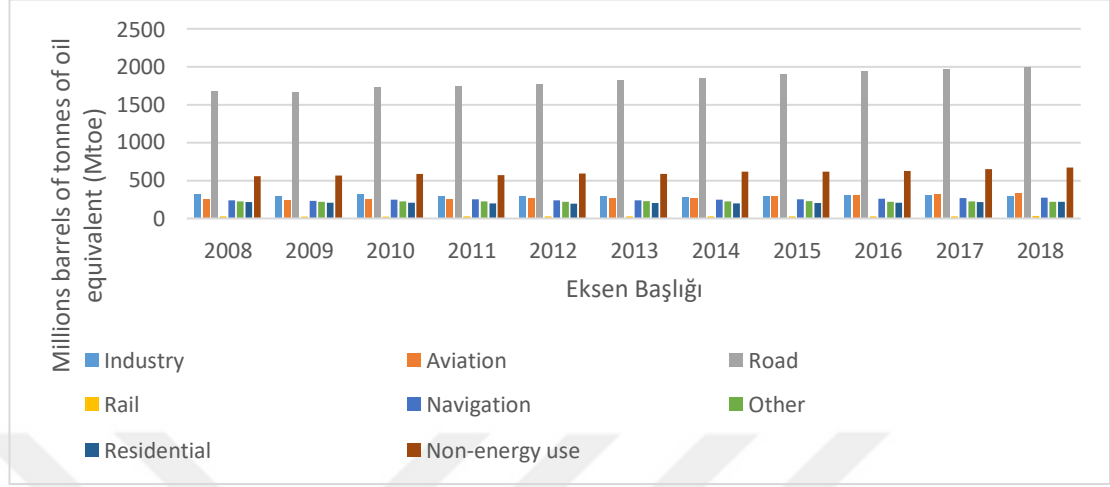


Kaynak: (BP Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi, 2020).

BP istatistiklerine göre, OECD dışı, OECD ve Asya Pasifik bölgesi en çok petrol tüketen ülkeler arasında ilk sırada yer alırken, onu Kuzey Amerika, Avrupa, Avrupa Birliği, Orta Doğu, Güney ve Orta Amerika, BDT ve Afrika takip ediyor.

2019 yılında bir önceki yıla göre petrol tüketimi İran (%10,0), Cezayir (%8,8), Katar (%6,6), Çin (%5,1) ve bazı BDT ve Avrupa ülkelerinde artış gösterdi. 2019 yılı istatistiklerine göre petrol tüketiminde en fazla artış OECD dışı, Çin ve Hindistan oldu. Petrol tüketimi ortalamanın altında (0,9 varil/gün) veya %0,9 arttı veya bir önceki yıla göre %2 arttı. Büyüme, Çin (680.000 v/g) ve diğer yükselen ekonomiler tarafından yönetilirken, OECD'de talep düştü (-290.000 v/g).

Grafik 3: 2008-2018 Yılları Arası Sektörlere Göre Petrol Tüketimi (IEA, 2020: 39).



Kaynak: (IEA. Dünya Enerji Dengeleri, 2020).

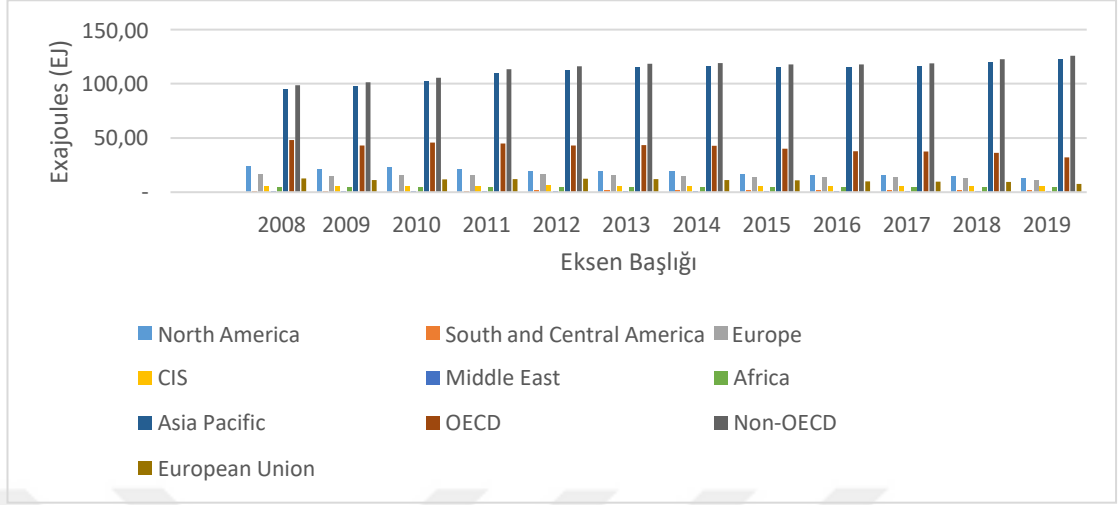
Son on yılda, petrol çoğunlukla yollarda ve enerji dışı kullanım için tüketildi. 2018 yılında bir önceki yıla göre enerji dışı kullanımı %3, karayolu sektörü %1 büyümüş, onu navigasyon, konut, lokomotif sanayi ve diğer sektörler izlemiştir. Petrol tüketimi, lokomotif sanayi (-12.715 Mtep) ve diğer sektörlerde (-1.508 Mtep) düşüşle birlikte %2 oranında büyümüştü.

2.1.1.2. Kömür

Kömür bir fosil yakıttır. Bataklık ve turba bataklıklarında gövde, odun ve yaprak gibi bitki materyallerinden oluşmaktadır. Kömür kimyasallar, kil ve kuvars ile karıştırılmış elementel karbondan oluşan ve yanan siyah tortul bir kayaçlardır. İlk kömür çağı, 360 milyondan 290 milyon yıl öncesine uzanan ve Karbonifer Dönemi olarak bilinmektedir (Marshak, 2015: 526-530).

Kömür, küresel enerji ihtiyaçlarının karşılanması ve altyapının geliştirilmesi için esastır. Dünya elektriğinin %38'ini ve dünya çeliğinin %71'ini kömür kullanılarak üretiliyor (WCA, 2020). Güvenilir bilgilere göre kömürün 2090 yılına kadar tüketilmesi bekleniyor (Kuo, 2019).

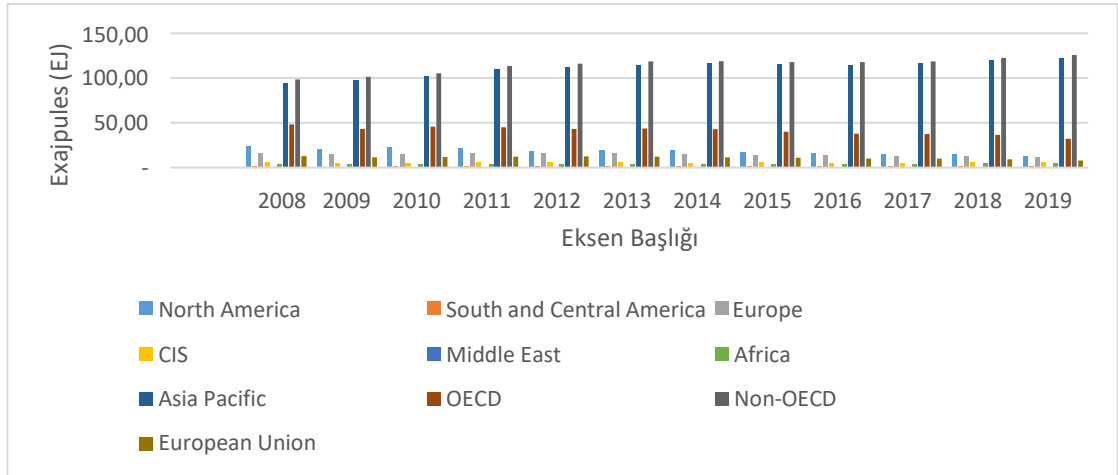
Grafik 4: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Kömür Üretimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Veri tabanına göre son on yılda ve 2019'da en fazla kömür OECD dışı, Asya Pasifik ve OECD ülkeleri tarafından üretildi, bunu Kuzey Amerika, BDT, Afrika, Avrupa, Avrupa Birliği, Güney ve Orta Amerika ve Orta Doğu izledi. 2019'da yüzde artışı Pakistan (%49,9), Venezuela (%49,1) ve Brezilya'da (%24,8) meydana geldi. En yüksek kömür üretimi OECD dışı (133,68 EJ), Çin (79,82 EJ), OECD (33,90 EJ), Endonezya (15,05 EJ), Amerika Birleşik Devletleri (14,30 EJ), Avustralya (13,15 EJ) ve Rusya'da görüldü (9,20 EJ). Küresel kömür üretimi %1,5 artarken, Çin ve Endonezya önemli artışları sağladı (3,2 EJ ve 1,3 EJ). Tüketimde olduğu gibi, üretimdeki en büyük düşüşler ABD (-1,1 EJ) ve Almanya'da (-0,3 EJ) oldu.

Grafik 5: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Dünya Kömür Tüketimi

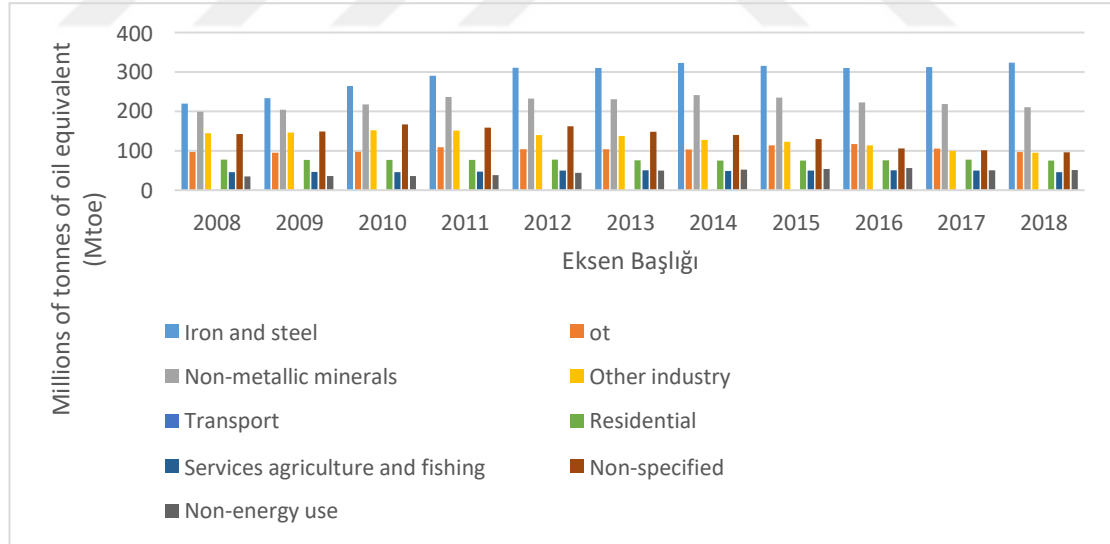


Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Veritabanına göre son yıllarda kömür tüketimi OECD dışı, Asya Pasifik ve OECD ülkeleri tarafından işlenmiştir, bunu Kuzey Amerika, Avrupa, Avrupa Birliği, BDT, Afrika, Güney ve Orta Amerika ve Orta Doğu izlemektedir. Artış yüzdesi Kolombiya (%63.0), diğer Karayipler (%55.0), Bangladeş (%41.0), Singapur (%30.8), Vietnam (%30.2), Endonezya (%20) ve bazı Avrupa ülkelerinde meydana geldi. 2019'daki en yüksek kömür tüketimi arasında OECD dışı (125.75 EJ), Çin (81.67 EJ) ve Hindistan (18.62 EJ) yer alırken, bu büyüme 2001'den bu yana en düşük seviye olan sadece %0.3 idi, bu arada OECD ülkeleri en düşük seviyesine geriledi. BP veri serilerinde (-4.8 EJ) Almanya (- 0.6 EJ) ve Amerika Birleşik Devletleri (- 1.9 EJ) düşüşler oldu. Türkmenistan'da ise kayıtlı kömür tüketimi yok.

Dünya kömür tüketimi %0,6 düştü (-0,9 EJ), altı yıldaki dördüncü düşüşü, özellikle enerji sektöründe doğal gaz ve yenilenebilir kaynakların yerini aldı. Sonuç olarak, kömürün enerji pazarındaki payı 16 yılın en düşük seviyesi olan %27,0'a geriledi.

Grafik 6: 2008-2018 Yılları Arası Sektörlere Göre Kömür Tüketimi



Kaynak: (IEA. Dünya Enerji Dengeleri, 2020).

Veri tablosunda da görüldüğü gibi kömür en çok Demir-çelik ve metalik olmayan malzemelerde tüketilmektedir. Demir çelik sektöründe kömür 2013 ve 2017 yıllarında düşüşle birlikte yıllık hafif bir artışla tüketildi. Yıllık artış yüzdesi %0,03 ve 323,3 Mtep olarak gerçekleşti. Metalik olmayan maden sektöründe kömür, ilk zirveye 1995 yılında 113,0 Mtep ile ulaşmış, 2018 yılında ise yıllık %0,005'lik kademeli bir

artışla 210,9 Mtep'e ulaşmıştır. En çok tüketilen üçüncü kömür, 2018'de 74,9 Mtep olan 2015'ten bu yana yıllık istikrarlı bir düşüşle konut sektöründedir. Ulaştırma sektöründe kömür kullanımı, 2018 yılında yıllık %-0,1 azalarak 0,048 Mtep ile önemli ölçüde gerilemiştir. Kömür tüketimini kimya ve petrokimya, diğer endüstriler, hizmetler, tarım ve balıkçılık ve enerji dışı kullanım sektörleri izlemektedir (BP, 2020).

2.1.1.3. Doğal gaz

Doğal gaz renksiz, kokusuz ve şekilsizdir. Doğal gazın büyük bölümü metan, bir karbon atomu ve dört hidrojen atomunun karışımından oluşan yanıcı bir hidrokarbon gazları karışımıdır (NGSA, 2013). Metanın (CH_4) yanı sıra karbondioksit (CO_2), etan (C_2H_8), bütan (C_4H_{10}), propan (C_3H_8), helyum (He) azot (N_2), ve hidrojen sulfur (H_2S) gibi hidrokarbon gazları içerir (US IEA, 2020). Doğal gaz, elektrik üretimi, ısıtma, yemek pişirme, plastik üretimi, araçlar için yakıt ve organik kimyasallar için kullanılmaktadır.

Karışımından tüm bileşenlerin çıkarılması, ancak metan "kuru" gaz olarak bilinirken, karışımda "ıslak" gaz olarak bilinen metan dahil olmak üzere etan, bütan, propan ve pentan gibi diğer gazlardır. (Gounaris ve Deligeorgiou, 2014: 1-4). Doğal petrol, İran ve Azerbaycan'da M.Ö. 6000 ile 2000 yılları arasında keşfedildi (Carruthers, 1964-69).

Doğal gaz kaynakları konvansiyonel ve konvansiyonel olmayan gaz kaynakları olarak ikiye ayrılır. Konvansiyonel gaz, geçirimsiz kaya tabakaları ile kapatılmış gözenekli rezervuarlarda tutulur. Bir kuyu tarafından durdurulduğunda, pompa kullanılmadan gaz yüzeye taşınır. Konvansiyonel olmayan gaz, farklı türde yöntem ve teknoloji gerektiren ve genellikle ekonomik gaz çıkarımı için yatay ve dikey sondaj ve hidrolik kırma gerektiren şeyl gazı veya sıkı gaz olarak ifade edilir (EPA, 2015).

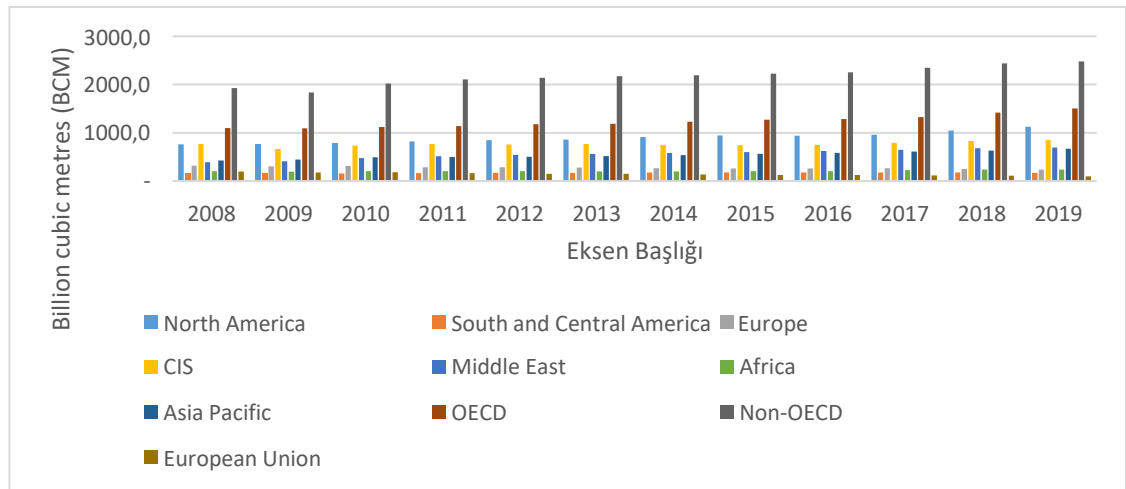
Doğal gaz, 1626 yılında Amerika'da Erie Gölü çevresinde Fransız kaşifler tarafından keşfedildi. İlk kuyu, 1859 yılında Florida, Titusville'de Albay Edwin Drake tarafından kabul edildi. Boru hatlarının inşasından önce, doğal gazı etkin bir şekilde taşınmıyordu. İlk 120 mil uzunluğundaki boru hattı 1891'de merkezi Indiana'dan

Chicago şehrine gaz taşıyan inşa edildi ancak boru hattı yapımındaki ilerlemeyle 1920'ye kadar etkili olmadı (Wan ve Rusmidah, 2020: 1-3).

ÇED analizine göre 2020 yılında Covid-19 pandemisi ve küresel ısınma nedeniyle gaz tüketimi %4 düştü. Haziran ayından itibaren, tüm büyük gaz piyasalarında talep düşüşü yaşanıyordu. Avrupa, Kuzey Amerika, Asya ve Avrasya'daki yavaş büyüme ile, 2020'nin son aylarında kaybedilen gaz tüketiminin %75'ini oluşturuyordu. Sektörler arasında, elektrik üretimi, toplam talebin yarısının düştüğü ve bunu konut, ticaret ve endüstriyel sektörlerin izlediği en sert darbe oldu. Doğal gaz talebinin 2021'de olgun pazarlarda toparlanması ve düşük fiyatlar sayesinde gelişmekte olan pazarlarda büyümesi bekleniyor. LNG'nin küresel gaz ticareti büyümesinin arkasındaki ana itici güç olmaya devam etmesi bekleniyor, ancak geçmiş yatırım kararları nedeniyle beklediğinden daha yavaş. 2021 sonrası doğal gaz büyümesi, sanayi sektöründe Çin ve Hindistan'ın başını çektiği Asya'da gerçekleşecek. Artan gaz üretiminin çoğunluğu fiyatların düşmesi ve kısa vadeli piyasa nedeniyle önemli bir aşağı yönlü risk oluşturan ABD kaya gazı, Orta Doğu ve Rusya Federasyonu'ndan gelmektedir (IEA, 2020).

Grafik 7: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi

Milyar metreküp (BCM) doğal gaz veya metreküp doğal gaz, doğal gaz üretim ve ticaretinin bir ölçüsüdür.

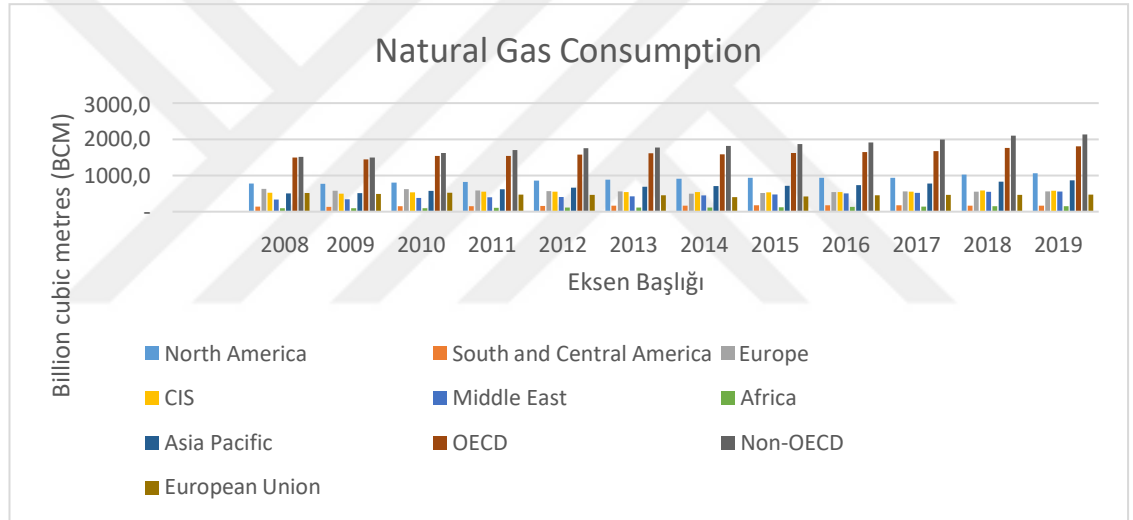


Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre, son yıllarda en yüksek doğalgaz üreticileri arasında OECD dışı, OECD ve Kuzey Amerika yer alırken, onu BDT, Orta Doğu, Asya Pasifik, Afrika, Avrupa, Güney ve Orta Amerika ve Avrupa Birliği izliyor. Doğal gaz yüzdesi üretimindeki artış şuydu: Avustralya (%18.0), Mısır (%16.9), Bahreyn (%15.4), Libya (%14.0), Amerika Birleşik Devletleri (%10.2) ve Çin (%9.9).

Dünya doğal gaz üretimi 132 bcm (%3.4) büyüdü ve bu artışın (85 bcm) neredeyse üçte ikisini ABD oluşturdu. Avustralya (23 bcm) ve Çin (16 bcm) de büyümeye önemli katkıda bulunurken, doğal gaz üretimi Kanada (-0,3 bcm), Norveç (-0,5 bcm) ve Avrupa Birliği ülkelerinde (-0,7 bcm) hafif düşüş gösterdi.

Grafik 8: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Doğal Gaz Tüketimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

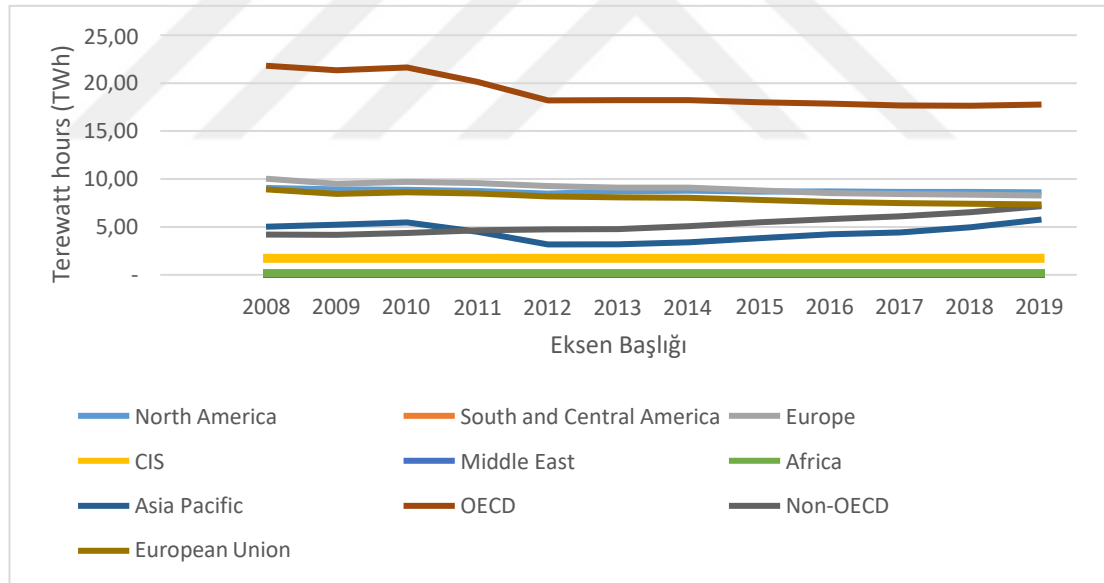
Gaz tüketimi, OECD dışı, OECD ve Kuzey Amerika tarafından işlendi ve bunu Asya Pasifik, BDT, Orta Doğu, Avrupa, Avrupa Birliği, Güney ve Orta Amerika ve Afrika izledi. 2019'daki yüzde artışı Irak (%36,5), Bangladeş (%25,3), Kuzey Makedonya (%16,4) ve İspanya'da (%14,8) görüldü.

Doğal gaz tüketimi, 2018'de görülen istisnai büyümenin (%5,3) oldukça altında, 78 milyar metreküp (bcm) veya %2 arttı. Bununla birlikte, birincil enerjide gazın payı %24,2 ile rekor bir seviyeye yükseldi. Gaz talebindeki artışlar Amerika Birleşik Devletleri (27 bcm) ve Çin (24 bcm) tarafından yönlendirilirken, en büyük düşüşleri Rusya (10 bcm) ve Japonya (8 bcm) gördü.

2.1.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerji temiz bir enerji kaynağıdır. Nükleer fisyon, nükleer füzyon ve nükleer reaksiyonlarından elde edilebilir. Nükleer enerji, bir nükleer santralde elektrik üretmek için buhar türbinlerinde kullanılan ısıyı üreten nükleer reaksiyonlar kullanılarak gerçekleştirilir. Fukushima olayına rağmen, nükleer fisyon bir gaz veya suda ısı olarak kullanılan ve buhar üreten yakıtta önde gelen bir enerji kaynağıdır. Fisyon enerjisi diğer enerjilerden farklı olarak daha ucuz, ülke ekonomisinin gelişmesine ve kalkınmasına katkı sağlar ve çevre dostudur. Kapatma kontrol çubukları sistemi, çürüme ısısı giderme sistemi, güvenli enjeksiyon sistemi (çekirdeği soğuk tutmak), muhafaza püskürtme sistemi ve önceki güvenlik sistemlerinin başarısız olması durumunda acil durum planlama prosedürü gibi çalışma sırasında güvenlik önemlidir (Ricotti, 2013: 2-10).

Grafik 9: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Nükleer Üretim



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Söz konusu bölgelerin son on yılında nükleer üretim, çoğunlukla OECD, Avrupa ve Kuzey Amerika'da, ardından OECD dışı, Avrupa Birliği, Asya Pasifik, BDT, Güney ve Orta Amerika, Afrika ve Orta Doğu'da üretilmiştir.

BP istatistiklerine göre nükleer enerji ile elektrik üreten üreticiler şu şekilde kayıt altına alınmaktadır;

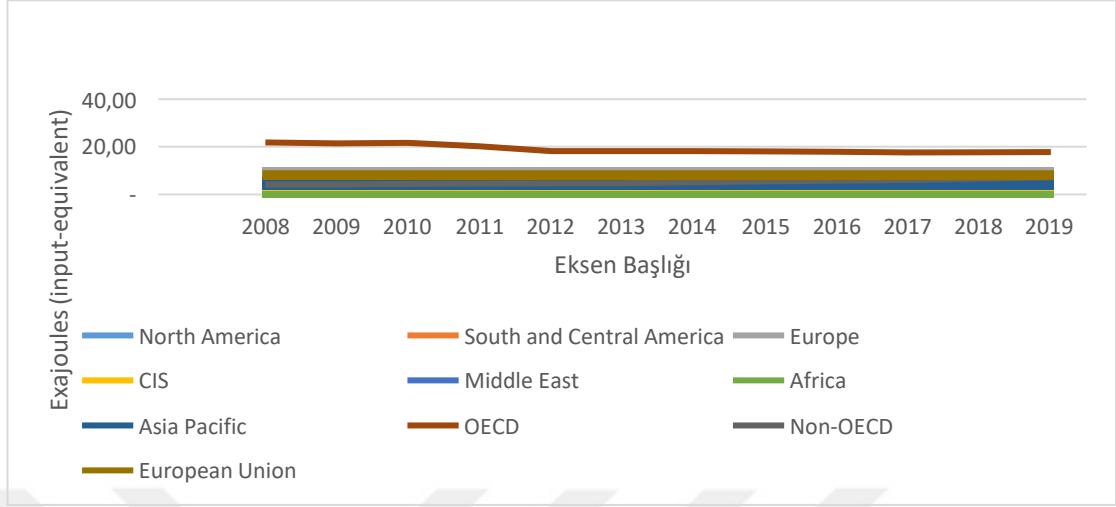
Tablo 1: Nükleer Enerji ile Elektrik Üreten Ülkeler,

Bölge veya Ülke	Yıl
OECD, OECD dışı, Avrupa Birliği, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Fransa, Almanya, Birleşik Krallık ve Macaristan.	1965
İspanya	1968
Orta Amerika, İsviçre, İsveç ve Hindistan	1969
Slovakya	1972
Arjantin	1974
Güney Kore ve Tayvan	1977
Macaristan	1983
Brezilya ve Güney Afrika	1984
Ukrayna	1985
Kazakistan ve Meksika	1989
Çin	1993
İran	2011
Diğer Karayipler	1966-1968
Orta Amerika	1968-1971
İtalyaLithuania	1965-1987
Diğer Avrupa	1989-2009
SSCB	1982-1989
Diğer BDT	1965-1983
	1985-1988
	1994-con.

Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Nükleer üretimi 2019'da bir önceki yıla göre ortalama %4 arttı. 2019'da nükleer üretim Avusturya (%53,0), Japonya (%33,7), Güney Afrika (%28,2), Arjantin'de (%22,8) arttı, Çin (%18,2) ve Hindistan (%15,7). 2019'da en yüksek nükleer üreticiler arasında OECD (1993,0 TWh), Amerika Birleşik Devletleri (852.0 TWh), OECD dışı (803.0 TWh), Fransa (399,4 TWh), Çin (348,7 TWh) ve Rusya (209.0 TWh), bu arada Avrupa Birliği'nde üretim %0,6 düşmüştü.

Grafik 10: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Nükleer Tüketimi

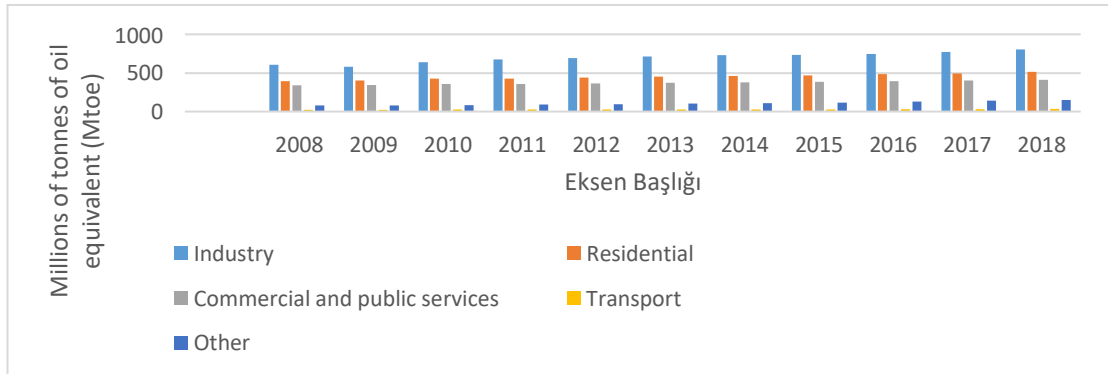


Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Verilen verilere göre, 2019 yılında en yüksek nükleer tüketim bölgeleri arasında OECD, Kuzey Amerika, ve Avrupa yer alırken, bunu Avrupa Birliği, OECD dışı, Asya Pasifik, BDT, Güney ve Orta Amerika, Afrika ve Orta Doğu takip ediyor.

Nükleer tüketim (girdi eşdeğeri bazında) %3,2 artarak 2004'ten bu yana en hızlı büyümesine ve 10 yıllık ortalama olan %-0,7'nin oldukça üzerine çıktı. 2019'da en yüksek ülkeler Belçika (%52,4), Japonya (%33,2) ve Güney Afrika (%27,7) oldu. 2018'de olduğu gibi Çin, herhangi bir ülkenin en büyük artışını kaydetti ve geçen yıl, şimdiye kadar en büyük artışı (0,5 EJ). Japonya ayrıca 2011'de Fukushima olayının etkisinden kurtulmaya devam ettiği için 0.15 EJ veya %33'lük kayda değer bir büyüme kaydetti.

Grafik 11: 2008-2018 Yılları Arası Sektörlere Göre Nükleer Tüketimi



Kaynak: (IEA, Dünya Enerji Dengeleri, 2020).

Son on yılda nükleer enerji daha çok endüstriyel, konut ve ticari alanlarda ve kamu hizmetlerinde tüketildi. 2008 yılından bu yana artış sanayi (%0,3), konut (%0,3) ve ticari kamu hizmetlerinde (%0,2) görülürken, en az nükleer enerji tüketimi 33,5 Mtep ile ulaştırma sektöründe kaydedildi.

2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKALRI

Yenilenebilir enerji, doğa tarafından sürekli yenilenen enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji, güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve okyanus gelgit kaynaklarından elde edilebilir. Yenilenebilir enerji teknolojileri, kaynakları enerjiye dönüştürür: elektrik, ısı, kimyasallar veya mekanik güç (Gorjian, 2017: 3-26; Shinn, 2021).

2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi sürdürülebilir, çevreyi kirletmeyen ve tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş tarafından alınan güneş enerjisi miktarı, tüm nüfusun bir yılda kullandığı enerjiden dakika başına daha fazla enerji yaymaktadır (NEED, 2018). Neuwirth'e (1980) göre, güneş radyasyonu dünya yüzeyine bağlı olarak farklı görünümeler gösterir (Şen, 2008: 36-37).

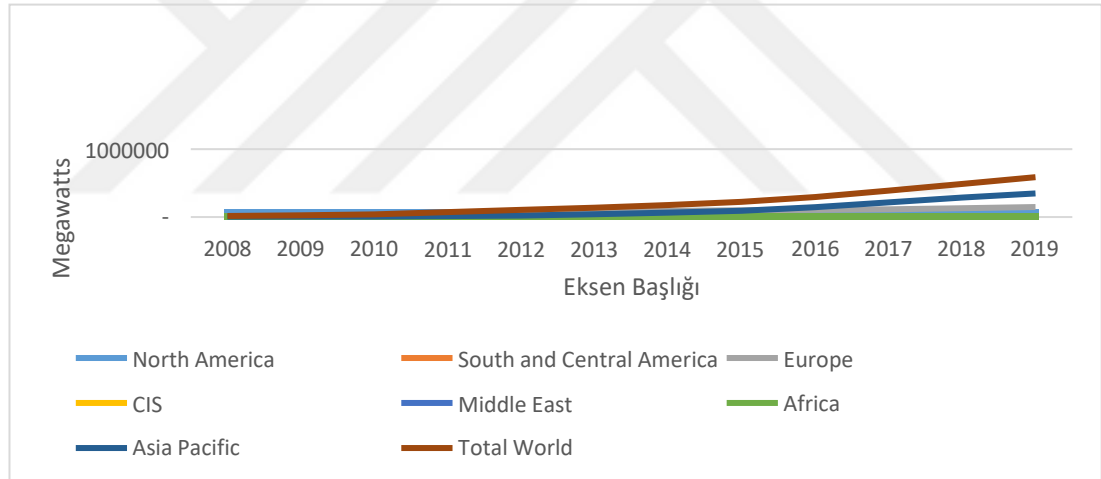
Güneş enerji, su ısıtma, her birinin aktif veya pasif olabileceği doğrudan (açık döngü) veya dolaylı (kapalı döngü) olarak karakterize edilebilir (Chai, 2003: 3-11). Aktif sistemler, su veya diğer ısı transfer akışkanlarını sirküle etmek için elektrikli pompalar, kontrolörler ve valfler kullanılır, pasif sistemlere kıyasla daha pahalıdır, daha verimli ve bakımı daha kolaydır. Pasif sistemler, aktif sistemlere kıyasla pompa kullanmadan evsel su veya ısı transferini hareket ettirebilirken, daha güvenilir, bakımı kolay ve daha uzun ömürlüdür (NREL, 1996: 1-8). Direkt (açık çevrim) sistemler, suyu kollektörler aracılığıyla dolaştırır ve tek kullanımlık. Kullanım, sıcak suyu temini için uygundur ve boru hassasiyeti nedeniyle yalnızca daha sıcak bölgelerde elde edilebilir. Dolaylı (kapalı döngü) sistemler, glikol-su antifriz karışımını kollektörler aracılığıyla dolaştırır, ısıyı sıvıdan tanklarda depolanan ev suyuna aktarır ve soğuk alanlarda erişilebilir (Gong ve Sumathly, 2016: 205-208).

Fotovoltaik (PV) sistem veya PV kurulumları ile güneş enerjisi, yarı iletken cihazlar (bilgisayar veya bellek yongaları) kullanılarak elektrik enerjisine

dönüştürülür. Fotovoltaik sistemler (hücre, modül, ağ) binalar için elektrik üretiminde kilit faktörlerdir ve otuz yıldan fazla dayanabilir. Modüller geri dönüştürülebilir ve elektrik şebekesinin olmadığı alanlarda kullanılır. Bu sistemler çatılara kurulur veya cepheye entegre edilir. Fotovoltaik sistemler ağa bağlanabilir (şebeke üzerinde) ve ağa bağlı olmayabilir (şebeke dışı) (Çotar ve Filčić, 2012: 1-17). PV'nin en yüksek kurulu kapasitesini Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya izlemektedir (Solar Reviews, 2022).

Güneş radyasyonu da termal enerjiye dönüştürülebilir. Termal enerji, güneş ışınlarını toplar ve enerjilerini ısıya dönüştürür. Üç aralıkta termal enerji kullanılır; düşük sıcaklık (ısıtma soğutma, havalandırma), orta sıcaklık (sıcak su ısıtma, pişirme ve diğerleri) ve yüksek sıcaklık (elektrik ve yakıt üretimi) (Philibert, 2005:1-11).

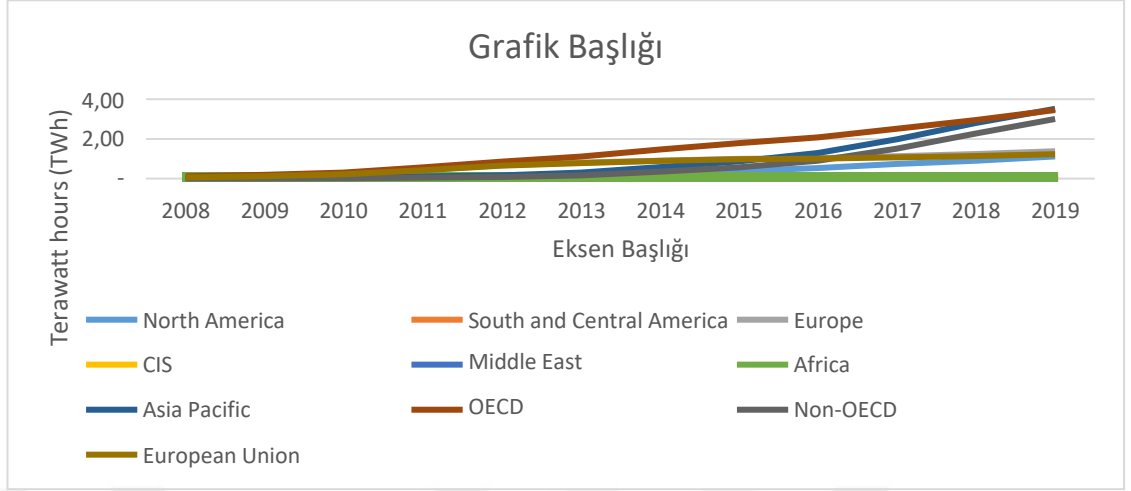
Grafik 12: 2008-2019 Yılları Arası Kurulan Güneş Enerji Kapasitesi



Kaynak: (IRENA, BNEF, HIS. 2020).

BP istatistiklerine göre kurulan PV kapasite gücü 1996'dan beri kaydedilmiştir. Verilere göre, kümülatif kurulu fotovoltaik, belirtilen bölgelerde yıllık olarak istikrarlı bir büyüme göstermiştir. Son on yılda ve 2019'da en çok kurulu fotovoltaik kapasite Asya Pasifik, Avrupa ve Kuzey Amerika tarafından işlendi, bunu Güney ve Orta Amerika, Afrika, Orta Doğu ve BDT ülkeleri izledi. BP istatistiklerine göre 2019 yılında bir önceki yıla göre kurulu PV kapasitesi 95 GW net artışla 586 GW oldu ve Çin (30 GW), ABD (23 GW) liderliğinde %20'lik bir artışı temsil etti. %65'lik bir artış, Asya (60 GW)'ı temsil ederken, yükselen ekonomiler toplam yeni dağıtımın %53'ünü temsil ediyor.

Grafik 13: Bölgelere Göre Güneş Enerji Üretimi



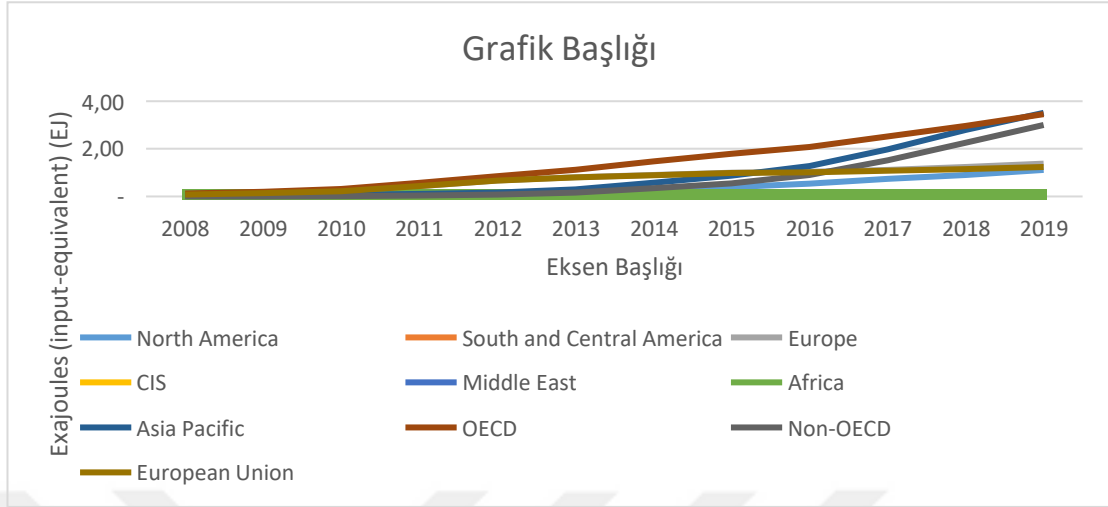
Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre, son yıllarda güneş enerji üretimine Asya Pasifik, OECD, OECD dışı, Avrupa, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika, Afrika, Güney ve Orta Amerika, Orta Doğu ve BDT ülkeleri öncülük ediyor.

Önceki yıllara kıyasla güneş enerjisi üretimi, Çin (223,8 TWh), Amerika Birleşik Devletleri (108,4 TWh), Japonya (75,3 TWh), Almanya (47,5 TWh), Hindistan (46.3 TWh) ve diğer ülkeler öncülüğünde %24 oranında arttı. OECD, OECD dışı ve Avrupa Birliği gibi bölgeler.

Önceki on yıla kıyasla güneş enerji üretimini BAE, Türkiye, Vietnam, Arjantin, Meksika, Kolombiya, Ekvador, Estonya, Polonya, Ukrayna, Kazakistan, Özbekistan, Mısır, Endonezya, Kuveyt, Saudi Arabistan, Doğu Afrika ve diğer ülkelerde yükseliyordu. Güney Afrika, Düşüş Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Letonya, Romanya, Birleşik Krallık, Çin Hong Kong ÖİB ve Orta Afrika'da meydana geldi.

Grafik 14: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Güneş Enerji Tüketimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre, son on yılda güneş enerjisi aşağıdaki bölgeler tarafından tüketildi; Asya Pasifik, OECD, OECD dışı, Avrupa, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika, Afrika, Güney ve Orta Amerika, Orta Doğu ve BDT.

Bu arada, güneş enerji tüketimi 2019'da %16 arttı ve en büyük tüketici ülkeler arasında Çin (2,0 EJ), Amerika Birleşik Devletleri (0,97 EJ), Japonya (0,67 EJ), Almanya (0,42 EJ) ve Hindistan (0,41 EJ) yer alıyor. Bir önceki on yıla kıyasla, 2019 yılında Şili, Vietnam, Arjantin, Meksika, Ekvador, Danimarka, Norveç, Ukrayna, Kazakistan, Özbekistan, Mısır, Endonezya, Kuveyt, Suudi Arabistan, ve BAE gibi birçok ülkede güneş enerjisi tüketimi arttı. Peru, Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Letonya, Romanya, Birleşik Krallık, Türkmenistan, Doğu Afrika ve Çin Hong Kong ÖİB'de güneş enerjisi tüketimi düşüş gösterdi.

2.2.2. Rüzgar Enerjisi

Güneş enerjinin aksine rüzgar enerji, güneş enerjinin dolaylı bir şeklidir. Rüzgar enerji binlerce yıldır ulaşımda, tarımda ve sanayide (yelkenli gemiler, su pompalama, tahıl öğütme) kullanılmıştır (IEA-ETSAP ve IRENA, 2016). Verilere göre rüzgar, güneş ışınımından daha yüksek güç yoğunluklarına ulaşabilir. Rüzgarın 3000 yıl önce sulama sistemleri için kullanıldığı bilinmektedir. Çin'de rüzgar 1800 yıl önce yel değirmeni olarak kullanılıyordu (Tong, 2010: 7). 7. yüzyılda rüzgar Afganistan ve İran'da bir tahıl değirmeni için kullanıldı. Avrupa'da rüzgar enerjisi 12. yüzyılda önem

kazandı. 17. ve 18. yüzyıllarda Hollanda'da on binlerce yel değirmeni drenaj ve drenaj için kullanılmıştır. Kuzey Amerika tarafından 19. Yüzyılda rüzgar enerjisi su pompalama sistemleri için kullanıldı. 20. Yüzyıla gelindiğinde, rüzgar enerjisinin rönesansı, 1970'lerin petrol sıkıntısı ve elektrifikasyonla başladı. Almanya 1990'larda rüzgar teknolojisi gelişimi için önde gelen ülkelerden biriydi ve bunu Danimarka, İspanya ve İngiltere takip etti ve elektrik ihtiyaçlarını rüzgar enerjisi ile karşılayabildi (Quaschnig, 2005: 181-182).

Rüzgar enerji sistemleri; rüzgar çiftlikleri (kara-deniz); rüzgar türbini (dikey-yatay); ve şebeke bağlantısına ayırmakataadır.

Rüzgar çiftlikleri, elektrik üretmek için karada (karada bulunan türbinler) ve açık denizde (okyanusta bulunan türbinler) olabilir. GWEC'e göre 2019 yılında küresel rüzgar enerji kapasitesi 651 GW. Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve İspanya, 2019'da yeni kapasitenin yüzde 70'inden fazlası ile rüzgar pazarlarında lider oldu. Asya Pasifik bölgesi 30,6 GW yeni rüzgar enerji kapasitesi kurdu (karada 28,1 GW ve denizde 2,5 GW). Kuzey, Orta, Güney Amerika ve Karayipler 13.4 GW yeni rüzgar enerji kapasitesi kurdu. Afrika ve Orta Doğu 944 MW ve 6 GW üzerinde hesap kurdu. Avrupa, 59 yeni rüzgar enerjisi kapasitesi ile açık deniz rüzgarı için en büyük pazar olmaya devam ediyor (GWEC, 2019: 36).

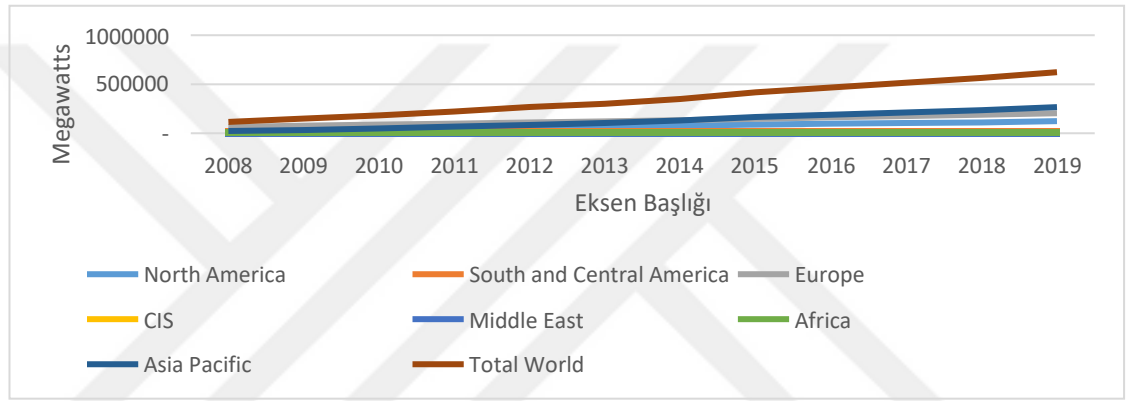
Rüzgar türbin sistemleri faydalı güç için rüzgarın kinetik enerjisini kullanır. Rüzgardan elde edilen güç, su pompalamak veya elektrik üretmek için kullanılabilir. Rüzgar türbinleri yatay eksenli rüzgar türbini (HAWT) ve dikey eksenli rüzgar türbini (VAWT) olabilir. (a) Yatay rüzgar türbininin rotorun dönüş eksenini rüzgar akımına ve zemine paraleldir, rüzgar ters (döndürücü rüzgara bakar) ve rüzgar yönü türbini (döndürücü kulenin rüzgar yönündedir) olabilir. (b) Dikey rüzgar türbininin rotor dönüş eksenini yere diktir ve düşük rüzgar durumlarında verimlidir. Üç tip dikey eksenli rüzgar türbini vardır, darrieus türbini, giromill türbini ve savonius türbini (Bajaro 2012: 1-8).

Şebekeye bağlı bir sistem veya iletim şebekesi sistemi, rüzgar türbinlerinden veya diğer yenilenebilir enerjilerden elde edilen elektrik, günlük veya mevsimsel olarak kullanılabilir ve herhangi bir yenilenebilir enerji, gerekli anda bir ev veya bina

kullanımından daha fazla elektrik ürettiğinde, elektrik 'geri döner' elektrik şebekesine başka yerde kullanılabilir ve daha ekonomiktir.

Şebekeye bağlı bir sistem veya iletim şebekesi sistemi rüzgar türbinlerinden veya diğer yenilenebilir enerjilerden elde edilen elektrik günlük veya mevsimsel olarak kullanılabilir ve herhangi bir yenilenebilir enerji ihtiyacı duyulan anda bir ev veya bina kullanımından daha fazla elektrik ürettildiğinde, elektrik başka yerlerde kullanılabilen ve ekonomik olan elektrik şebekesine 'geri döner' (DOE, 2020).

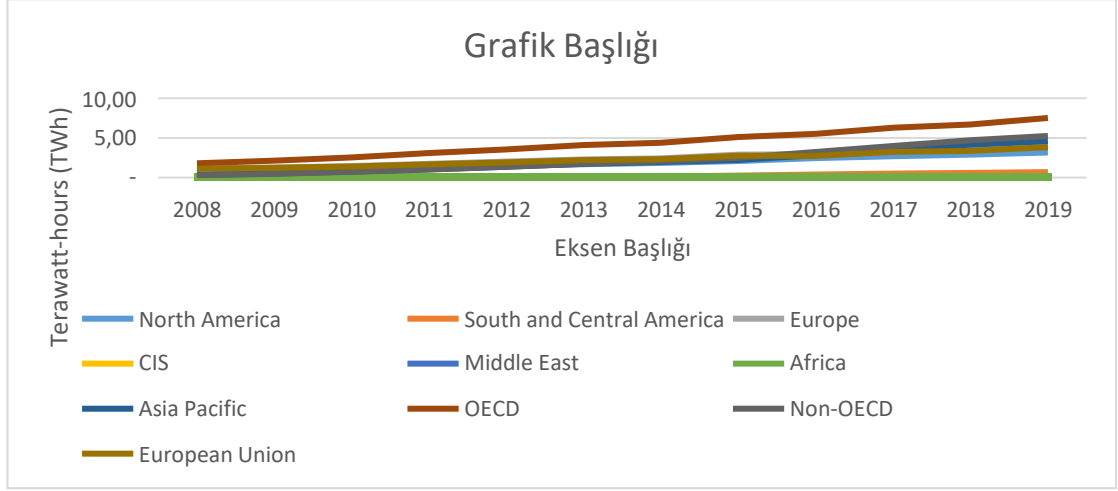
Grafik 15: 2008-2019 Yılları Arası Kurulan Rüzgar Enerji Kapasitesi



Kaynak: (IRENA, BNEF, HIS. 2020).

BP istatistiklerine göre kurulan rüzgar türbin kapasitesi 1997'den beri kaydedilmeye başlandı. Son on yılda ve 2019'da kurulu rüzgar türbini kapasitesi şu bölgelere göre sıralanıyor: Asya Pasifik, Avrupa, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Afrika, Orta Doğu ve BDT ülkeleri. Rüzgar kapasitesi bir önceki yıla göre %10 artarak 58 GW net artışla 620 GW oldu. Açık deniz rüzgar kapasitesi, 5 GW net artışla 28 GW'a ulaştı. En yüksek rüzgar türbini kapasitesini %80 civarında artışla, Çin (26 GW), Avrupa Birliği (12 GW) ve Amerika Birleşik Devletleri (9 GW) izledi. Gelişmekte olan ekonomiler toplam dağıtımın %55'ini (31 GW) ve gelişmiş dünyayı %45'ini (27 GW) temsil etmektedir. Rüzgar santral kapasitesi Arjantin, Ukrayna, Yunanistan, Tayland, Avustralya, Rusya Federasyonu, Mısır ve Meksika'da yükselirken Danimarka'da düştü.

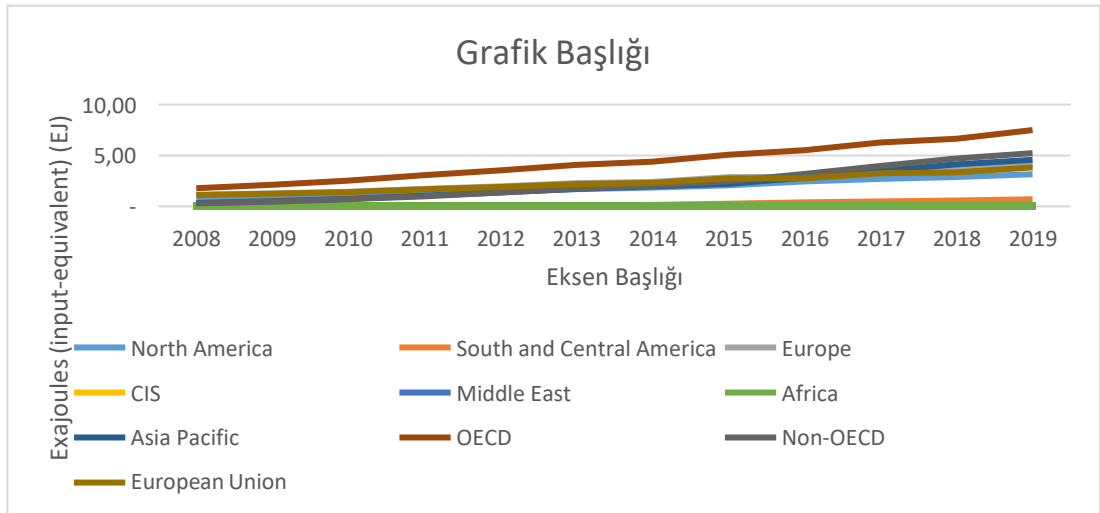
Grafik 16: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Rüzgar Enerji Üretimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Rüzgârdan elde edilen enerji, OECD, OECD dışı, Asya Pasifik, Avrupa, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Afrika, Orta Doğu ve BDT ülkeleri olmak üzere çoğunlukla siparişe üretildi. Rüzgardan üretilen enerji 2019'da %13 arttı. Son on yıl ve 2019 istatistiklerine göre rüzgardan üretilen enerjiye Çin (405.7 TWh), ABD (303.1 TWh), Almanya (126.0 TWh, ve Hindistan (63.3TWh) öncülük etti, Son on yıldaki ve 2019'daki istatistiklere göre, rüzgardan üretilen enerji çoğunlukla Arjantin, İzlanda, Norveç, Ukrayna, Azerbaycan ve Meksika'da artarken, düşüş Slovakya, Çin Hong Kong ÖİB, Bulgaristan, ve Batı Afrika'da kaydedildi.

Grafik 17: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Rüzgar Enerji Tüketimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

Rüzgardan elde edilen enerji, OECD, OECD dışı, Asya Pasifik, Avrupa, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Afrika, Orta Doğu ve BDT ülkeleri olmak üzere en çok siparişe tüketildi.

Toplamda %12'lik bir artışla rüzgardan en fazla enerji tüketen ülke Çin (3,62 EJ), ABD (2,70 EJ), Almanya (1,12 EJ), Birleşik Krallık (0,57 EJ), ardından Hindistan, Brezilya ve İspanya oldu. Düşüş Slovakya, Bulgaristan, İsviçre, Sri Lanka, Endonezya, Çin Hong Kong ÖİB, Bangladeş, Batı ve Orta Afrika, Cezayir, Kuveyt ve İsrail'de meydana geldi.

2.2.3. Hidro Enerji

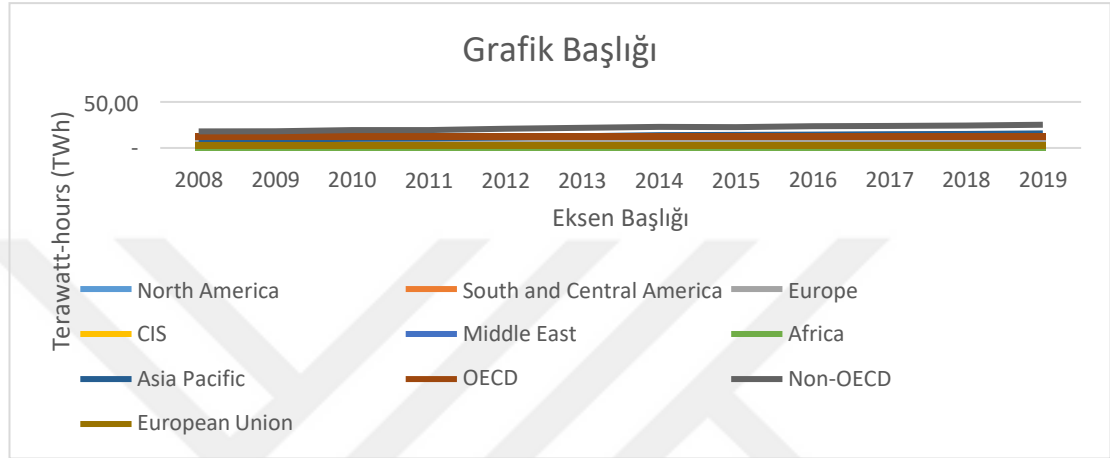
Hidro enerji, suda depolanan potansiyel enerjiyi akan suyun kinetik enerjisine dönüştürme işlemidir. Türbin aracılığıyla talep üzerine elektrik kontrol edilir, üretilir ve rezervlerin şebekeye beslenmesini sağlayan düşük maliyetli ve gerçek zamanlı yanıt sağlamaktadır (SETİS, 2019). Hidro enerji veya hidroelektrik toplum için elektrik enerjisi endüstrisinde önemli bir rol oynar ve binlerce yıl önce çeşitli makinelerin (su değirmeni, kereste fabrikası ve tekstil makinesi) sulaması ve çalıştırılması için kullanılmıştır (Kumar, Killington ve Freitas, 2012: 6-8).

Yunanistan'da buğdayı un haline getirmek için sudan gelen gücün kullanımı 2000 yıl öncesine dayanmaktadır. Modern hidroelektrik türbininin evrimi, Bernard Forest de Belidor tarafından yazılan Architecture Hydraulique'in yazarıyla 1970'lerin ortalarında başladı (frezeleme ve pompalama). İlk hidroelektrik santral 1870'lerde Craggside, Rothbury, İngiltere'de kuruldu. Hidroelektrik enerjinin endüstriyel kullanımı (tiyatro ve vitrin aydınlatması sağlamak için bir su türbini tarafından tahrik edilen dinamo kullanıldı) 1880'lerde Grand Rapids, Michigan, ABD. Bir un değirmenindeki türbine bağlı fırça dinamo, New York, Niagra Şelalesi'nde 1881'lerde inşa edilen sokak aydınlatmasını sağladı. Dünyanın ilk hidroelektrik istasyonu (iki kağıt fabrikasını ve bir konutu aydınlatan) 1882'lerde ABD, Appleton-Wisconsin'de inşa edildi.

Dört ana hidro enerji türü mevcuttur; nehir akışı (RoR), kanaldan bir türbine nehir akışından elektrik üretir (günlük ve depolama tesisi çok azdır veya hiç yoktur); hidro enerji depolamak, rezervuara su depolamak için bir baraj kullanmak ve rezervuardan bir türbin aracılığıyla su gerçekleştirerek elektrik üretmek (haftalar hatta

aylarca elektriği işletmek); pompalı-depolu hidro enerji, pompaların alt ve üst rezervuarları arasındaki su akışını ve isteğe bağlı olarak elektrik üretir; ve açık deniz hidro enerji, deniz suyundan dalgaların gücünü kullanarak elektrik üretmektedir (IHA, 2020).

Grafik 18: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Hidro Enerji Üretimi

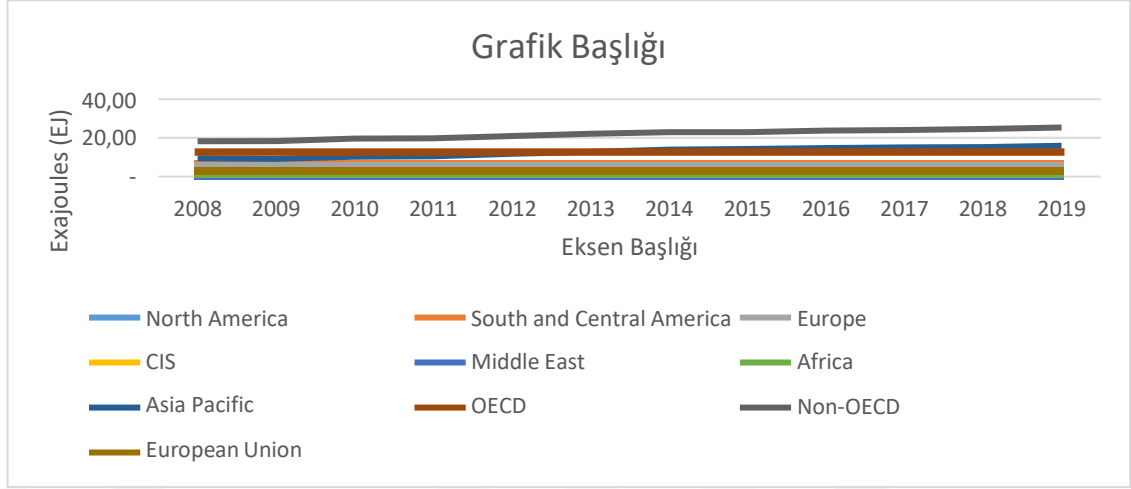


Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre, son yıllarda hidroelektrikten üretilen elektrik, çoğunlukla OECD dışı, Asya Pasifik, OECD, Kuzey Amerika, Orta ve Güney Amerika, Avrupa, Avrupa Birliği, BDT, Afrika, ve Ortadoğu. Hidro tarafından üretilen enerji 2019'da %1 arttı.

İstatistiklere göre en yüksek hidroelektrik üretici ülkelerden, Çin (1269.7 TWh), Brezilya (399.3 TWh), Rusya Federasyonu (194.4) ve Hindistan (161.8 TWh) tarafından yönetilirken, Kanada'da üretim -6.3 % (382.0 TWh), ve Amerika Birleşik Devletlerinde -%1.0 (271.2 TWh) azalmıştır. Son yıllarda İran, Türkiye, Cezayir, Tayvan, Çek Cumhuriyeti, Pakistan, Ekvador, Slovakya vb. ülkelerde hidroden üretilen elektrik önemli ölçüde artmıştır. Meksika, Kolombiya, diğer Karayipler'de Bulgaristan, Hırvatistan, Yunanistan, Kuzey Makedonya, Portekiz, Fas, Sri Lanka, Vietnam ve Ukrayna düşüş kaydedilmiştir.

Grafik 19: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Hidro Enerji Tüketimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre, son yıldaki su tüketimi çoğunlukla OECD dışı, Asya Pasifik, OECD, Orta ve Güney Amerika, Kuzey Amerika, Avrupa, Avrupa Birliği, BDT, Afrika ve Orta Bölgeler tarafından oluşturulmuştur.

2019'da Çin (11,32 EJ), Brezilya (3,56 EJ), Rusya Federasyonu (1,73 EJ) Hindistan (1,44 EJ), Kanada (3,41 EJ), ve Amerika Birleşik Devletleri'nde tüketim %1 arttı. Eyaletler'de ise (2,42 EJ) hafif bir düşüş yaşadı (-%6.7 ve -%1.4). Hidroelektrik şu ülkelerde de arttı: İran, Türkiye, Irak, Cezayir, Pakistan, Hindistan, Çek Cumhuriyeti, Ekvador, Danimarka, Almanya, Lüksemburg, Slovakya, vb. Öte yandan Meksika'da tüketim önemli ölçüde düştü, aynı zamanda Karayipler, Bulgaristan, Hırvatistan, Yunanistan, Kuzey Makedonya, Portekiz, İspanya, Fas ve Vietnam'da.

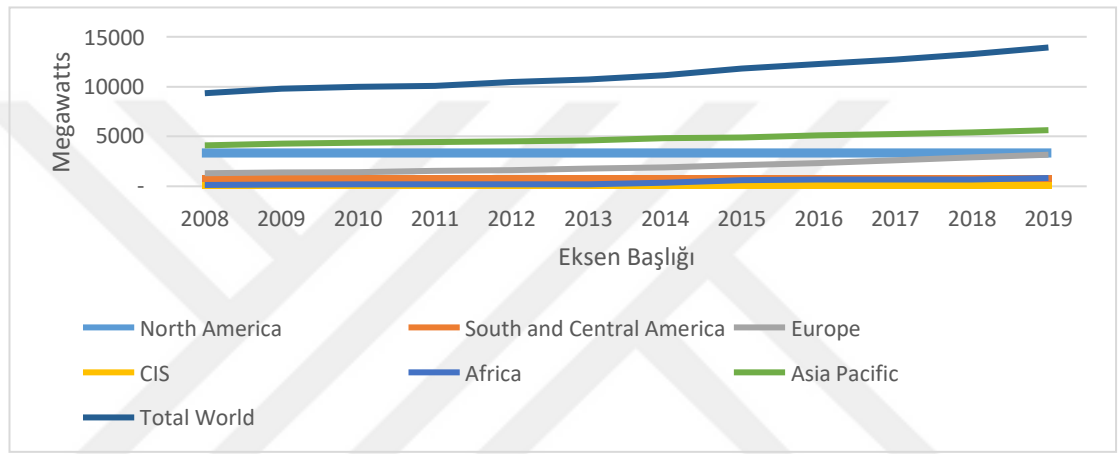
2.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer altından (kıtasal ve okyanusal) bulunan termal enerjidir. Enerji, kabuklu kaya malzemesinin içerdiği uzun ömürlü radyoaktif izotopların (^{232}Th , ^{235}U ve ^{238}U) ayrışmasından elde ediliyor. Jeotermal yoluyla içerilen enerji M.Ö. Çin, Antik Roma ve Amerika tarafından yemek pişirmek, banyo yapmak, mekan ısıtmak ve terapötik amaçlar için kullanılmıştır.

Günümüzde elektrik üretimi, mekan ısıtma ve soğutma, banyo ve yüzme, tarım, su ürünleri yetiştiriciliği ve endüstride mevsimsel ısı ve ısı pompaları, mevsimler arası ısı transferi gibi birçok amaçla kullanılmaktadır (Manzella, 2017: 1-20).

Buhar kullanılarak üretilen veya yer altı ile ısıtılan elektrik üretimi kuyulardan santrallere pompalanmakta ve elektrik üretilmektedir (NEED, 2018: 35-37). 2019 sonunda küresel jeotermal kapasite 14 GW idi.

Grafik 20: 2008-2019 Yılları Arası Kurulan Jeotermal Enerji Kapasitesi

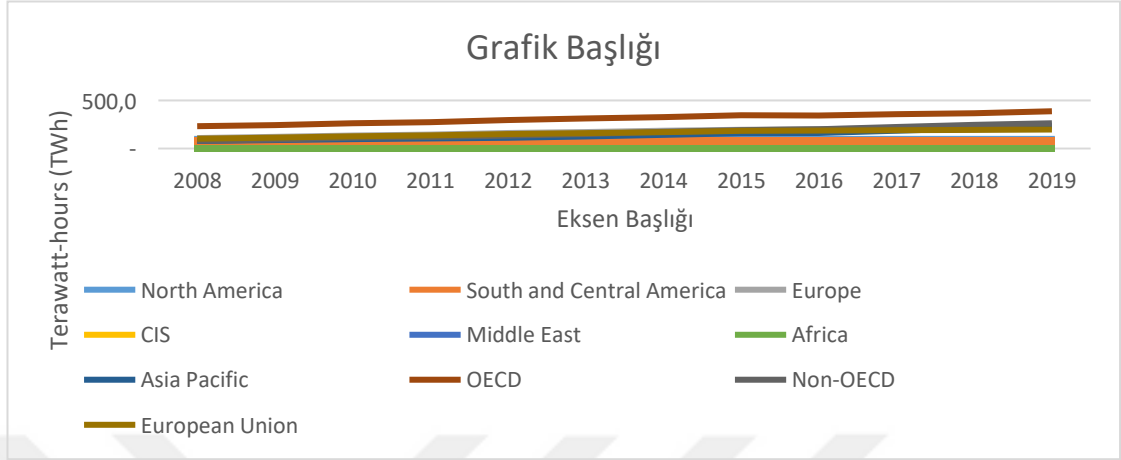


Kaynak: (IRENA, BNEF, HIS. 2020).

BP istatistiklerine göre kurulu jeotermal güç kapasitesi istatistikleri 1990 yılına dayanmaktadır. Son on yılda jeotermal kapasite kurulumunu Asya Pasifik, Kuzey Amerika, Avrupa, Afrika, Güney ve Orta Amerika, ve BDT ülkeleri izlemektedir. Jeotermal kurulum kapasitesi 2019 yılında sadece %5 (678 MW) büyümüştü.

Jeotermal kapasite kurulumunda ilk sırada yer alan ülkeler arasında Türkiye (232 MW), Endonezya (185 MW) ve Kenya (160 MW) yer aldı. ABD en büyük jeotermal kapasiteye %18 (2,6 GW) sahipken, onu Endonezya (2,1 GW), Filipinler (1,9 GW) ve Türkiye (1,5 GW) izliyor. Son yıllarda jeotermal kapasite Kosta Rika, Kenya, Türkiye ve Almanya'da önemli ölçüde yükselirken, diğer tarafta Şili, Meksika ve Nikaragua'da düşmüştür.

Grafik 21: 2008-2019 Yılları Arası Jenerasyon-Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Yenilenebilir Enerjiler

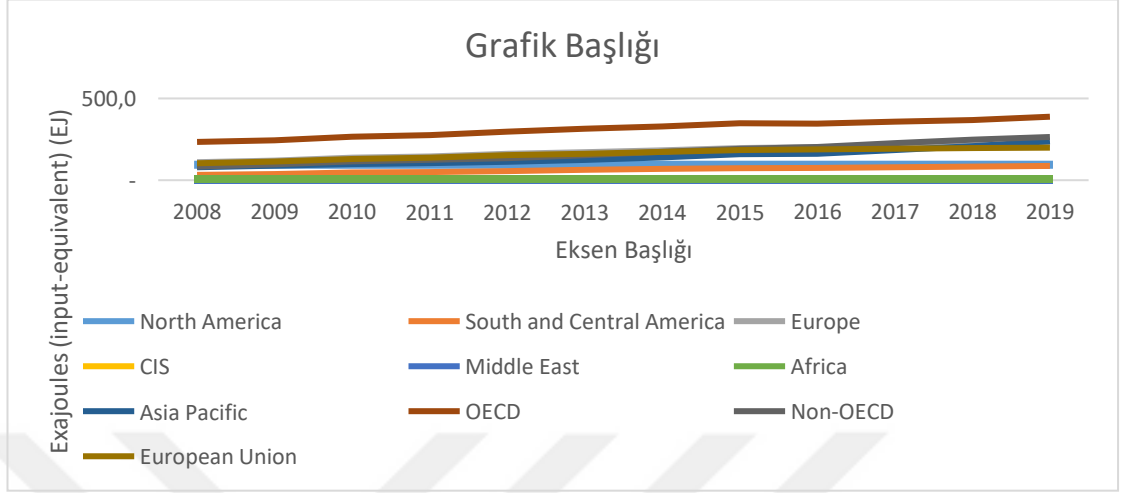


Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji aşağıdaki bölgelere göre yapılmıştır; OECD, OECD dışı, Asya Pasifik, Avrupa, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Afrika, BDT ve Orta Doğu ülkeleri. 2019 yılında jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan üretim %6 arttı.

Son yıllarda ve 2019'da jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üreten en önemli ülkeler arasında Çin (102.8 TWh), Brezilya (56.3 TWh), Japonya (37.3 TWh) ve Birleşik Krallık (36.6 TWh) olurken, düşüş Amerika Birleşik Devletleri'nde %-4,4 (78,3 TWh), Almanya %-0,9 (50.6 TWh) ve Hindistan'da %-3,2 (25.4 TWh) görüldü. 2019'da jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan üretim çoğunlukla Peru, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Romanya, Beyaz Rusya, Japonya ve Tayland tarafından artırıldı. Öte yandan düşüş ABD, Bulgaristan, Macaristan, İtalya, Slovakya, Rusya Federasyonu, Hindistan, Pakistan tarafından kaydedildi.

Grafik 22: 2008-2019 Yılları Arası Tüketim-Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Yenilenebilir Enerjiler



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre, son yıllarda jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji aşağıdaki bölgeler tarafından tüketildi; OECD, OECD dışı, Asya Pasifik, Avrupa, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Afrika, BDT, ve Orta Doğu ülkeleri.

Son yıllarda ve 2019'da jeotermal, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji %6 büyümüştü ve BP verilerine göre en büyük tüketici ülkeleri arasında Çin (0,92 EJ), Brezilya (0,50 EJ), Japonya (0,33 EJ), ve Birleşik Krallık'tır (0,33 EJ), bu arada ABD'de tüketim %-4,7 (0,70 EJ), Almanya %-1,2 (0,45 EJ), Hindistan %-3,6 (0,23 EJ) ve İtalya'da %-8,4 (0,21 EJ) düşüyor.

2019'daki önceki on yıla kıyasla, güç tüketimi Japonya, Kanada, Meksika, Peru, Danimarka, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, İsveç, Kazakistan, Endonezya ve diğer ülkelerde önemli ölçüde arttı. Diğer tarafta tüketim ABD, Arjantin, Bulgaristan, Macaristan, İtalya, Slovakya, Azerbaycan, Rusya Federasyonu, Pakistan, İran, İsrail, Katar, ve BAE'de düştü.

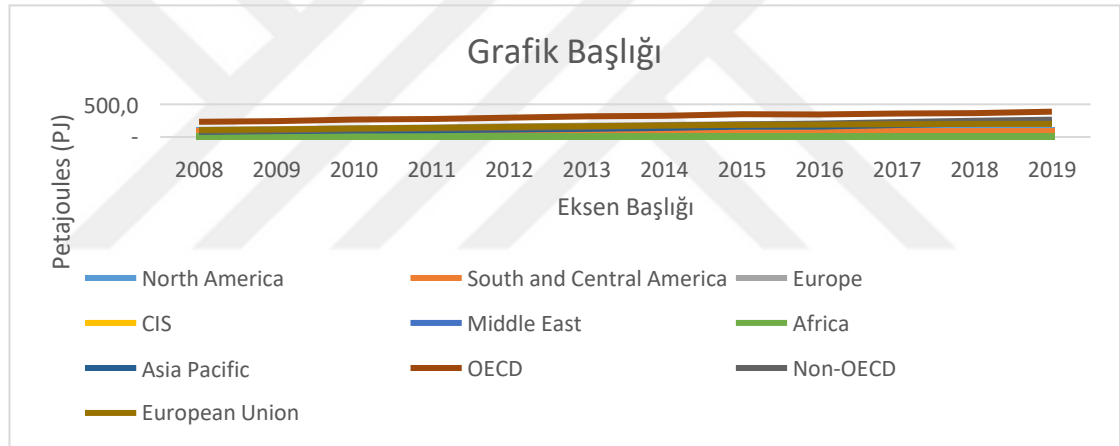
2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi eski zamanlardan beri, pişirmek ve ısıtmak için odun yakılarak kullanılmıştır. Günümüzde biyokütle enerjisi deniz yosunu, katı atıklar,

mahsuller ve odun gibi organik maddelerden oluşmaktadır. Biyokütle enerjisi fosil yakıtların yerine kullanılabilen (Klass, 1998:35-37) ve termal enerjiye, sıvı, katı veya gaz yakıtlara dönüştürülebilen karbondioksit içeren yenilenebilir bir enerjidir (Sriram ve Shahidehpour, 2005: 1-3). Birçok endüstri ulaşım ve konut sektörü biyokütle enerjisine güvenmektedir (NEED, 2018: 10-14).

Eski zamanlardan beri ahşabın yanması sırasında çevre üzerindeki biyokütle etkileri, orman bozulması ve ormansızlaşma, toprak bozulması, biyolojik çeşitlilik kaybı, sera gazı emisyonlarının artması ve sağlık (bronşit ve zatürree) açısından tehlike yaratmıştır (Ravindranath, 2009: 3-5). 2019 sonunda küresel kapasite 124 GW idi (BP, 2020).

Grafik 23: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Biyoyakıt Üretimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre biyoyakıt üretim istatistikleri 1990 yılına dayanmaktadır. Son on yılın verilerine göre, gösterilen bölgelerde biyoyakıt üretimi şu şekilde sıralanmıştır: OECD, OECD dışı, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Avrupa, Asya Pasifik, Avrupa Birliği, Afrika, BDT, ve Orta Doğu ülkelerinde. Biyoyakıt üretimi 2019 yılında %3 oranında büyümüştü ve ana üretici ülkeler, Brezilya (992.2 PJ), Endonezya (275.5 PJ), Almanya (143.4 PJ) ve Çin (111,3 PJ) olurken, Amerika Birleşik Devletleri (1557.1 PJ) ve Fransa (113,0 PJ) üretim düştüğünü kaydedildi (-%2.7 ve -%13,1).

Biyoyakıt üretimi önceki on yıla kıyaslarken Kanada, Brezilya, Belçika, İtalya, Portekiz, İsveç, Avustralya, Çin, Hindistan, ve Endonezya'da önemli ölçüde arttı. Bazı

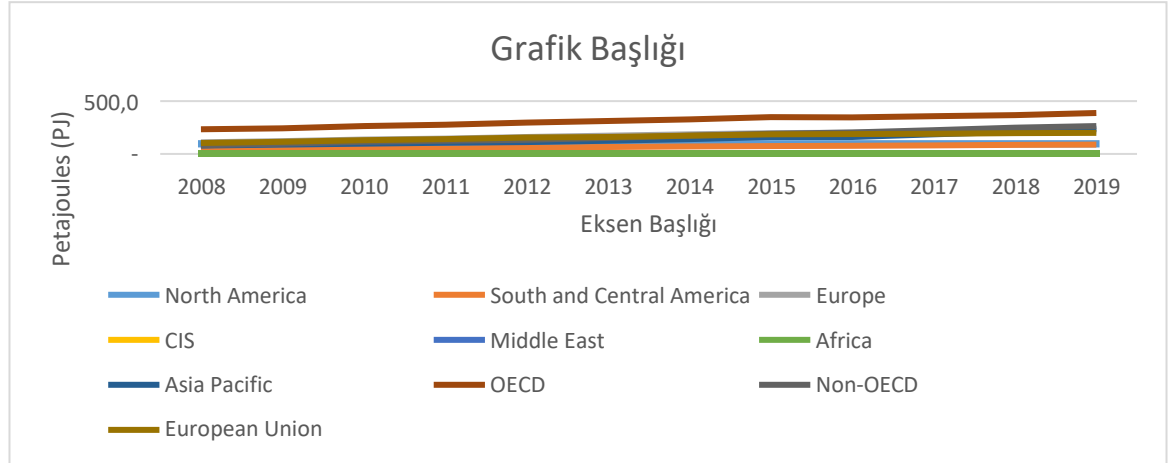
ülkelerde ise Fransa, İspanya, İngiltere, Tayland, Hollanda, Avusturya, Kolombiya, Arjantin ve ABD gibi ülkelerde ise düştü.

Verilere göre yakıt türüne göre biyoyakıt üretimine ilişkin olarak;

İstatistiklere göre gösterilen bölge ve ülkelerdeki biyobenzin üretim miktarları şu şekildedir: OECD, OECD dışı, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Asya Pasifik, Avrupa, Avrupa Birliği, Kanada ve Meksika, Afrika, Orta Doğu, ve BDT ülkeleri. Son yıllarda biyobenzin üretimi çoğunlukla OECD dışı ülkelerde (1031,9 PJ) ve Brezilya'da (797,9 PJ) üretilmektedir. Öte yandan üretim OECD'de -%1.7 (1520.3 PJ) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde -%2.0 (1342.2 PJ) düştü.

İstatistiklere göre biyodizel yakıt üretimi şu şekildedir: OECD dışı, OECD, Avrupa, Avrupa Birliği, Asya Pasifik, ABD'inde. Güney ve Orta Amerika, Brezilya, Kanada ve Meksika, Afrika, BDT ve Orta Doğu ülkeleri ile kayıtlı biyodizel üretimi yok. Son yıllarda biyodizel üretimi OECD dışı (786.3 PJ), OECD -%3.4 (774.7 PJ), Avrupa -%2.4 (535.5 PJ) ve Avrupa Birliği'nde -%2.6 (526.3 PJ) kaydedildi.

Grafik 24: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Biyoyakıt Tüketimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

BP istatistiklerine göre biyoyakıt tüketim istatistikleri 1990 yılına dayanmaktadır. Son on yılın verilerine göre biyoyakıt tüketimi şu şekildedir: OECD, OECD dışı, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Amerika, Avrupa, Avrupa Birliği, Asya Pasifik, Afrika, BDT ve Orta Doğu ülkeleri. Biyoyakıt tüketimi %6 arttı ve ana biyoyakıt tüketicisi ülkeler Brezilya (975.3 PJ), Endonezya (249.0 PJ), ardından

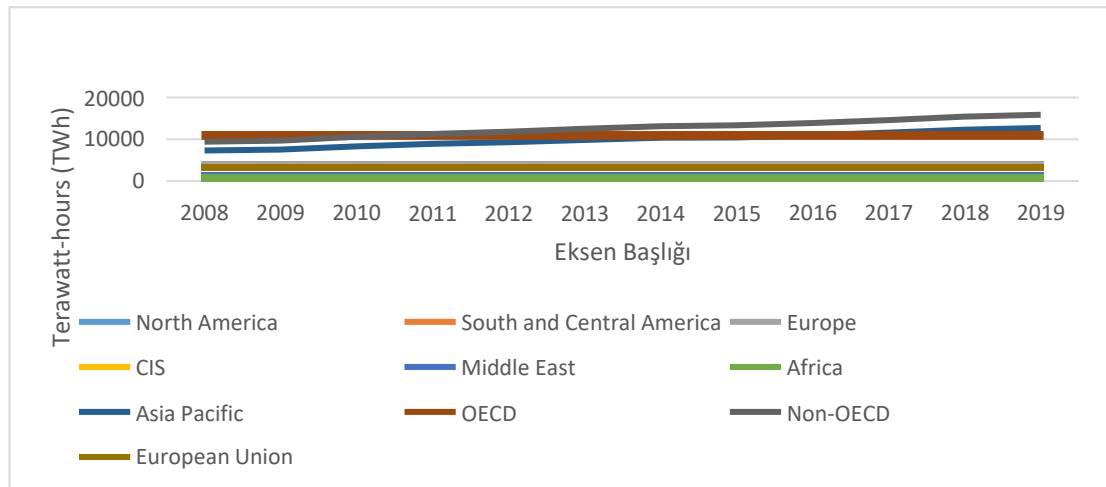
Fransa (124.6 PJ), Almanya (119.7 PJ) ve Tayland (100.2 PJ) olurken, Amerika Birleşik Devletleri'nde -%0.1 (1462.3 PJ) hafif bir düşüş gösterdi. 2019'da biyoyakıt tüketimi önceki on yıla kıyaslarken Brezilya, Hollanda, Birleşik Krallık, Endonezya, Tayland ve benzeri ülkelerde önemli ölçüde arttı. Bazı ülkelerde ise İtalya, İspanya ve Çin gibi önemli ölçüde düştü.

Verilere göre yakıt türüne göre biyoyakıt üretimi ile ilgili olarak şu şekilde gösterilmektedir;

İstatistiklere göre, gösterilen bölge ve ülkelerde biyobenzin yakıt tüketimi biyobenzin tüketimi şu şekildedir: OECD, Avrupa, ABD, OECD dışı, Brezilya, Asya Pasifik, Avrupa Birliği, Kanada ve Meksika, diğer Güney ve Orta Amerika, Kayıtlı biyobenzin tüketimi olmayan Orta Doğu, Afrika, ve BDT ülkeleri. Son yıllarda biyobenzin tüketimi en çok OECD (1523,8 PJ), Avrupa (1423 PJ), ABD (1236.7 PJ), OECD dışı (981.4 PJ) ve Brezilya'da (780.3 PJ) oldu.

İstatistiklere ve miktarlara göre gösterilen bölge ve ülkelerde biyodizel tüketimi OECD, OECD dışı, Avrupa, Avrupa Birliği, Asya Pasifik, ABD, Brezilya, diğer Güney ve Orta Amerika, Kanada ve Meksika, Afrika, BDT, ve kayıtlı biyodizel üretimi olmayan Orta Doğu ülkeleridir. Son yıllarda en yüksek biyodizel üretimi OECD dışı ülkelerde (627.3 PJ) kaydedilirken, OECD (843.5 PJ), Avrupa (583.0 PJ / % -2.8) ve Avrupa Birliği'nde (557.5 PJ) hafif bir düşüş (-%3.3, -2.6 PJ) oldu.

Grafik 25: 2008-2019 Yılları Arası Bölgelere Göre Elektrik Üretimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

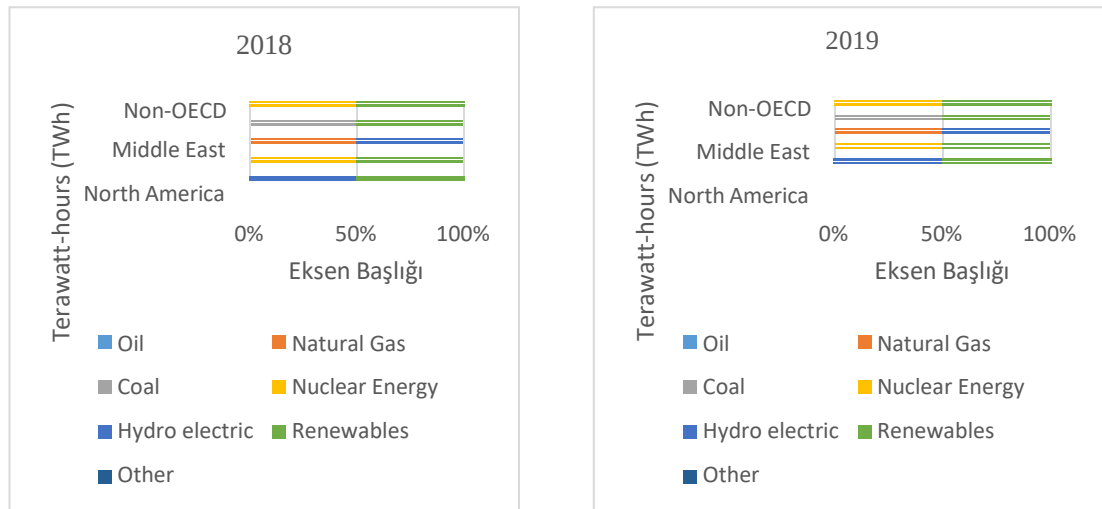
Toplanan BP verilerine göre, aşağıdaki bölgelerde OECD dışı, Asya Pasifik, OECD, Kuzey Amerika, Avrupa, Avrupa Birliği, BDT, Güney ve Orta Amerika, Orta Doğu ve Afrika'da elektrik üretilmiştir. Elektrik üretimi, 2019'da 10 yıllık ortalamasının yaklaşık yarısı kadar, sadece %1.3 büyüdü. Büyüme çoğu bölgede negatif veya zayıfken, Çin'de %4,7 (340 TWh) artarak net küresel büyümenin %95'ini oluşturdu.

Önceki on yıla göre, 2019'da elektrik üretimi şu şekildeydi: OECD dışı (%3,0), Asya Pasifik (%3,1), OECD (-1), Kuzey Amerika (-0,6), Avrupa (-1,8), Avrupa Birliği (-1,7), BDT (%1,0), Güney ve Orta Amerika (-0,1), Orta Doğu (%3,3), ve Afrika (%2,9).

2019'da elektrik üretimi çoğunlukla OECD dışı (15868,7 TWh), Çin (7503,4 TWh), Hindistan (1558,7 TWh) ve Rusya'da (1118,1 TWh) kullanılırken, Japonya'da -%1,9 (1036,3 TWh), OECD -%1,0 (11136,0 TWh), Amerika Birleşik Devletleri -%1,3 (4401,3 TWh) ve Avrupa Birliği'nde -%1,7 (3215,3 TWh) hafif bir düşüş ile meydana geldi.

2019 yılında elektrik üretiminde Irak (%31,6), Belçika (%24), Fas (%16,6), Litvanya (%13,6), Slovakya (%10,8) önemli bir artış kaydedilirken, bazı ülkelerde hızlı bir düşüş kaydedildi. Estonya (-38,6%), Venezuela (-19,3%), Lüksemburg (-15,4%), Portekiz (-10,0%) ve diğer ülkelerde daha hafif bir düşüş ile.

Grafik 26: 2018-2019 Yılları Arası Akaryakıtla Elektrik Üretimi



Kaynak: (Dünya Enerjisinin BP İstatistiksel İncelemesi 2020).

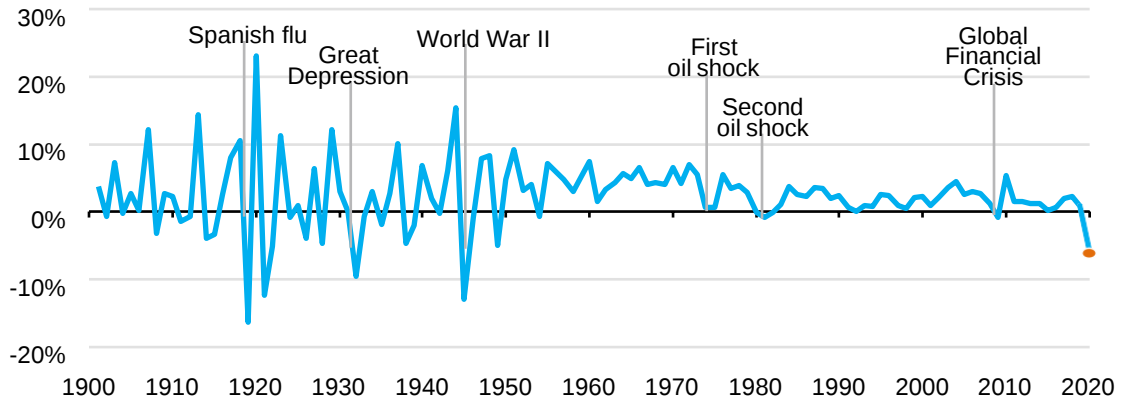
2018 yılına kıyasla yapılan veri analizlerine göre, akaryakıttan üretilen toplam elektrik %12 azaldı. Elektrik üretimindeki artış büyük ölçüde yenilenebilir kaynaklardan (340 TWh) sağlanmış ve bunu Kuzey Amerika, BDT, Orta Doğu ve Afrika'da hakim olan doğal gaz (220 TWh) izlemiştir. Güney ve Orta Amerikagücünün yarısından fazlasını hidroelektrikten alıyor ve diğer tüm bölgelerden çok dahayüksek bir paya sahip. Kömür üretimi keskin bir düşüşle (-270 TWh) %36.4'e (BP verisetindeki en düşük) ve Asya'nın baskın yakıtına düştü.

Avrupa'da nükleer enerji, elektriğin en önemli kaynağı olmakla birlikte, beş farklı yakıt arasında adil bir şekilde yayılmıştır; %16-23 aralığında nükleer, kömür, doğal gaz, yenilenebilir, ve hidro enerjinin payı (2020 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi).

2.3. KORONAVİRÜS PANDEMİSİ VE KARANTİNA SIRASINDA KÜRESEL ENERJİ

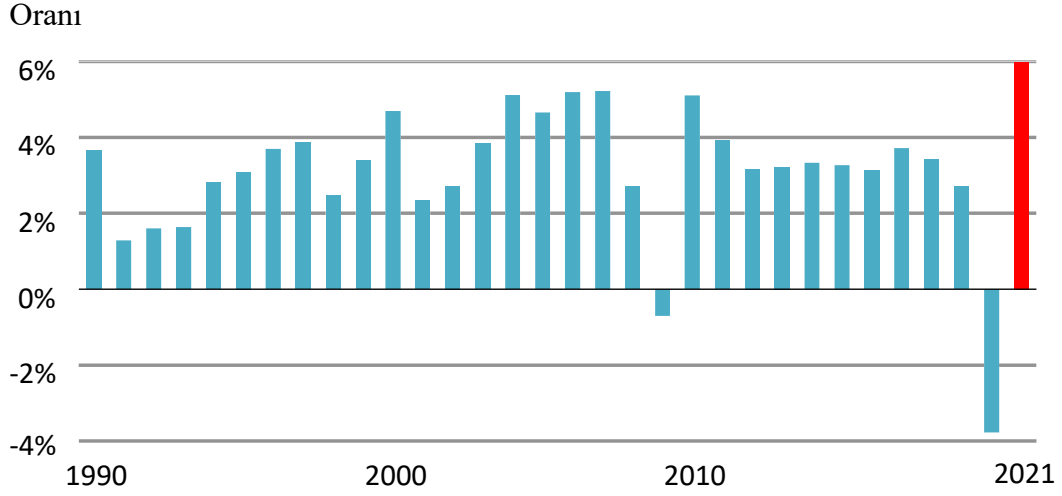
Küresel Enerji: 2021, 2020/2019 ile Karşılaştırılması

Grafik 27: 1900-2020 Yılları Arası Küresel Birincil Enerji Talebindeki Değişim Oranı



Kaynak: (IEA, 2020).

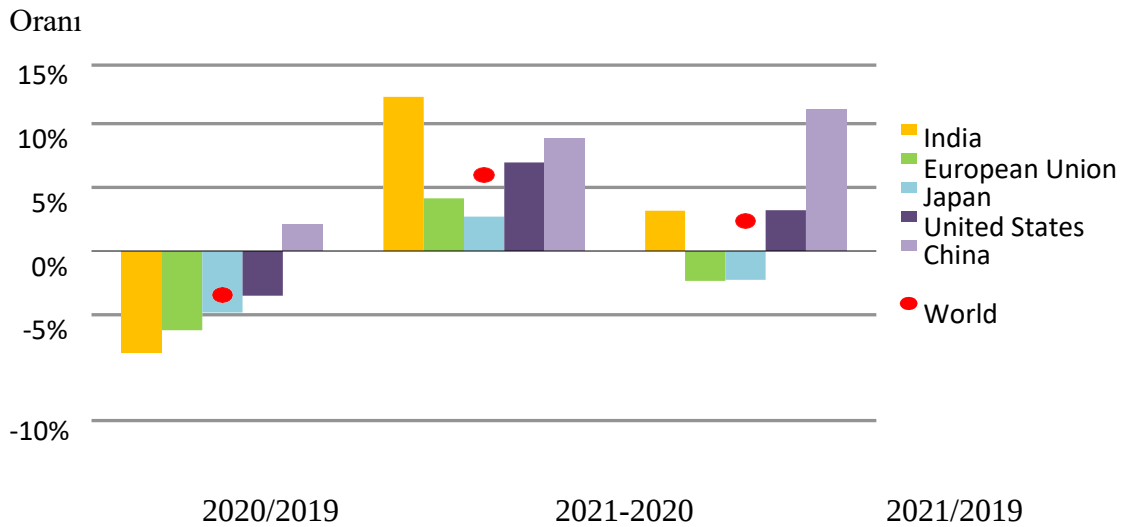
Grafik 28: 1990-2021 Yılları Arası Dünya GSYİH'sındaki Yıllık Değişim



Kaynak: (IMF ve Oxford Economics'ten elde edilen ekonomik verilere dayanan IEA analizi, 2021).

2019 yılının sonunda başlayan ve küresel enerji talebini aşağı çekerek, ancak teşviklerle hareket kısıtlamaları nedeniyle küresel ekonomik aktivite ve hareketliliği olumsuz etkilemeye devam eden Covid-19 pandemisi nedeniyle küresel sağlık krizi göz önüne alındığında paketler ve aşı dağıtımlar bir umut ışığı sağlanmıştı. IMF projelerine göre, 2. Dünya Savaşı'ndan bu yana en büyük %4'lük düşüşün ve enerji talebinde mutlak düşüşün yaşandığı 2020'ye kıyasla %6'luk bir büyüme ile 2021'de küresel enerji talebinde toparlanma yaşanması bekleniyordu. Verilere göre, 2021'deki küresel enerji, Covid-19 öncesi seviyelerin %0,5 üzerindedir.

Grafik 29: 2019-2021 Yılları Arası Seçili Bölgelerde GSYİH'deki Değişim

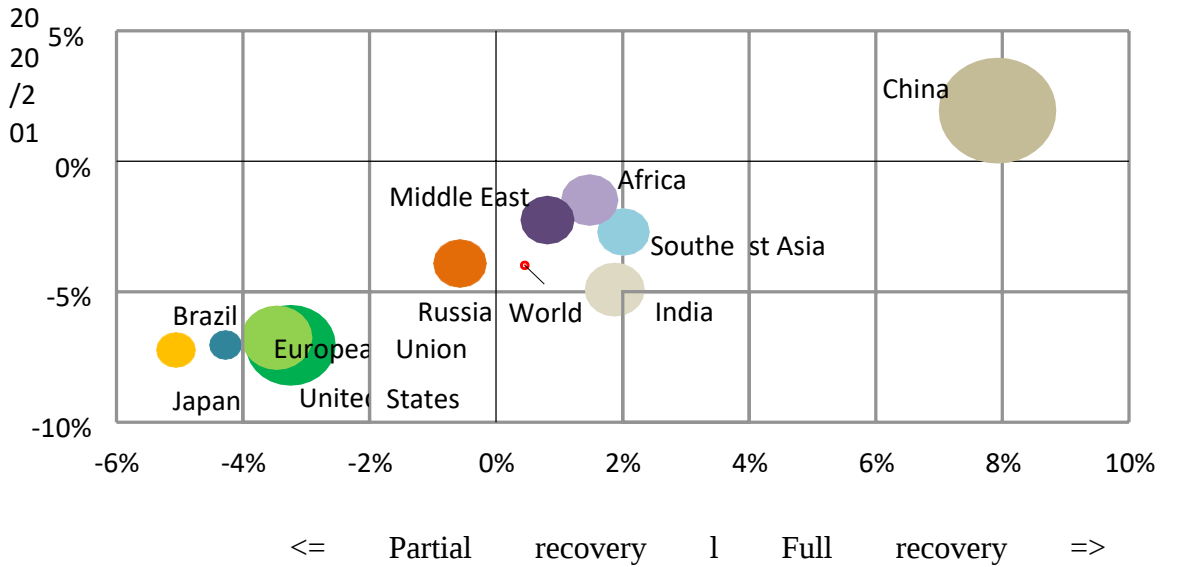


Kaynak: (IMF ve Oxford Economics'ten elde edilen ekonomik verilere dayanan IEA analizi, 2021).

2020 yılında, bir önceki yıla göre akaryakıt kaynaklı enerji talebi karşılaştırıldığında, petrol %14'lük bir düşüş yaşadı ve 2021'de sadece %6 oranında toparlanması bekleniyordu, ancak yine de petrol talebi 2019 seviyelerinin %3 altında kalıyor. Karayolu taşımacılığı faaliyetinin artması bekleniyordu. 2021'in son aylarında toparlanırken, hava taşımacılığı talebi 2021'in tamamı için 2019 seviyelerinin altında kalacağını öngörülmüyordu. Sadece Asya ve Çin'de petrol talebi Covid-19 öncesi seviyelerin üzerine tırmanıyordu. İkinci en çok etkilenen yakıt olarak kömür %4 düşerken, aynı zamanda elektrik üretiminde kömür kullanımı %15 azalmıştır.

2021'de 2020 kömür düşüşünün yalnızca dörtte birini geri kazanması beklenirken, Çin 2021'deki artışın %55'ini karşılaması bekleniyordu. 2021 yılında doğal gaz talebi ise 2019 seviyelerin üzerine çıkması bekleniyordu. Ayrıca yenilenebilirler 2020'de %3 büyüdü ve güneş PV ve rüzgardan elektrik üretiminin %17 (330TWh) artması bekleniyordu. 2021'de toplam elektrik üretim payı yaklaşık %30'a ulaşacağı bekleniyordu.

Grafik 30: Bölgelere Göre 2020 Yılında Enerji Talebi ve 2021 Enerji Talebinin 2019 Seviyelerine Göre Değişim Oranı



2021/2019

Kaynak: (IEA, 2021). Not: Balon boyutu, Dünya dışındaki tüm bölgeler için 2021'deki bölgesel birincil enerji talebine göredir.

2021 istatistiklerine göre, birçok sektörde ekonomik çıktı ve enerji talebinde yılın ikinci yarısında hızlı bir toparlanma bekleniyordu. 2020'de enerji talebi Hindistan'da %5, Güneydoğu Asya'da %3, Orta Doğu'da %2 ve Afrika genelinde %1,5 azaldı.

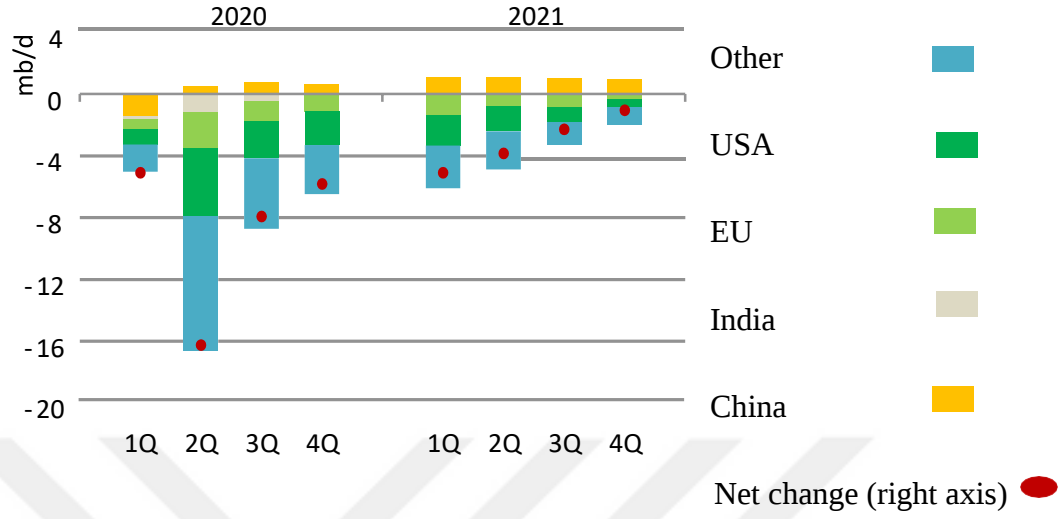
2.3.1. Petrol

IEA istatistiklerine göre, petrol talebi 2020'de %8,8 (8,5 mb/d) düşeceği tahmin ediliyordu. 2021'de 5,4 mb/d (2020 seviyelerin %6 üzerinde) toparlanması bekleniyordu ancak yine de 2019 seviyelerin %3,2 altında kalacağını tahmin ediliyordu. Jet yakıtı ve kerosen talebi, hava yolcu trafiğinin 2019 seviyelerinin %6 altında kalmasıyla %41 (3,2 mb/d) düşerken, benzin talebi %12'nin (3 mb/d) üzerine düştü. Benzin talebi 2021'de 1,8 mb/d artacak, ancak 2021'in ilk yarısında Kovid öncesi seviyelerin 1,2 mb/d altında ve 2019 seviyelerin 2 mb/d altında kalmaya devam edeceğini öngörülmüyordu.

Akaryakıt talebinin uluslararası ticaretle birlikte %8 (0,5 mb/d) azalması, yük taşımacılığı faaliyetinin %6 (1,8 mb/d) 2021'de yaklaşık 0,3 mb/d (%4,5) artması bekleniyordu. Büyüme, Uluslararası Denizcilik Örgütü düzenlemeleri ile çok yavaş kükürt akaryakıt'ta gerçekleşecektir.

Dizel talebi, 2021'de 1,5 mb/d artarak 28,5 mb/d'ye yükselecek ancak yine de 2019 seviyelerin 0,3 mb/d altında kalacağını tahmin edilmiştir. Dizel, devam eden kamyon hareketliliği nedeniyle hareketlilik üzerindeki kısıtlamalardan daha az etkilenmiştir. Bir petrokimya hammaddesi, kriz öncesi seviyeleri artırması öngörülen tek petrol sektörü iken, LPG, etan ve nafta kabaca değişmedi ve 2021'de 0,8 mb/d (%4) artacağını tahmin edilmiştir.

Grafik 31: 2019 Seviyelerine Göre 2020 ve 2021'de Üç Aylık Petrol Talebindeki Değişim



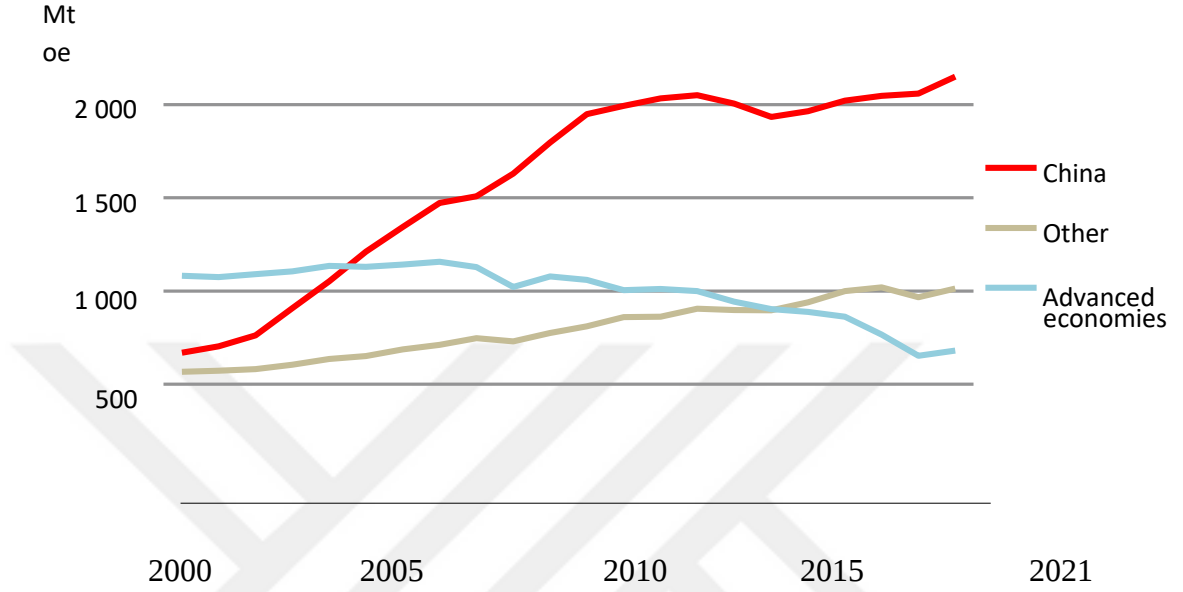
Kaynak: (IEA OMR Mart 2021). Not: Bu şekildeki üç aylık petrol talebi verileri, petrol ürünleriyle harmanlanmış biyoyakıtları içermektedir.

Ülkelere göre petrol talebi; Çin'de petrol talebi 2020'nin ilk çeyreğinde 1,3 mb / d düştü ancak ikinci çeyrekte Çin'deki petrol talebi arttı ve 2020'de petrol talebinin 2019 seviyelerin üzerine olduğu tek büyük ekonomidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2021'in başlarında pandemi ile ilgili kısıtlamaların etkisi nedeniyle 2019 seviyelerinin yaklaşık 0,8 mb / d altında kalması bekleniyordu. Avrupa Birliği'nde 2021'deki kilitlenmeler nedeniyle 2019 seviyelerin 0,4 mb / d altında kalacağı ve Hindistan'da yılın ikinci yarısında petrol talebinin artması bekleniyordu.

2.3.2. Kömür

Küresel kömür talebi 2020'de %4 azalmıştır.

Grafik 32: 2000-2021 Yılları Arası Bölgelere Göre Kömür Tüketimi



Kaynak: (IEA, 2021).

IEA verilerine göre, Çin'deki küresel kömür talebi 2021'de %4'ten (2.150 Mtep) fazla bir artış öngörerek 2020'de 2.060 Mtep arttı. Bu arada yenilenebilir kapasiteden elektrik talebi 100 GW'ın üzerinde arttı. Kömürün 2021'de elektrik talebinde öngörülen %8'lik artışın yalnızca %45'ini karşılaması bekleniyordu. Hindistan'ın GSYİH'si 2020'de %7,2 düştü ancak 2021'de %12'lik bir artış kaydetti ve bu da kömür talebinde neredeyse %9 veya 1,4'lük bir artışa neden oldu. Amerika Birleşik Devletleri'nde kömür talebi %10 artması bekleniyordu ancak yine de 2019 seviyelerin altında kalacağını tahmin edilmiştir. Avrupa Birliği'nde kömüre dayalı elektrik üretimi önemsiz hale geliyor, Avusturya ve İsveç son kömür santrallerini 2020'de kapattı. AB kömürlü elektrik kullanımının üçte ikisini Almanya, Polonya ve Çek Cumhuriyeti oluşturuyor. Kömür talebi 2020'de %18 düşüşle 2021'de sadece %4 artması öngörülmüyordu.

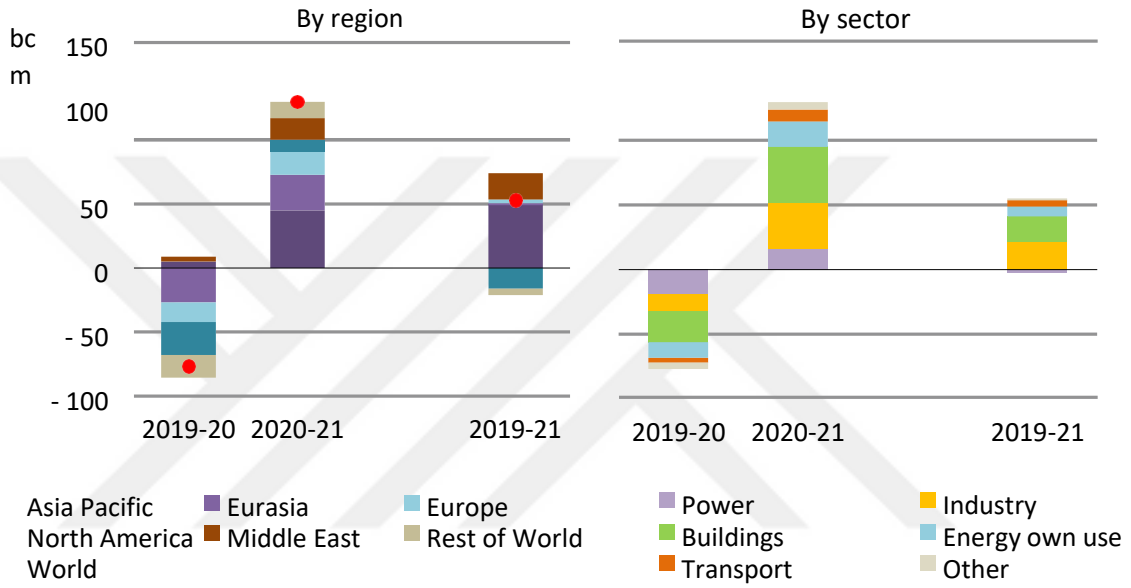
2.3.3. Doğal Gaz

Doğal gaz tüketimi Covid-19 pandemisi ve değişken ılıman hava nedeniyle yılın ilk yarısında %4 düştü ve 2020'de 75 bcm azalmıştı. Elektrik sektöründeki doğal gaz

kullanımı düşüşün dörtte birini oluştururken, inşaat ve sanayi sektörleri toplam gaz talebi yaklaşık %30'u oranında gerilemiştir. Küresel gaz talebi 2021'de ise %3,2 iyileşmesi bekleniyordu. Soğuk hava nedeniyle Asya, Orta Doğu, Avrupa Birliği ve kuzey yarımkürede talep 2019 seviyelerin %1,3 üzerine çıkacağı ABD'de ise bu 2019 seviyelerin altında kalacağı öngörüldü.

Grafik 33: 2019-2021 Yılları Arası Bölge ve Sektör Bazında Doğal Gaz Talep

Artışı



Kaynak: (IEA, 2021).

IEA istatistiklerine göre, 2021'de küresel üretim ve ticaret hacimleri iyileşirken, elektrik üretimi için gaz kullanımı yalnızca %1 oranında artacağı, sanayi ve inşaat sektörlerinde gaz talebi %5 artışa öncülük etmesi bekleniyordu.

2.3.4. Nükleer Enerji

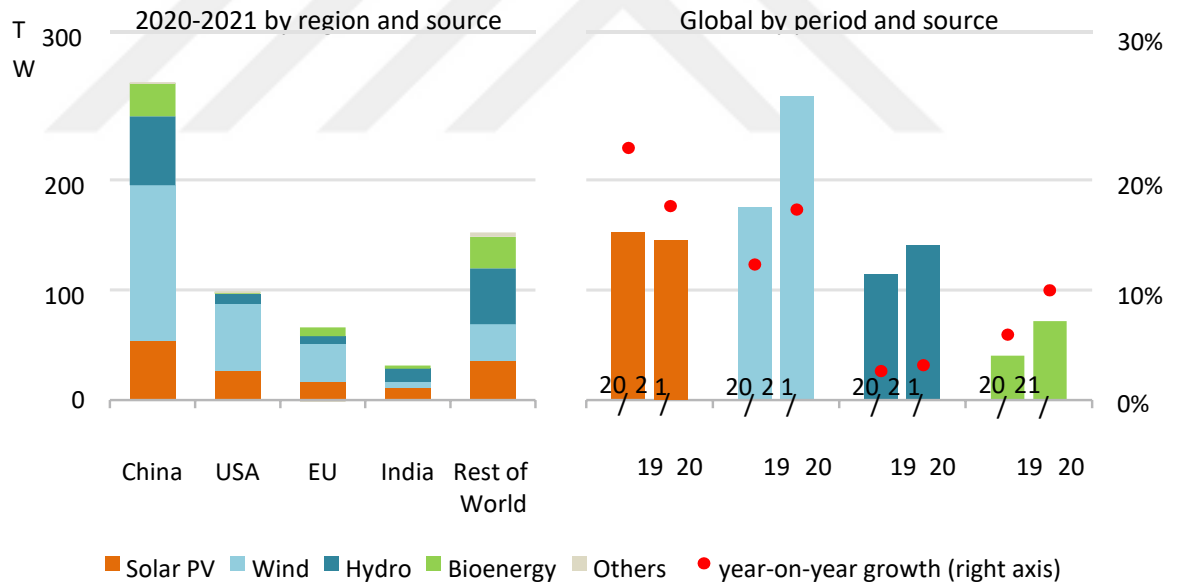
Nükleer santrallerden elektrik üretimi aşağıdaki ülkelerde yaklaşık %4 oranında azalmıştır; Avrupa Birliği (%-11), Japonya (%-33) ve Amerika Birleşik Devletleri (%-2) bu arada Çin (%5) ve Rusya'da (%3) nükleer enerji artmıştır. Beyaz Rusya ve Birleşik Arap Emirlikleri'nde ilk nükleer üniteler ticari operasyona girdi. 2021'de toplam küresel nükleer üretim payı 2019 seviyelerin %8'e kadar çıkmasıyla nükleer gücü yaklaşık %2 artması bekleniyordu. 2021'in sonunda dünya çapında şebekeye on adede kadar yeni reaktör daha bağlanabilir (Çin, Hindistan, Birleşik Arap Emirlikleri,

Pakistan ve Rusya) buna rağmen küresel nükleer gücü 2019 seviyelerin %6 altında kalacağını öngörülyördü. Japonya'da reaktörlerin yeniden başlatılması nedeniyle nükleer üretimin %6, Avrupa Birliği'nin %2, ABD'nin ise diğer gelişmiş ekonomilerde artacağı tahmin ediliyordu.

2.3.5. Yenilenebilir

Verilere göre, yenilenebilir enerji 2020'de %3 büyüdü ve 2021'de %8 (8.300 TWh) olarak büyümesi bekleniyordu ve küresel artışın neredeyse yarısında Çin'in liderliğinde, onu ABD, Avrupa Birliği ve Hindistan izlemektedir. Birincil itici güç %7'lik bir artışla elektrik üretimindeydi. Endüstride biyoenerji kullanımı, biyoyakıtlardaki düşüşle birlikte %3 arttı.

Grafik 34: 2020-2021 Yılları Arası Teknoloji, Ülke ve Bölgeye Göre Yenilenebilir Elektrik Üretimi Artışı



Kaynak: (IEA, 2021).

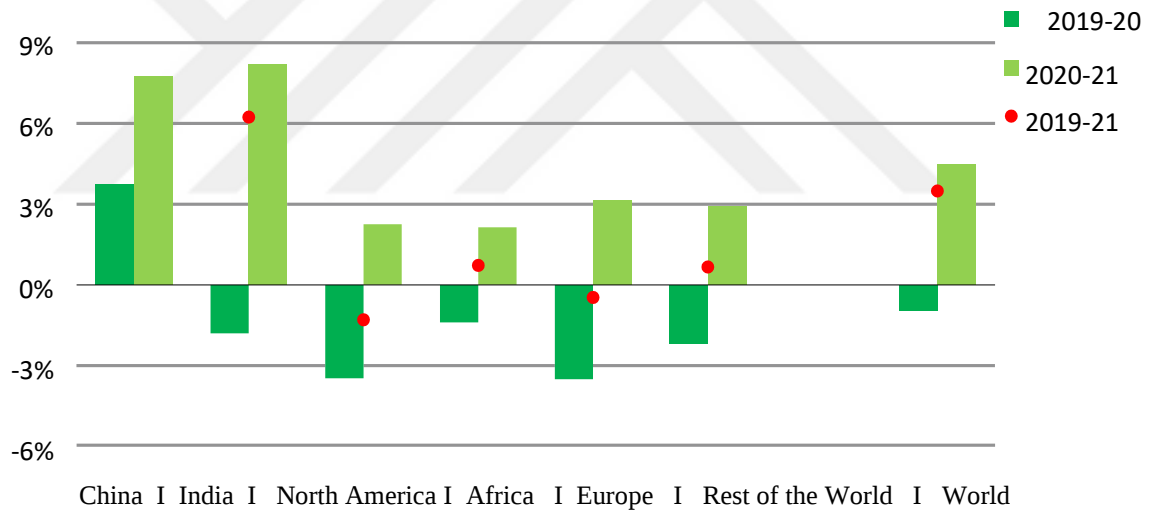
Verilere göre, elektrik rüzgar üretimi 2021 yılının ilk çeyreğinde yaklaşık %17 (275 TWh) arttı. 2021 yılına kadar en büyük üretimin Çin (600TWh) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (400TWh) olması bekleniyordu. Küresel olarak, güneş PV elektrik üretimin Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Vietnam ve Hindistan'da PV kapasitesinin artmasıyla 2021'de yaklaşık %18 (145TWh ila 1.000 TWh) artması bekleniyordu. Hidroelektrik üretim kapasitesi Çin, biyoenerji Asya tarafından

yönetiliyor, bu arada biyoyakıt pazarı 2021'de küresel olarak artacağı bekleniyordu.

2.3.6. Elektrik

Elektrik talebi 2020'de en belirgin şekilde 2020'nin 1. ve 2. çeyreğinde olmak üzere yaklaşık %1 düştü ve 2021'de %4.5 artması bekleniyordu. Çin'de 1. çeyrekte %10, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa %8 olarak düştü. Almanya, Fransa ve Birleşik Krallık'ta %15'ten fazla, İspanya ve İtalya'da birkaç hafta içinde %25'ten fazla ve %3'lük bir artışla 2019 seviyelerin altında kalması bekleniyordu. Japonya'da elektrik talebi 2020'de %4 azaldı ve 2021'de sadece %1 toparlanması bekleniyordu. Çin ve Hindistan'da elektrik talebi 2019 seviyelerin yaklaşık %12 üzerine, Güneydoğu Asya ülkeleri ise %5 oranında elektrik talebini %3 getireceği tahmin ediliyordu.

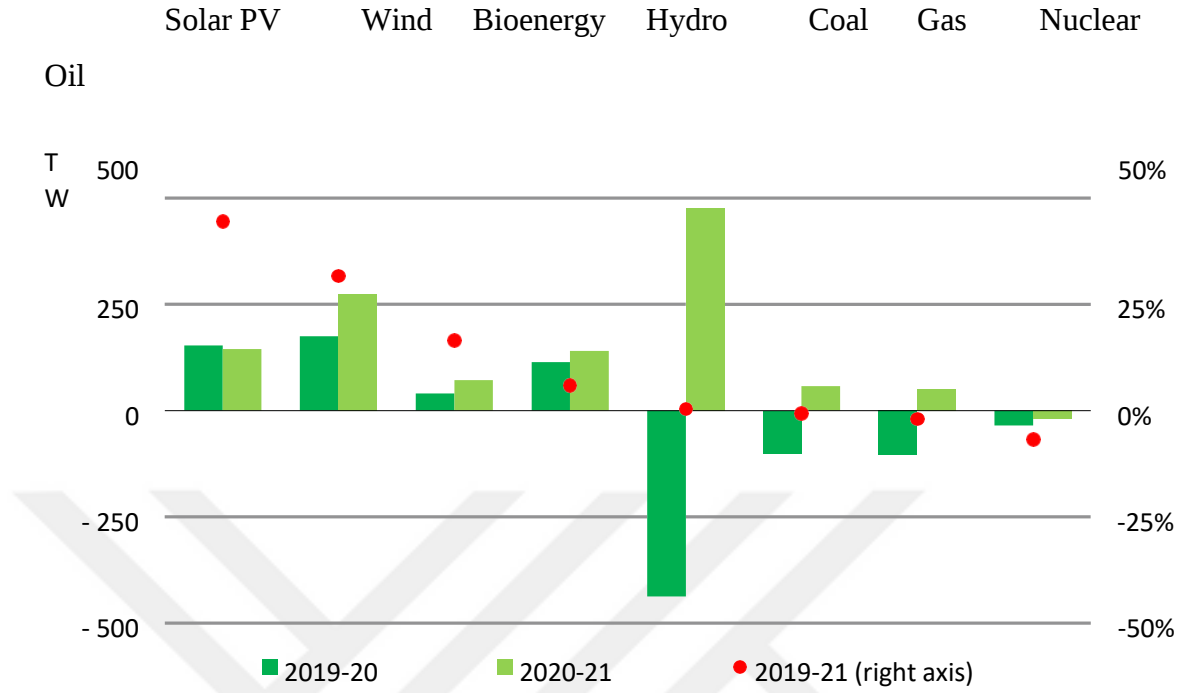
Grafik 35: 2020 ve 2021'de Bölgelere Göre Elektrik Talebindeki Değişim



Kaynak: (IEA, 2021).

Yenilenebilir kaynaklar, 2020'de rüzgar (%12) güneş PV'si (%23) ve yenilenemeyen kaynaklardaki %3'ten fazla azalma nedeniyle arttı. Elektrik üretiminde kömür %4,4 (440TWh), doğal gaz %1,6 artarken petrol %4,4 düştü.

Grafik 36: 2020 ve 2021'de Elektrik Üretimindeki Değişim



Kaynak: (IEA, 2021).

IEA verilerine göre, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla elektrik arzında yarıdan fazla, nükleer enerji arzında ise yaklaşık %2 oranında bir artış beklenmekte olup, kalan elektrik üretimi 2021 yılında 480 TWh artışla kömür yakıtlı santrallerden sağlanması bekleniyordu (IEA, 2020: 30-32).

2.4. TÜRKİYE | ENERJİ TARİHİ

Bu kısımda, kısaca Türkiye'nin enerji tarih üzerine durulacaktır. Türkiye'nin kaynaklar ve en çok üretilen, tüketilen ve ithalat edilen enerji kaynaklarına, BYKP'nda enerji kapsamında alınan kararlara ve enerji politikalarına bakılacaktır.

Türkiye tarih boyunca enerji gereksinimleri birincil enerji kaynaklarından karşılamaktadır. Türkiye'nin yerel enerji kaynaklarından yenilenemez olanlara kömür, petrol, doğal gaz, linyit, asfaltit, yenilebilir enerji kaynaklarına ise hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle sayılabilir (Yılmaz, 2012).

Türkiye'nin enerji tarihine dönemsel olarak bakılacaktır.

2.4.1. Cumhuriyet Öncesi Dönem

Cumhuriyet öncesi dönemde enerji tüketimi düşüktü ve genelde kullanabilecek enerji odun, gübre, tezek ve hayvan gücüne dayanmaktaydı. (Mutluer, 1990: 184)

2.4.2. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı Öncesi Dönem (1923-32)

1923 yılında Cumhuriyetin kuruluşu ile birlikte yeni kararlar ve politikalar alınmaya başlandı. Bu dönemde enerji tüketimini yerli kaynaklardan karşılanması özellikle maden kömürünün payını artırılmasını hedef olarak alınmıştır. 17 Şubat 1923 yılında İzmir 1. İktisat Kongresi'nde enerji sektörüne yer verilen konularından biri taş kömürü havzalarının Ereğli-Zonguldak, Soma ve diğerler kömür yataklarının korunması, gerekli tedbirler alınması ve Ereğli-Zonguldak havzasının haritaları ve jeolojik yapısının hazırlanmasının gibi konular üzerinde durulmuştur (Yılmaz, 2012: 108-109).

Bu dönemde tüketilen enerji, sanayi, tarım ve konut sektörlerinde kaydedilmiştir. Kömür enerji kaynaklarından bu dönemde önem taşımakta ve 1898 yılında Zonguldak'ta Fransız sermayeli Ereğli şirketinin ve yerli özel sermayeye ait olan İş Bankası tarafından işletilmiştir. Elektrik sektöründe da yabancı şirketlerin rolü vardı ve 1926 yılında kurulmuş olan Kayseri ve Civan Elektrik T.A.S.'in ile birlikte yerli şirketlerin bu alanda önemi büyümeye başlamıştı. (Yılmaz, 2012: 110)

2.4.3. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı Öncesi Dönem (1933-38)

Bir önceki dönemde özel sektörün teşvik edilerek sanayileşmesini sağlama politikası izlendi fakat 1929 yılında dünya ekonomik buhranın ve ikinci dünya savaşının sonuna kadar devletçilik politikalarına yer verilmiştir. Bu dönemde enerji sektöründe daha ciddi adımlar alarak hidrolik ve termik kaynaklara yönlendirerek dışa bağımlılığını azaltmak, döviz tasarrufu sağlamak, ve enerji maliyetlerini düşürmek hedef olarak alınmıştır (Yılmaz ve Uslu, 2007: 258-259).

Yeraltı kaynakların çıkarılmak ve değerlendirmek üzere 22 Haziran 1935 yılında Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü kurulmuştur. Çıkarılmış olan madenlerin gerekli bankacılık işlemlerini yapması için Etibank kurulmuştur. Ardından elektrik

sektöründe güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal ve hidrolik enerjisi potansiyelini belirlemek üzere Elektrik İşleri Etüt İdaresi kurulmuştur.

2.4.4. İkinci Beş Yıllık Sanayi Planı (1938-42)

Bu dönemde enerji sektöründe, madencilik, kömür, petrol, benzin, akaryakıt ve elektrik santrallerinin yapımına ağırlık verilmiştir (TUSİAD, 1998: 245). Petrol açısından dışa bağımlılığı aşmamak amacı ile 1941 yılında petrol arama faaliyetleri ile ilgili Petrol ofisi kurulmuştur (Yılmaz, 2012: 112). Elektrik sektörü ise tamamen devletin denetimine girmiştir (TUSİAD, 1998: 245).

2.4.5. Liberal Ekonomi Deneme Dönemi (1946-60)

II. Dünya Savaşından sonra artık liberal politikalara yön vererek özel sektörün girişimleri ve yabancı sermayeli şirketlerin girişimi teşvik edilmiştir. 1950-60 döneminde enerjinin ekonomide de önemi artmaya başladı. Bunun yanı sıra 1954 yılında D.S.I., 1954 yılında T.P.A.O., ve 1957 yılında T.K.I. kamu kurumları oluşturuldu. Enerjiye yönelik ilk kez 1953 yılında Enerji Kongresi düzenlenmiştir. Kongre'de enerji kömür, hidrolik gibi kaynaklarından yararlanabilme imkanları ele alınmıştır (Yılmaz, 2012: 113) Bunun yanında Sarıyar, Kemer, Seyhan, Köksü hidrolik ve Soma ve Tunçbilek termik santrallerin 1956, 1957, ve 1959 yıllarında kurulmasıyla birlikte elektrik enerjisi açısından da ilerleme kaydedildi (Mutluer. 1990: 184-186). 1956 yılında Sarıyar HES'e bağlanan şehir içi şebeke ile ulusal entrekonnekte elektrik siseminin ilk nüvesi oluşturulmuştur.

2.4.6. BYKP'nda Enerji Görünümü

2.4.6.1. Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1963-1967

Bu dönemde enerji alanında ticari olmayan yakıtların kullanılmasını azaltmak ve klasik enerji kaynakları geliştirmek hedeflenmiştir (DPT, 1 BYKP: 372). Enerji politikalarının daha etkin ve verimli bir şekilde uygulamak üzere 1963 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 1965 yılında Yol-Su-Elektrik (YSE) kırsal kesimlerinde enerji ihtiyaçların daha iyi karşılanması amacı ile kurulmuştur (Yılmaz, 2012: 116). Enerji kaynakların petrol dışında yerli kaynaklardan karşılandı. Kok

kömür ve havagazları sanayi kollarına ve evlere dağıtılmıştır (DPT, 1 BYKP: 374-377).

2.4.6.2. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1968-1972

1. Plan döneminde taş kömür enerji tüketimi 30 milyon tona çıkmıştır. Ticari olmayan yakıtların büyük değişiklikler olmamasına rağmen payında azalma göstermiştir. İkinci kalkınma planında ticari olmayan yakıtların payının azaltılmasını hedefi devam etmiştir. Enerji karşılanmasında petrol ürünlerin paylarını artırılması ve elektrik taleplerini karşılamak üzere Türkiye Elektrik Kurumu kullanılacaktır. Bu dönemde dünya çapında enerji ihtiyacı daha da artmaya başlamış kömür, petrol ve hidrolik kaynakların yanında doğal gaz da önem kazanmaya başladı. Türkiye bu kapsamda ülkenin içinde doğal gaz yataklarının araştırılması ve ithalat imkanlarının araştırılmasına karar almıştır. Plan döneminde enerji üretim yıllık ortalama % 11,4 yükselenmesi hedeflenmiştir (DPT, 2. BYKP: 553–558).

2.4.6.3. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1973-1977

Enerji tüketimi açısından elektrik tüketiminde hidrolik kaynakların payını arttırmak, termik santrallerin Afşin, Soma ve Elbistan gibi potansiyellerini arttırmak, barajların hız yapımını arttırmak, sanayide enerji payını azaltmak, şehirler ve köylerde elektrik karşılanma imkanlarını arttırmak, nükleer enerji ve jeotermal enerji rolünü artırarak enerji açığının kapatmak, petrol aramalarına ağırlık vermek gibi konuları bu dönem için hedeflenmiştir (DPT, 3. BYKP: 563–572). Demir-Çelik tesisleri kök üretiminde oldukça artış göstermiştir (DPT, 4. BYKP: 395) 1960 yıllarından beri petrolün kullanımında artış ve kömür kullanımında azalış görülmüştür. 1973 yılında petrol krizinden dolayı fiyatların artması ile birlikte petrol kullanımı azalmaya, kömür payı ise yine artırmaya başlamıştır (Yılmaz, 2012: 123).

2.4.6.4. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983

Plan döneminde enerji sektörünün özelleştirme konusunda ağırlık verilmiştir. Enerji üretim yıllık ortalama 9,4, kok için %11,3. havagazı %6,5 ve elektrik enerjisi için %14,4 artırması hedeflenmiştir. Enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında daha önceki dönem planlarındaki gibi oldukça yerli özellikle hidrolik ve linyit gibi kaynaklarından yararlanmaya hedeflenmiştir (DPT, 4 BYKP: 399-403).

2.4.6.5. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989

Bir önceki dönemlerde yerel kaynakların yetersizlik ve dışa bağımlılıktandolayı ülkenin ekonomisine olumsuz yönde etkilenmiştir. 5. Plan dönemde birincil enerji üretimi yıllık ortalaması %7,7 ve ikincil enerji kaynakları, kok %4,6 havagazı %14,9 artması öngörülmüştür. İlk defa yenilenebilir enerji kaynaklarına yerverilmiştir. Bunun yanında Trakya bölgesinde doğal gaz aramaları devam edilmesi ve ithalatın yapılması uygun görülmüştür. Yerli kaynakların özellikle linyit kaynağından yararlanmak, elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesini arttırmak, kısa dönemde termik ve uzun dönemde hidrolik santrallerden yararlanmak gibi hedeflenmiştir (DPT, 5. BYKP: 104-106).

2.4.6.6. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1989-1994

Enerji karşılanmasında önceki dönemlerden gibi linyit, yerli kaynak olarak tüketim payını %19 ve doğal gaz payını %8,6'e çıkarmak, ticari olmayan enerji kaynakların payını %11,5 ve petrol ürünlerin payını oldukça az miktarda düşürmek ve enerji taleplerin karşılanmadığı durumda yabancı kaynaklara başvurulacak olarak kararlaştırılmıştır. Elektrik sektöründe hem kamu hem özel faaliyetlerde bulunarak üretimde termik %60 ve hidrolik %40 olarak belirlenmiştir (DPT, 6. BYKP: 257-260).

2.4.6.7. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1996-2000

Paylaşılan verilere göre, birincil enerji tüketimi yıllık ortalama %5,2, elektrik tüketimi ise %11 artış göstermiştir. Beşinci Plan döneminde birincil enerji üretimi yıllık ortalama %3,2 artmıştır. En önemli enerji üretim gelişmeleri ise petrol ve hidrolik enerjileri izlemektedir. Petrol üretimi 1991 yılında ilk defa 4,5 milyon ton ile en yüksek düzeye çıkmıştır. Yanı sıra petrol alanında yurt dışında Kazakistan ve Mısır'da yatırımlar yapılmıştır. Plan döneminde toplam enerji talebinin yıllık ortalaması %5,3 (85,8 milyon ton) oranında artış göstermesini hedeflenmiştir. Elektrik talebi ise yılda ortalama %8 oranında artışını tahmin edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, nükleer teknolojinin ve madencilik yatırımlarına önem verilmeye kararlaştırılmıştır (DPT, 7. BYKP; 136-138).

2.4.6.8. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005

7. Plan döneminde birincil enerji tüketimi yıllık ortalaması %4,5 oranında yükselmiştir. Birincil enerji kaynaklarında doğal gaz ve hidrolik enerji payları yükselirken, gayriticari enerji ve petrol ürünlerinde düşüş göstermiştir. 1995-1999 yılları arasında birincil enerji tüketiminin konut ve hizmetler, ulaşım sektörlerinde gerilmişken sanayi ve elektrik sektörlerinde yükselmiştir. Plan döneminde doğal gaz kullanımı ülke çapında yaygınlaşması amacıyla özel gaz dağıtım şirketlerin oluşum önemini vurgu yapmakta ve elektrik sektörünün optimal sistem anlayışıyla geliştirmesinin ana ilkesi olarak belirlenmiştir (DPT, 8. BYKP: 145-146).

2.4.6.9. Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013

8. Plan döneminde birincil enerji tüketimi yıllık ortalaması %2,8 oranında ve elektrik enerji tüketimi ise yıllık ortalaması %4,6 oranında yükselenmiştir. Bu dönemde 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun yasalaşmıştır. 2006 yılında 50 milyon ton kapasiteli Bakü-Tiflis-Ceyhan Ana İhracat Boru Hattı tamamlanmıştır. 2003 yılında Rusya Federasyonu ile yapılan anlaşmada doğal gaz taşıyacak olan 501 km uzunluğundaki Samsun-Ankara İletim Hattı devreye girmiştir (DPT, 9. BYKP: 25-26). Plan döneminde petrol ve doğal gaz depolama tesislerin sağlanması, hidroelektrik santral projelerinin düşük maliyet ile yapılması, elektrik üretiminde kaynakların arasında nükleer santrallerin dahil etmeye planlamıştır (DPT, 9. BYKP: 77).

2.4.6.10. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı 2014-2018

Küresel krizden dolayı enerji tüketiminde artış beklenenin altında gerçekleşmiştir. 2007-2012 yılları arasında yıllık ortalaması %5,6 artmıştır. Kamu elektrik üretim ve dağıtımı özelleştirilmesiyle birlikte büyük ilerleme sağlanmıştır. Plan döneminde elektrik ticaretinin Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşletmecileri Birliği (ENTSO-E) bağlantısını gerçekleştirerek, Türkiye ile Bulgaristan ve Yunanistan arasında elektrik alışverişi başlatılmıştır. Elektriğin yerli kömür ile üretmek amacıyla özel sektöre açılmış ve Akkuyu Nükleer Güç Santralini (NGS) kurulmak üzere Rusya Federasyonu ile anlaşma imzalanmıştır. Afşin-Elbistan linyit yataklarının elektrik üretiminde değerlendirmek üzere Birleşik Arap Emirlikleri ile ikili işbirliği anlaşması

imzanlanmıştır. Azerbaycan ile Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) projesinin Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesinin yapımına imzalayarak başlanmıştır.

Enerji Verimlilik alanında yayımlanmış olan Enerji Verimliliği Strateji Belgesiyle 2023 yılına kadar enerji yoğunluğunun en az %20 oranında azaltılması hedeflenmiştir. Enerji Verimlilik Stratejisini uygulayarak sektörlerin enerji verimliliği sağlanmış olacaktır. Türkiye'nin jeostratejik konumuna göre Ceyhan merkezi, enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında transit ve terminal ülke olunması için çalışmalar öne sürmektedir. Enerjide dışa bağımlılığın azaltmak amacı ile enerji hammaddeleri ve jeotermal kaynak aramaları önemli oranda artmıştır (DPT, 10. BYKP: 102-105).

2.4.6.11. Onbirinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2019-2023

Plan dönemde orta ve uzun vadeli enerji arz-talep planlamaları yapılmaya hedeflenmiştir. 10. Plan döneminden planlara devam ederek enerji verimliliği ve orman varlığın artırılmasına yönelik karbon salımın azaltılması için önlemler geliştirilecektir. Doğal gaz açısından kaynak ülke ve güzergâh çeşitliliğinin artırılması amacıyla yüzer LNG depolama ve gazlaştırma ünitesi (FSRU) gemisi temin edilecek ve FSRU bağlantı sistemleri tamamlanacak. Doğal gaz ve elektrik iletim ve dağıtım altyapısı güçlendirecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde payı artırılacak ve artan enerjisi depolama sistemleri tesis edilecektir. Binaların kendi enerji üretimine geçecek ve Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemi kurulacaktır. Türk Akım Kara Kısmı-1 Doğal Gaz Boru Hattı Projesi tamamlanmıştır ve 1 Ocak 2020 itibarıyla gaz akışı başlamıştır. Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi Avrupa'ya gaz iletmeye dair tamamlanmış durumundadır. Enerji altyapılarının işletmesinde Siber Güvenlik Operasyon Merkezi kurulacaktır. Enerji KİT'lerinde kullanılması amacıyla Milli Akıllı Şebeke Yönetim Sistemi (Milli SCADA) geliştirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilecektir. Jeotermal, petrol, doğal gaz gibi yurt içi ve yurt dışı arama faaliyetleri hızlandırılacaktır (DPT, 11. BYKP: 112- 116). 2020 yılında, Karadeniz'de Münhasır Ekonomik Bölge alanı içinde 405 milyar metreküp doğal gaz rezervi bulmuştur. Akdeniz bölgeyi de dahil ederek doğal gaz ve petrol aramaları devam edilmektedir (Ağırlioğlu, 2020: 184).

2.4.7. Ulusal Enerji Verimliliği'ne Yönelik Eylem Planı

Türkiye enerji tasarrufuna yönelik 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, enerji verimliliğini artırılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için belirlenmiştir.

2010-2023 yıllar arası Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi kapsamında bina, sanayi ve ulaştırma ve enerji sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve sera gazı salımlarının azaltılması hedef olarak alınmıştır.

2012-2023 yıllar arası Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, Avrupa Parlamentosunun ve Konseyinin 25 Ekim 2012'de yayımladığı 2012/27/AB sayılı Direktifi kapsamında 2023 yılına kadar Türkiye'nin GSYİH'si başına harcanan enerji miktarında %20 azalma hedefi koymakta ve buna yönelik eylemler geliştirilmiştir (ETKB: UEVEP, 2016: 11-12).

2017-2023 yıllar arası Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı kapsamında yılında bina ve hizmetler, sanayi ve teknoloji, ulaştırma, enerji ve tarım ve yatay konular olmak üzere 55 eylem ile 2023 yılına kadar birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması ve kümülatif olarak %23,9 MTEP tasarruf sağlanması öngörülmektedir (ETKB: UEVEP, 2016: 16). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planının hedefleri 2017 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan Milli Enerji ve Maden Politikası kapsamında da yer alınmaktadır (T.C. Resmi Gazete: 2017: 2).

Tablo 2: Yatırımlar ve Elde Edilmesi Öngörülen Tasarrufların 2017-2023 ve 2024-2033.

İhtiyaç Duyulan Toplam Yatırım (Milyon ABD Doları)															
2017	2018		2019		2020		2021		2022		2023		Toplam		
958	1.279		1.593		1.681		1.748		1.824		1.846		10.928		

Enerji Tasarrufu															
2017	2018		2019		2020		2021		2022		2023		Kümülatif		
(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)	(kTE P)	(M \$)

577	20	1.63	57	2.49	87	3.37	1.1	4.29	1.5	5.26	1.4	6.26	2.1	23.9	8.3
	2	0	1	3	2	8	82	8	04	4	2	1	91	01	65

2024	2025		2026		2027		2028		2029		2030		
(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)
6.261	2.191	6.261	2.191	6.261	2.191	6.261	2.191	6.248	2.187	6.248	2.187	6.248	2.187

2031	2032		2033		Kümülatif		
(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)	(kTEP)	(M\$)
6.248	2.187	6.216	2.175	6.216	2.175	86.367	30.228

Kaynak: ETKB

Tablo 3: Enerji yoğunluğu, 2015-2023. (Bin TEP/Milyar).

Senaryo	2015	2018	2020	2023
MDD	213.64	212.55	211.89	211.00
Hedeflenen	213.64	201.26	180.14	168.80
Tasarruf	-	11.29	31.75	42.20

Tablo 4: Toplam Enerji Arzı, 2023, 2030 ve 2050. (Bin TEP/Milyar).

Senaryo	2023	2030	2050
MDD	133.593	175.137	270.740
Hedeflenen	107.871	129.195	137.861
Tasarruf	25.722	45.942	132.878

Tablo 5: Nihai Enerji Tüketimi, 2023, 2030 ve 2050. (Bin TEP/Milyar).

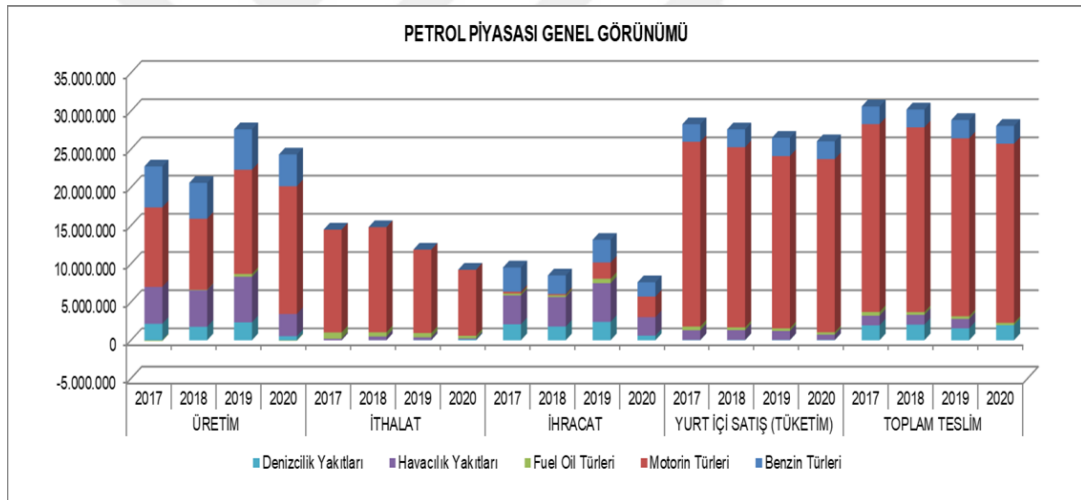
Senaryo	2023	2030	2050
MDD	182.398	241.318	376.905
Hedeflenen	145.919	176.162	188.452

2.4.8. Türkiye | Enerji Görünümü

2.4.8.1. Petrol

Petrol Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketiminde birinci ve toplam arzda ikinci en önemli kaynağıdır. Türkiye ham petrol üretimde geçmişten hız kazanmasına rağmen talep edilen petrolün geride kalması ile birlikte dışa bağımlılık devam etmektedir. Türkiye'nin petrol rezervlerin büyük kısmı güneydoğusunda bulunmaktadır. Sektörlere bakıldığında en büyük payı ulaştırma sektörüne aittir. Sanayi, enerji, konut, tarım sektörleri takip etmektedir (IEA, 2021).

Grafik 37: Petrol Piyasası Genel Görünümü, 2017-2020.



Kaynak: (EPDK, 2020).

*LPG üretim verilerini de içerir.

**2020 yılında ham petrol ithalat miktarı 29.368.757,252 tondur.

***Toplam Teslim: Yurtiçi satışlar, ihracat kayıtlı teslimler ve transit rejim kapsamındaki teslimlerin toplamıdır.

2017-2020 yılları arası petrol ürünlerinin (benzin, motorin, fuel oil, havacılık yakıtları, denizcilik yakıtları, gazyağı ve diğer) üretimi bir önceki yılına göre düşüş olmuştur. Üretim ürünlerinden Fuel oil ve gazyağında düşüş kaydedilmiştir. Tüketim ise 2017 yılı ile karşılaştırıldığında %1'er düşüş yaşanmıştır. Tüketiminde en fazla rol alan motorin ürünleridir, en az ise gazyağıdır. Petrolün ihracattan daha fazla ithal

edilse de bir önceki yıllara göre düşüş yaşanmıştır. 2021 yılında ithalat payın Ocak-Ağustos dönem arası %13,5 oranında artış ihracat ise aynı dönemde %61 oranında artış olmuştur (EPDK, TSKB, 2021). Türkiye Petrolün yüksek payını Irak %29, Rusya Federasyonu %22, Kazakistan %9, Suudi Arabistan %7, ve daha az miktarda Avrupa, Asya, Kuzey Afrika, ve Kuzey Amerika gibi ülkelerden ithal etmektedir (EPDK, 2020).

Tablo 6: 2021 Yılı Petrol Piyasası Genel Görünümü

Ürün Türü	Üretim	İthalat	İhraçat	Yurt İçi Satış (Tüketim)	Toplam Teslim
Benzin Türleri	4.611.965,485	4.748,000	1.673.444,865	3.032.506,624	3.032.506,624
Motorin Türleri	17.035.171,308	10.523.523,170	2.548.711,295	26.280.496,579	26.820.493,485
Fuel Oil Türleri	29.133,556	350.189,144	257.243,914	255.112,047	255.112,047
Havacılık Yakıtları	3.306.235,847	208.763,251	2.657.581,599	917.816,753	1.211.297,016
Denizcilik Yakıtları	1.195.219,908	87.450,339	1.233.092,605	39.787,283	1.965.779,753
Gazyağı	1.970,972	0,000	0,000	2.034,149	2.034,149
Diğer Ürünler	9.809.272,374	1.749.355,263	1.925.647,331	187.690,894	187.690,894

Kaynak: (EPDK, 2021).

2.4.8.1. Doğal Gaz

Petrol ve kömür yanında 1980'lerin başından beri doğal gazın önemi artmaya başladı. Doğal gaz nihai toplam nihai enerji tüketimde ikinci ve toplam enerji arzında üçüncü en önemli enerji kaynağıdır. Yenilenebilir enerji kaynakların önemi artarken doğal gaz payı ve kurulu gücü azalmaktadır. Doğal gaz enerji kaynağı başta olmak üzere güç ve ısı, konut, sanayi, hizmetler, diğer enerji ve ulaşım sektöründe tüketilmektedir.

Tablo 7: Doğal Gaz Piyasası Görünümü (milyon Sm³)

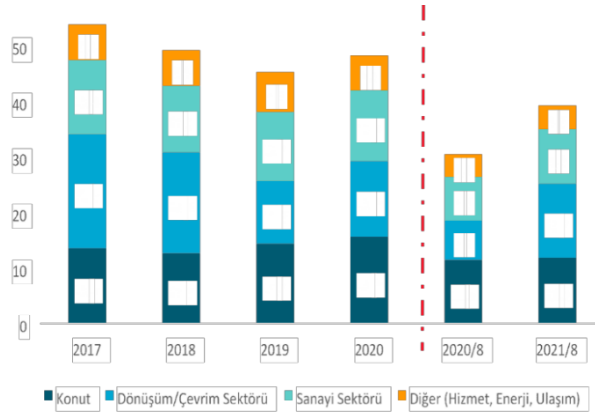
	2017	2018	2019	2020
Üretim	354,15	428,17	473,87	441,27

İthalat	55.249,95	50.282,05	45.211,47	48.125,51
İhracat	630,67	673,29	762,68	577,52
Tüketim	53.857,14	49.204,14	45.285,50	48.261,35
Dönem Sonu Stok	2.948,37	3.167,23	3.095,44	2.852,00

Kaynak: (EPDK, 2020).

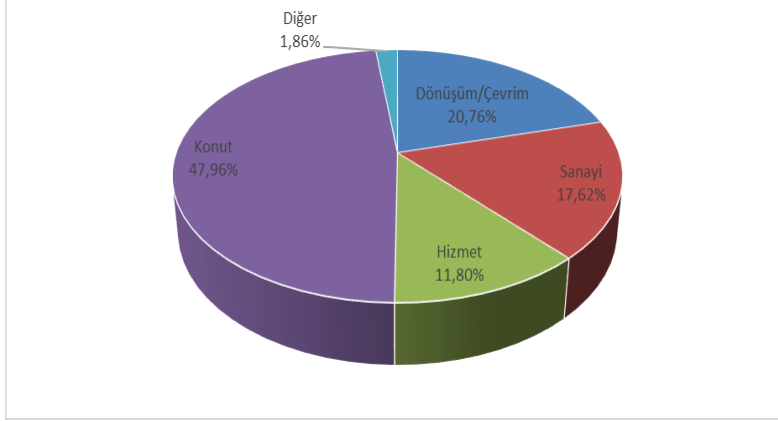
2017-2020 dönemi kapsayan doğal gaz üretim %-6,88 düşmüştür. Tüketim ise %6,57 artış göstermiştir. İhracattan daha yüksek miktarda ithal edilmektedir. İthalatta %6,45 artış ihracatta ise %-24,28 düşüş olmuştur (EPDK, 2020). Son paylaşılan verilere göre, Türkiye doğal gazı en başta olmak üzere Rusya %33,42, ABD %17,04, İran %13,83, %12,08 Azerbaycan, Cezayir, Mısır, İspanya, Katar, Trinidad ve Tobago ithalat etmektedir (EPDK, 2022). 2021 yılında ithalat %33 bcm artmışken ihracat payın bir önceki yılına göre azalış göstermektedir (EPDK, 2021). Türkiye doğal gaz (LNG) ihracatını Bulgaristan ve Yunanistan'a etmektedir. Doğal gaz rezervlerin büyük kısmı Karadeniz ve Akdeniz'de yer almaktadır.

Grafik 38: Sektörlere göre Doğal Gaz Tüketim Dağılımı (%), 2017-2021.



Kaynak: (EPDK, 2021).

Şekil 2: Ocak 2022 Döneminde Doğal Gaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı (%)



Kaynak: (EPDK, 2022).

2.4.8.1. Elektrik

Elektrik üretiminde en büyük payı kömür gücü oluşturmaktadır. TEİAŞ ve TSKB paylaştığı verilerine göre 2021 yılında elektrik kurulu gücü özel sektör santrallerin payı %78,4, kamu santrallerin payı ise %21,6 kaydedilmiştir. Elektrik sektörünün serbestleşmesi 2001 yılında 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle başlamıştır (TSKB, 2021). Türkiye'nin 2020 yılında nihai elektrik tüketimi 273.55 TWh yükselmiştir. Elektrik sanayi, hizmetler, konut, enerji ve ulaşım sektörlerinde tüketilmektedir (IEA, 2021).

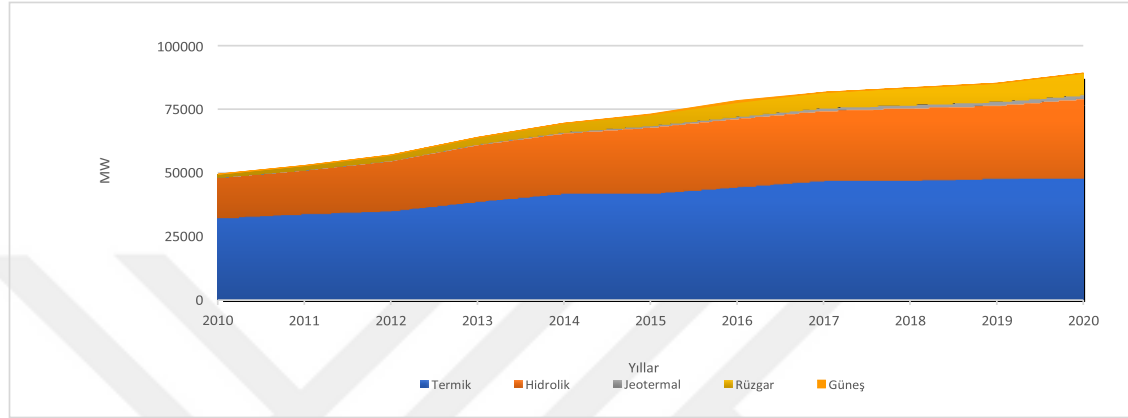
Tablo 8: Lisanslı ve Lisanssız Kurulu Güç, Puant Talep, Lisanslı ve Lisanssız Elektrik Üretimi, Tüketim, İthalat ve İhracat Verileri.

	Birim	2017	2018	2019	2020	Değişim (%)
						2019-2020
Lisanslı Kurulu Güç	MW	81.506,4	83.187,0	84.960,0	89.067,1	4,8
Lisanssız Kurulu Güç	MW	3.173,3	5.310,6	6.309,3	6.823,5	8,1
Puant Talep	MW	48.831,8	49.515,7	49.281,4	49.851,9	1,2
Lisanslı Üretim	GWh	292.595,4	295.402,3	294.251,3	294.084,7	-0,1
Lisanssız Üretim	GWh	3.031,3	8.212,8	9.829,4	11.245,5	14,4
Faturalanan Tüketim	GWh	225.830,2	233.610,0	229.597,9	233.436,6	1,7

Fiili Tüketim	GWh	292.003,5	302.772,3	301.977,5	304.394,9	0,8
İthalat	GWh	2.729,1	2.466,0	2.211,5	1.888,3	-14,6
İhraçat	GWh	3.300,1	3.073,6	2.788,7	2.484,0	-10,9

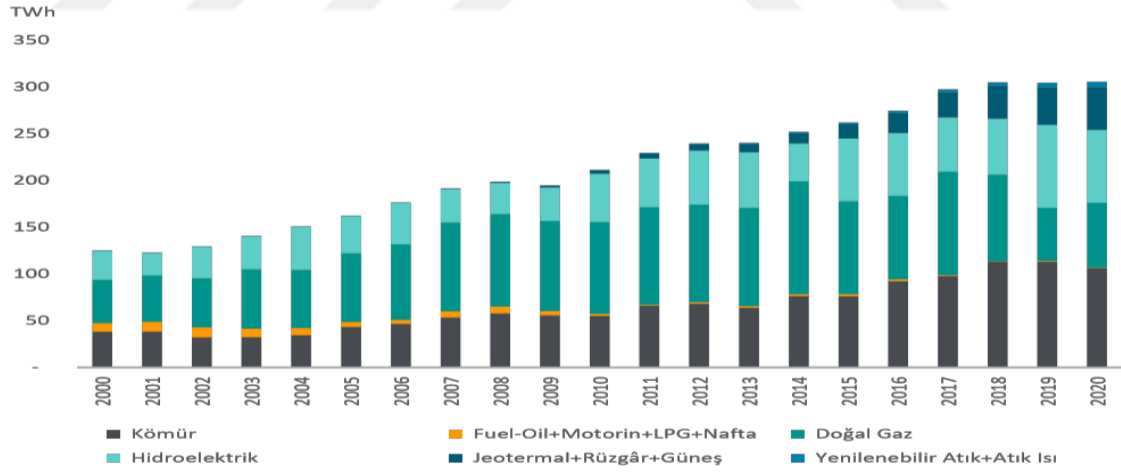
Kaynak: EPDK, 2021.

Grafik 39: Kurulu Güç | Birincil Enerji Kaynaklar Paylarının Gelişimi (MW).



Kaynak: (TEİAŞ, 2020).

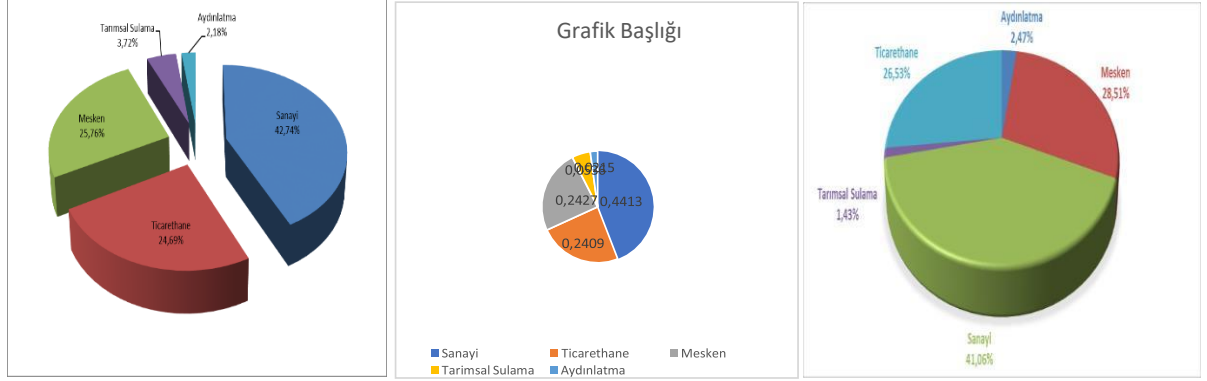
Grafik 40: Birincil Kaynaklara göre Elektrik Brüt Üretimi



Kaynak: (TEİAŞ, EPDK, TSKB, 2020).

2000-2009 yılları arasında elektrik brüt üretimi %1,8'lik ve 2019 yılında %0,2'lik bir azalma 304,3 TWh ile 2020 yılında 305,4 TWh artmıştır. 2021 yılına gelerek mart ayından itibaren ve bir önceki yılına göre %8,2 artış göstermiştir.

Şekil 3: 2020-2021-2022 Yılı Faturalanan Tüketimin Tüketici Türüne Göre Dağılımı (%)



Kaynak: (EPDK, 2020, 2021 ve Ocak, 2022).

Tablo 9: Sektörlere Göre Elektrik Tüketimi, 2017-2020 (MWh)

TÜKETİCİ SEKTÖR	2017	2018	2019	2020
SANAYİ	94.965.626	96.995.771	94.462.699	99.767.341
MESKEN	53.531.711	54.769.980	56.389.775	60.133.988
TİCARETHANE	66.454.453	68.289.254	65.150.389	57.633.482
TARIMSAL SULAMA	6.537.065	8.799.145	8.553.367	10.805.968
AYDINLATMA	4.341.373	4.755.803	5.041.683	5.095.836
GENEL TOPLAM	225.830.227	233.609.953	229.597.914	233.436.615

Kaynak: (EPDK, 2021).

Türkiye Elektrikli Araç Gelişimi

Elektrikli araç (EV) önemi ve satışları hızlı bir şekilde artmaktadır. 2020 yılının sonunda dünya çapında 10 milyon elektrikli araba bulunmaktadır. Elektrikli araç sayısına göre Çin 4,5 milyon, Avrupa Bölgesi 3,2 milyon ve ABD 1,8 milyon adet elektrikli araç sahip olmaktadır. Elektrikli araçların şarjı ev ve işte yapılırken, araçların yaygınlaşmasıyla birlikte ülkeler halka açık şarj cihazların kurulumu sağlamaya kararlamıştır (IEA, 2021).

Tablo 10: Otomobil Pazarının Motor Türüne Göre Dağılımı

Adet	2020	Payı	2021/6	Payı
Benzin ve Dizel Motorlu	560.308	%91,80	269.746	%86,9
Otogazlı	26.685	%4,0	14.569	%4,7
Hibrit	22.272	%3,70	25.119	%8,1
Elektrikli	844	%0,10	891	0,3
Toplam	610.109	%100	310.325	%100

Kaynak: (TSKB, 2021).

Otomobil pazarı motor türüne göre bakıldığında zaman zaman 2021 yılında dizel otomobillerin payı 2020 yılına göre %19,7'ye düşerken benzinli otomobillerin payı %66,5'e, oto gazlı otomobillerin payı 4,8'e, elektrikli otomobillerin payı 0,5'e ve hibrit otomobillerin payı %8,8'e yükselmiştir (Durdak, 2022).

2.4.8.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir Enerji Kaynaklar 2000'lerin ve son 5-10 yılda muazzam gelişmeler kaydedilmiştir. Türkiye, yenilenebilir enerji politikalarının gelişmeleri ile birlikte 2023 ve 2027 yılına kadar %76 ve %61 olarak enerji ihtiyaçlarının karşılanabileceği öngörülmektedir.

Yenilenebilir Enerji Destek Mekanizması (YEKDEM) kapsamında, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle ve hidro yenilenebilir enerji santralleri için tarife garantisi sunmakta ve destek sağlanmaktadır.

2016 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanlarını (YEKA) kanun ile belirlenmiş ve yatırımcıların YEKA'nin kurulum için Ankara-Çankırı-Kırıkkale, Bilecik-Kütahya-Eskişehir, Edirne-Kırklareli-Tekirdağ, Kayseri-Niğde ve Sivas en uygun bölgeleri olarak belirlenmiştir (Deloitte, 2017).

Tablo 11: Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW)

Kaynak	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021/9
Hidroelektrik	22.289	23.643	25.868	26.682	27.273	28.291	28.503	30.984	31.447
Güneş	0	40	310	833	3.421	5.063	5.995	6.667	7.534
Rüzgar	2.760	3.630	4.498	5.751	6.516	7.005	7.591	8.832	10.168
Jeotermal	311	405	624	821	1.064	1.283	1.515	1.613	1.650
Biyokütle	224	288	345	467	575	739	1.163	1.485	1.782
Toplam	25.583	28.006	31.645	34.554	38.849	42.381	44.768	49.581	52.581

Kaynak: (TEİAŞ, TSKB, 2021).

Yenilenebilir enerji kurulu gücü 2013-2021 kapsayan dönem yıllık ortalama %10 oranında artmaktadır. Yenilenebilir enerji kurulu güç artışında en büyük pay 9,2GW'lık HES'lere aittir. Sırasıyla 7,5 GW'lık GES, 7,4 GW'lık RES, 1,6 GW'lık BES, ve 1,3 GW'lık JES'i takip etmektedir.

2.4.8.3. Nükleer Enerji

Türkiye'nin nükleer enerji tarihine baktığımızda 1960'lı yıllardan itibaren geliştirilmesi için çalışmalar başlanmıştır. İlk nükleer araştırma reaktörünün 1962 yılında, ikincisi ise 1982 yılında kurulmuştur. 1960-1990'lara uzanan bir dönem nükleer enerji santrallerin projeleri çeşitli sorun ve anlaşmazlıklardan dolayı gerçekleştirilememiştir (TAEK, 2020). 2000'li yılların en önemli gerçekleştirilecek olan NGS inşaatı Akkuyu ve Sinop sahaları seçilmiştir. Akkuyu NGS'nin inşaatı 2010 yılında Rusya ile imza atılmıştır. 2017 yılında başlamıştır ve Mayıs, 2023 yılında birinci etabı tamamlanacağı beklenmektedir (IEA, 2021).

2.4.8.4. Kömür

Kömür, Türkiye'nin en büyük birincil enerji kaynağıdır. Kömür toplam tüketimin üçüncüsü olarak petrol ve doğal gaz dan sonra yer almaktadır. Türkiye linyit ve kömür açısından zengindir fakat artan taleplerinden dolayı son dönemde kömür ithalatı artmaktadır. Kömürün tüketimi elektrik ve ısı üretimi, sanayi, hizmetler ve konut sektörlerinde gerçekleştirilmektedir. Elektrik ve ısıda kömür talebi son yıllarda özellikle 2013'ten itibaren hızlı artmaya başlamıştır. Türkiye kömür ithalatını başta

olmak üzere Kolombiya ve Rusya'dan yapılmaktadır. Avustralya ve Amerika Birleşik Devletlerin ise daha az miktarında edilmektedir (IEA, 2021).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

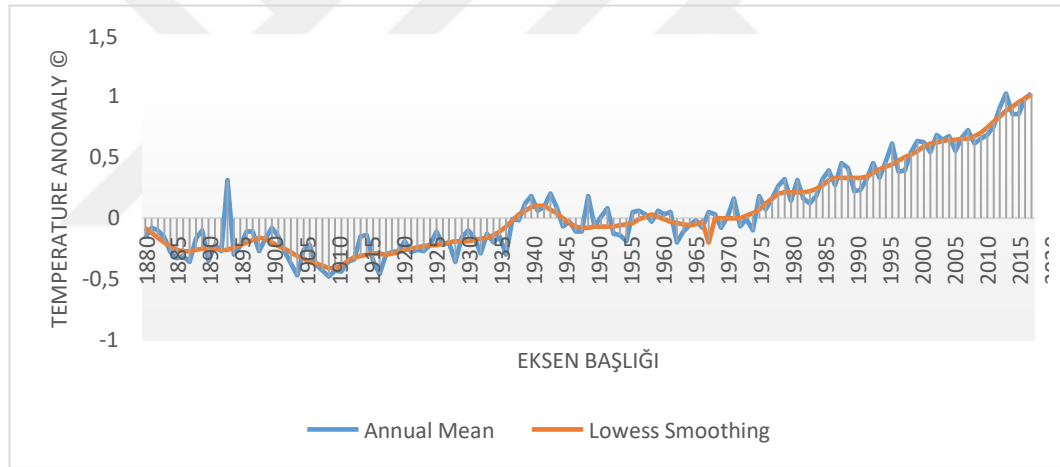
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Daha önce de belirtildiği gibi, nüfusun artmasıyla birlikte enerji ihtiyacı da artıyor. Ancak fosil yakıtlarla enerji üretimi, madenlerin çıkarılması, rafine edilmesi, taşınması, yakılması ve bertrafi yoluyla çevre üzerinde sürekli etkisi olan bir türüdür. Fosil yakıtların yakılması sonucu atmosfere CO₂ ve diğer sera gazı emisyonlarının salımı iklim değişikliğini ve küresel ısınmaya neden olmuştur. Sera gazı emisyonlarının salımını azaltılmasına ve iklim değişikliği etkilerini yavaşlatmak için enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımına geçiş ile mümkün olabilir.

İklim değişikliği veya küresel ısınma 21. yüzyılın önemli ve endişe verici bir sorunudur. Küresel iklim, dünya tarihi boyunca meydana gelen iklimdeki doğal değişikliklerin hızına kıyasla hızla değişmeye devam etmektedir. Dünya çapında/sayırsız bağımsız araştırma grubuna göre, küresel ortalama sıcaklık, deniz seviyesinin yükselmesi, okyanus üstü ısı içeriği, buz erimesi, mevsimsel permafrost erime derinliği gibi eğilimler olarak gezegenin ısınmasına dair tutarlı kanıtlar sağlayan farklı değişkenler doğrulandı, değişkenlikleri dahil ederek; El Nino, La Nina ve Pasifik Decadal Salınım ve harici; volkanik aktivite, Güneş'in enerji çıkışındaki değişiklikler ve dünya'nın yörüngesindeki değişiklikler. Aşırı yüksek sıcaklık olaylarının sıklığı ve yoğunluğu ile aşırı sıcaklık ve yoğun yağış olaylarının hava koşullarındaki değişiklikler, beklenmedik, olağandışı mevsimsel olmayan hava ve hortum, kasırga, sel, kuraklık, kar fırtınası, dolu fırtınası, buz fırtınası ve dünyanın birçok kıta bölgesinde artmaya devam ediyor ve gelecekte küresel sıcaklık arttıkça artacağı neredeyse kesin. Birçok kanıta göre, insan etkisinin 20. Yüzyılın ortalarından bu yana esas olarak fosil yakıt yakılması nedeniyle gözlemlenen ısınmanın baskın nedeni olmasının son derece muhtemel olduğunu göstermektedir. 1951-2010 dönemi için resmi tespit ve ilişkilendirme çalışmaları, gözlemlenen küresel ortalama yüzey sıcaklığı ısınmasının aynı dönemde ısınmaya olası insan katkıları aralığının ortasında olduğunu ortaya koymaktadır. Sanayi öncesi dönemden bu yana, insan faaliyetlerinin dünya'nın küresel ortalama sıcaklığını 1 °C (1,8 °F) artırdığı ve bu sayının her on yılda 0,2 °C (0,36 °F) arttığı tahmin edilmektedir (Berardelli, 2021).

Küresel iklimin bu ve sonraki yüzyıllarda değişmeye devam etmesi bekleniyor. İklim değişikliğinin büyüklüğü öncelikle küresel olarak yayılan sera gazlarının miktarına ve dünya'nın ikliminin bu emisyonlara duyarlılığındaki kalan belirsizliğe bağlı olacaktır. Geçmiş yüzyıllara ve bin yıllara ilişkin daha uzun vadeli iklim kayıtları, son on yıllarda dünyanın büyük bölümünde ortalama sıcaklıkların çok daha yüksek olduğunu ve bu süre zarfında geçmişte olduğundan daha hızlı arttığını gösteriyor. Sera gazı emisyonlarındaki önemli azalmalarla birlikte küresel yıllık ortalama sıcaklık artışı $3,6^{\circ}\text{F}$ (2°C) veya daha azıyla sınırlandırılabilir. Emisyonlarda önemli azalmalar olmadan, sanayi öncesi zamanlara göre yıllık ortalama küresel sıcaklıklardaki artış bu yüzyılın sonunda 9°F (5°C) veya daha fazlasına ulaşabilir (NCA4, 2017: 35-61).

Grafik 41: 1880-2020 Yılları Arası Küresel Kara-Okyanus Sıcaklık Endeksi

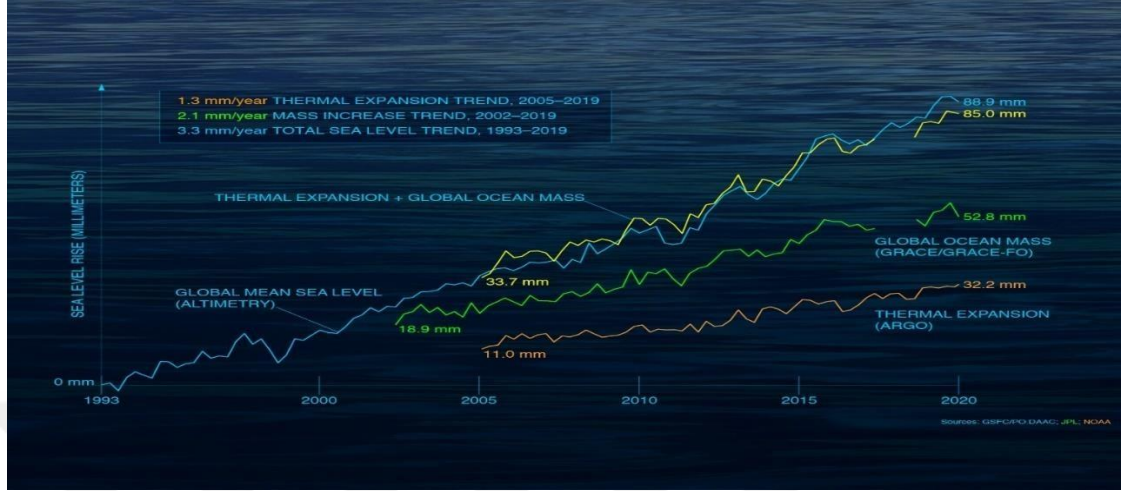


Kaynak: (NASA'nın Goddard Uzay Araştırmaları Enstitüsü (GISS)).

Veriler, zaman serisinin küresel yüzey sıcaklıklarının beş yıllık ortalama değişiminde gösterildiği 1880'den bu yana küresel sıcaklık değişikliklerini gösteriyor. 1998 hariç en sıcak yılların on dokuzu 2000 yılından bu yana meydana geldi. 2020 yılı kayıtların tutulduğu 1880'den bu yana kaydedilen en sıcak yıl olarak 2016 oldu. 2020 yılında ortalama anormal sıcaklık $1,02^{\circ}\text{C}$ ($1,84^{\circ}\text{F}$). 2021 yılında ise NASA'nın verilerine göre $0,85^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Grafik 42: 1993-2020 Yılları Arası Küresel Ortalama Deniz Seviyesi

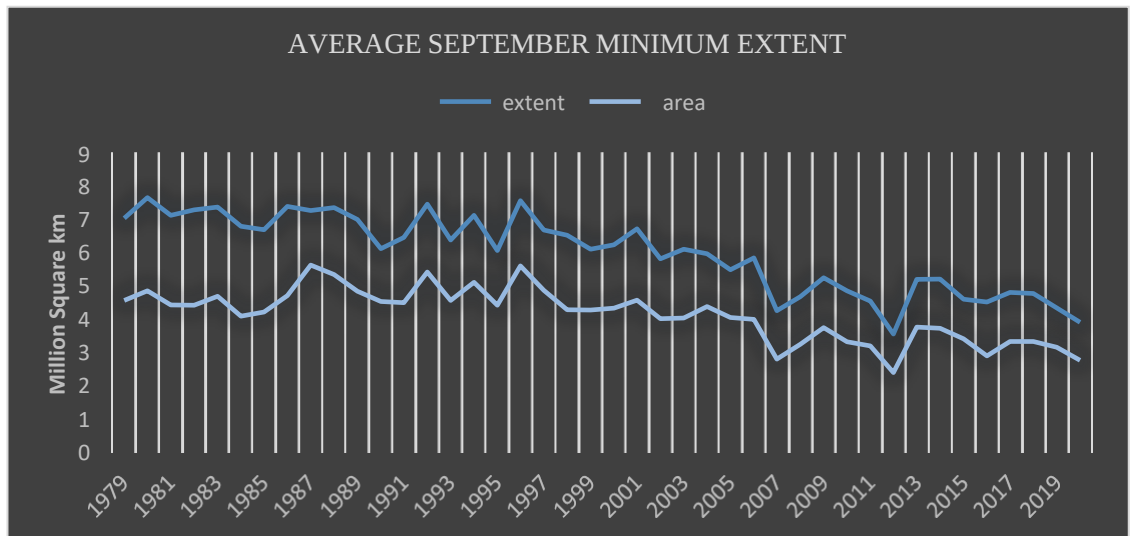
UYDU VERİLERİ: 1993-2020



Kaynak: (GSFC/PO. DAAC; JPL; NOAA, 2021).

Küresel ortalama deniz seviyesi son 27 yıldır uydu altimetreleri ile ölçülmüştür. 1993'ten günümüze GMSL artış hızı yılda 3,3 milimetre olarak ölçülmüştür. Son 100 yılda, küresel ortalama deniz seviyesi yaklaşık 778 milimetre yükseldi (NASA, 2021).

Grafik 43: 1979-2019 Yılları Arası Arktik Deniz Buzu - Minimum

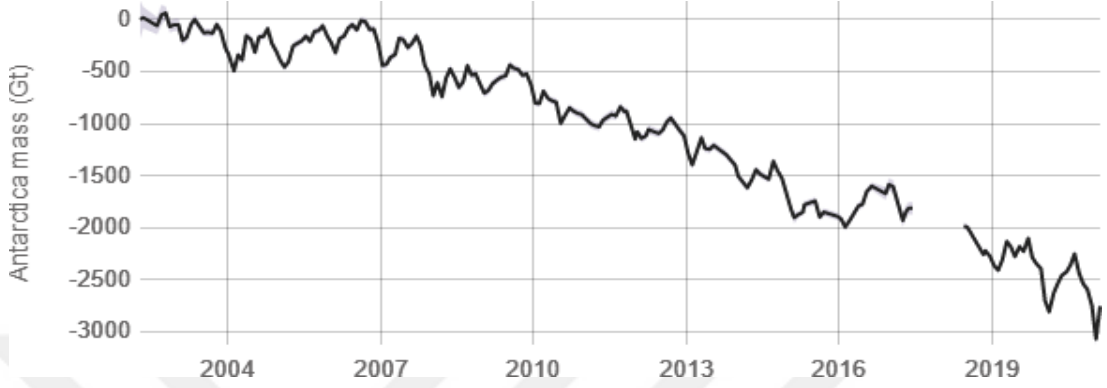


Kaynak: (Uydu gözlemleri. Kredi: NSIDC / NASA).

Arktik deniz buzu her Eylül ayında minimuma ulaşır. Bu grafik uydu gözlemlerinden elde edilen, 1979'dan bu yana her Eylül ayında ortalama Arktik deniz buzu boyutunu göstermektedir. Eylül Arktik deniz buzu, 1981-2010 ortalamasına göre

on yılda %13,1 oranında azalmaktadır. 2012 deniz buzu kapsamı, uydu kayıtlarındaki en düşük seviyesidir.

Grafik 44: 2002-2021 Yılları Arası Antarktika Kitle Değişimi



Kaynak: (NASA'nın GRACE uyduları tarafından buz kütlesi ölçümü. Kredi: NASA).

Antarktika kıtası 2002'den beri yılda yaklaşık 151.0 (118 Gt) milyar mt kaydetmektedir.

Grafik 45: 2002-2021 Yılları Arası Grönland Kitle Varyasyonu



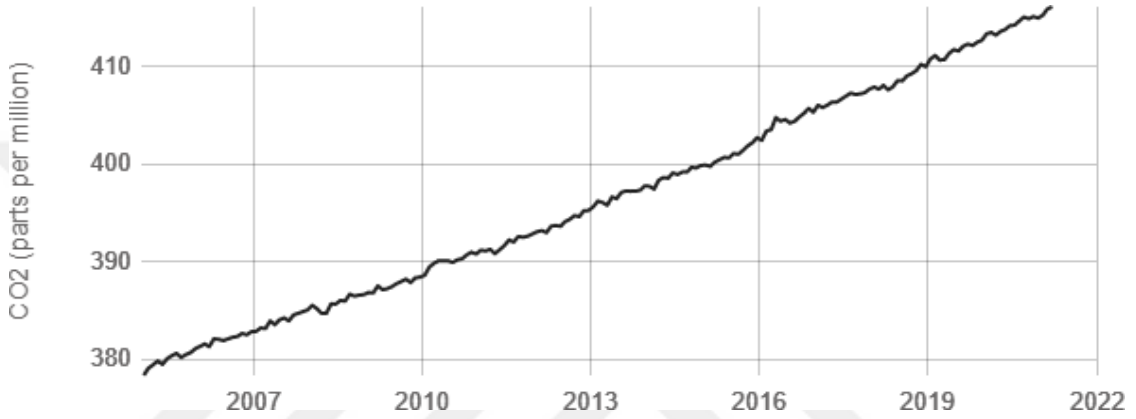
Kaynak: (NASA'nın GRACE uyduları tarafından buz kütlesi ölçümü. Kredi: NASA).

Grönland buz tabakası yılda 278,0 milyar mt oranında azalmaktadır. Grönland buz tabakasının kütlesi, yüzey erimesi ve buzdağının buzağılanması nedeniyle son birkaç yılda hızla azalmaktadır. NASA'nın ikiz Yerçekimi Kurtarma ve İklim Deneyi (GRACE) uydularından elde edilen gözlemlere dayanan araştırmalar, 2003 ve 2013 yılları arasında Grönland'ın yılda yaklaşık 280 Gt buz döktüğünü ve küresel deniz seviyesinin yılda 0,8 milimetre yükselmesine neden olduğunu gösteriyor. Genel

olarak, Grönland merkezine yakın yüksek rakımlı alanlar çok az değişiklik yaşadı veya hiç değişmedi, daha düşük rakımlı ve kıyı bölgeleri 10 yıllık bir süre içinde 3 metreye kadar buz kütlesi kaybı yaşadı. Yılda 30 santimetreye varan en büyük kütle düşüşleri Güneydoğu Grönland'da meydana geldi.

Karbon dioksit,

Grafik 46: 2005-2021 Yılları Arası Doğrudan Ölçümler



Kaynak: (NOAA. Aylık ölçümler (ortalama mevsimsel döngü kaldırıldı)).

Son 171 yılda insan faaliyetleri, atmosferdeki CO2 konsantrasyonlarını 1850'de bulunan sanayi öncesi seviyelerin %48 üzerinde artırdı. Bu 20.000 yıllık bir süre içinde (Son Buzul Maksimumundan 1850'ye, 185'ten 185 ppm ila 280 ppm) doğal olarak gerçekleşenden daha fazla. Bugün fosil yakıtların yanması ve diğer insan faaliyetleri her yıl atmosfere yaklaşık 39 Gt katkıda bulunuyor, dolayısıyla her bir ton karbon için 3,7 ton CO2 alıyoruz, bu da doğal süreçlerle her yıl atmosfere salınan 770 Gt CO2'nin %4'ü. okyanusta ve karada. 8 Mayıs 2021'de karbondioksit ölçümü 418.72 ppm gösterdi. Atmosferik CO2 miktarlarının en son bu kadar yüksek olduğu zaman, sıcaklığın sanayi öncesi döneme göre 2 ° –3 ° C (3,6 ° – 5,4 ° F) daha yüksek olduğu ve deniz seviyesinin 15–3 olduğu 3 milyon yıldan fazla bir zaman önceydi, bugünden 25 metre (50-80 fit) daha yüksek. Son 60 yılda atmosferik karbondioksitteki yıllık artış oranı 11.000-17.000 yıl önce son buzul çağının sonunda meydana gelenler gibi önceki doğal artışlardan yaklaşık 100 kat daha hızlıdır.

3.1. ULUSLARARASI ÇEVRE ANLAŞMALARI

Uluslararası çevre anlaşmaları (IEA), çevresel etkilerinin ötesinde siyasi ve ekonomik sonuçları olan bir anlaşma kategorisidir. Uluslararası çevre anlaşmaları (IEA) çevreyi korumak amacıyla insanların çevre üzerindeki etkisini düzenleyen veya yöneten anlaşmalardır (Aust, 2000). Proje, birincil amaç olarak doğal kaynaklar üzerindeki insan etkilerini yönetmeyi veya önlemeyi amaçlayan anlaşmalar çevresel olarak tanımlanır; bitki ve hayvan türleri (tarım dahil); atmosfer; okyanuslar; nehirler; göller; karasal habitatlar; ve ekosistem hizmetleri sağlayan doğal dünyanın diğer unsurlarıdır (Daily vd., 1997: 403-404). Buna insan sağlığına yönelik anlaşmalar dahil değildir; çatışma; kültürel koruma; ticaret; okyanusların, göllerin ve nehirlerin kullanımı; dış uzay, nükleer radyasyon, ulaşım, hava durumu, iş gücü ve benzeri konular. Tanım, birincil amaç değilse etkileri çevresel olan anlaşmaları da hariç tutmaktadır. (Brown Weiss vd., 1997). Çevre kavramı geniştir. Bazı anlaşmalar bir dizi çevre korumasını kapsarken diğerleri son derece spesifikdir. (Birnie ve Boyle, 2002: 38) (Caldwell LK. 1980). IEA'lar, anlaşmaları aşağıdaki çevresel kategorilere ayırmaktadır.

Tabela 12: Uluslararası Çevre Anlaşmalar Kapsamı.

Doğa (genel çevre koruma)

Bu kategori, doğal kaynakları, doğal sistemleri ve vahşi yaşamı koruma, yönetme, muhafaza etme ve koruma çabalarıyla veya sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etme çabalarıyla ilgili anlaşmaları yakalamayı amaçlamaktadır. Dahil etmek için kullanılan kodlama terimleri bu şekildedir:

Doğa için doğa sözleşmesi; koruma; doğanın korunması; ekosistem; çevre; küresel değişim araştırması; yeşil koridor; doğal orman ekosistemi; doğal miras; doğal park; doğal kaynaklar; doğal hal; doğa koruma; doğanın korunması; rasyonel sömürü; rasyonel yönetim; rasyonel doğa kullanımı; dünya kaynakları için uzaktan algılama; sürdürülebilir ve entegre yönetim; sürdürülebilir temel; sürdürülebilir kalkınma; sürdürülebilir konut; sürdürülebilir yönetim; sürdürülebilir turizm; sürdürülebilir kullanım; el değmemiş doğa.

Türler

Bu kategori ve alt kategoriler, bitki ve hayvan türleri ile insan etkileşimlerini korumayı veya yönetmeyi amaçlayan tüm anlaşmaları kapsamayı amaçlamaktadır. Balık ve balıkçılık yönetimi ile ilgili tüm anlaşmaların yanı sıra tarımla ilgili tüm anlaşmaları (emtia anlaşmaları dahil olmasa da) içerir. Dahil etmek için kullanılan kodlama terimleri şunlardır:

Türler

biyolojik çeşitlilik; nesli tükenmekte olan türler; mikroorganizmalar; yaban hayatı.

Türler/Tarım

tarım ticareti; tarımsal; tarımsal sanayi; sanidad agropecuaria.

Türler/Tarım/Fauna

tarım bitkileri; hayvan sağlığı; sığırlar; hayvancılıkta hastalıklar; epizootik; çiftçilik; ayak ve ağız hastalığı; otlama; hayvancılık; et; canlı hayvan ticareti; Veteriner; hayvanat bahçesi; hayvan sağlığı.

Türler/Tarım/Fauna/Balık	su ürünleri yetiştiriciliği.
Türler/Tarım/Fauna/Flora	sıhhi ve veterinerlik; veterinerlik ve sıhhi; veteriner-sıhhi.
Türler/Tarım/Flora	codex alimentarius; gübre; çekirge; filoksera; bitki sağlığı; hasatları korumak; karantina; sebze.
Türler/Fauna	hayvan; fauna; oyun; avlanmak; vahşi hayvanlar.
Türler/Fauna/Kuş	suda yaşayan ötleğen; kuş; toy kuşu; kıvrılma; sibiryası vinci; su kuşları.
Türler/Fauna/Balık	balık; tatlısu balığı.
Türler/Fauna/Balık/Okyanus	anadrom; atlantik cod; kapelin; felaket balık; sürüklenme ağı; ringa; yaşayan su kaynakları; canlı su kaynakları; istakoz; deniz balıkçılığı; deniz canlı kaynakları; deniz kaynakları; deniz kaynakları; yer; pollock; somon; köpek balığı; karides; süngerler; kalamar; tuna; kaplumbağa.
Türler/Fauna/Memeliler	yarasalar; buhara geyiği; fil; keçi; fildişi pazarlaması; memeli; kutup ayısı; ren geyiği; gergedan; kapla; yakalama; vicuna.
Türler/Fauna/Memeliler/Deniz/Balık	deniz memelisi; yunus; fok; balina.
Türler/Flora	mahsul çeşitliliği; bitki alanı; bitki örtüsü; orman; yeşillik; kereste; bitki hastalıkları; bitki genetik kaynakları; bitki koruma; ekim malzemesi; kavak; yeni bitki çeşitlerinin korunması; bitkilerin korunması; bitki sevkıyatları; kereste; ağaç.
Kirlilik	Bu kategori ve alt kategoriler, bölgesel veya küresel ölçekte havayı, karayı, okyanusları veya tatlı su sistemlerini etkileyen her türlü kirlilikle ilgili tüm anlaşmaları kapsamayı amaçlamaktadır. Dahil etmek için kullanılan kodlama terimleri şunlardır:
Kirlilik	çevre için tehlikeli faaliyetler; balast suyu; aşındırıcı ve zehirli maddeler; aşındırıcı maddeler; tehlikeli kimyasallar; endüstriyel kazalar; yanıcı maddeler; doğal ve teknolojik afetler; zararlı; tarım ilacı; zehirli; kirlilik.
Kirlilik/Hava	hava kirliliği; hava kalitesi; iklim değişikliği; el nino; izabe tesisinden çıkan dumanlar; izabe tesisinden yayılan dumanlar; küresel ısınma; sera gazları; stratosferin izlenmesi; ozon; atmosferin korunması; üst atmosferin radyoaktivitesi.
Kirlilik/Toprak	resimde beyaz kurşun.
Kirlilik/Okyanus	gemilerden ve uçaklardan boşaltma; atıkların ve diğer maddelerin boşaltılması; zararlı kirlenme önleyici sistemler; gemilerden kaynaklanan kirlilik; suların korunması.
Kirlilik/Okyanus/Petrol	hidrokarbon sızıntıları; petrol kirliliği; petrol sızıntıları; hidrokarbonlarla kirlilik; petrol kirliliği; karadeniz'in korunması; petrol ile deniz.
Kirlilik/Okyanus/Petrol/Atıklar	yağ ve diğer zararlı maddeler.
Kirlilik/Atıklar	tehlikeli ve diğer atıklar; tehlikeli ve radyoaktif atıklar; tehlikeli atık; atık.
Habitat ve Okyanuslar	Bu kategoriler, okyanus da dahil olmak üzere belirli ekosistemlerle ilgili anlaşmaları yakalamaya çalışır. Okyanus korumasına ilişkin olarak, okyanus keşfi ve

	okyanus bilimi ile ilgili anlaşmalar da dahildir. Dahil etmek için kullanılan kodlama terimleri şunlardır:
Habitat	arktik; alp; amazon; antarktika; doğal yaşam alanı; korunmuş bölge.
Habitat/Arazi	toprak; çölleşme; kuraklık; kuru ve çorak arazi; manzara; sulak alan.
Habitat/Deniz	mercan resifi.
okyanus	kıyı ortamı; kıyı yönetimi; kıyı bölgesi yönetimi; derin deniz yatağı; kuzey denizlerinin keşfi; denizin keşfi; hidrografik; deniz ortamı; Deniz bilimi; oşinografik; bataklık denizinin korunması; bilimsel keşif.
Tatlı Su Kaynakları	Bu kategori ve alt kategoriler, göllerin ve nehirlerin düzenlenmesiyle ilgili anlaşmaları yakalamayı amaçlamaktadır. Çoğu durumda, tatlı su kaynaklarını korumaya yönelik anlaşmalar hangi çevresel yönün korunduğuna dair başlıkta çok az ayrıntıyla ilgili su kütlesinin adıyla belirtilir. Bir nehir veya gölün "korunması" kelimesinin çevre korumasını içerdiğini varsayalım. Dahil etmek için kullanılan kodlama terimleri şunlardır:
Tatlı su kaynakları	Aral denizi; sınır suları; colorado nehir suyu; ortak işler; kongo nehri; su kaynaklarının korunması; niagara'da geçici bir batardo inşaatı; Colorado Nehri'nin Uluslararası Sınır Segmentinin Taşıma Kapasitesi; Su Kaynakları Alanında İşbirliği; Tuna Nehri; suların defosfatasyonu; mirim lagününün gelişimi; Gambiya Nehri kaynaklarının geliştirilmesi; ren nehri gelişimi; su kaynaklarının geliştirilmesi; su dağıtımı; niagara nehrinin saptırılması su yönlendirme; akış kontrol; sel uyarısı; nil sularının tam kullanımı; Gambiya nehri; ganjlar; hidrolojik kaynaklar; yukarı havzanın kaynaklarının iyileştirilmesi; Titicaca Gölü'nün Sularının İyileştirilmesi; indus suları; sulamak; göl; yağışlı göl seviyesi; limpopo havzası; Sınır Sularının Yönetimi; han nehrinin yönetimi; Koliba Nehri Yönetimi; su kaynaklarının yönetimi; mekong; mosel nehri; parana; pilcomayo; plato; taşkınları önlemek; Suyu ve Doğayı Koruyun; sınır ötesi su kaynaklarının korunması ve rasyonel kullanımı; sınıraşan su yollarının ve uluslararası göllerin korunması ve kullanımı; elbe'nin korunması; sınır ötesi nehirlerin korunması; sınır ötesi su kaynaklarının korunması; sınıraşan nehirlerin korunması; ren nehrinin seyrinin düzeltilmesi; ormanın göl seviyesini düzenler; inari gölünün düzenlenmesi; lugano Gölü'nün düzenlenmesi; ren nehri düzenlenmesi; suyun düzenlenmesi; Tuna'nın rehabilitasyonu ve yönetimi; niagara şelalelerinde iyileştirme çalışmaları; rio duero; Rio Grande; rios minno; nehir; nehir Gambiya; sava nehri; senegal nehri; paylaşılan su kaynakları; ortak su yolu sistemleri; ortak su yolları; Ganj Sularının Paylaşımı; döner; Tisza/Tisa ; titicaca; kullanım ve hidrolik iyileştirme; Nestos Nehri Sularının Kullanımı; nil nehrinin kullanımı; suların kullanımı; su ve enerji kaynaklarının kullanımı; su kaynaklarının kullanımı; sınır suyunun kullanımı; suyunun kullanımı; uruguay nehrinin akıntılarından yararlanma; Çad Havzası kaynaklarının kullanımı; nehir kullanımı; su kullanımı; yarmuk sularından yararlanma; zambezi kullanımı; sınıraşan su kullanımı; su kullanımı; su kontrolü; su ekonomisi; su yönetimi; su koruması; su kalitesi; su kaynakları yönetimi; su kaynakları kullanımı; su kaynakları yönetimi; savak.
Tatlı Su Kaynakları/Enerji	Niagara nehrinin ek sularının güç amaçlı saptırılması; enerji üretimi amaçlı su yönlendirmeleri; hidrolik güç.

Tatlı Su Kaynakları/Kirliliği

Colorado nehri tuzluluğu; deterjanlar; ötrofikasyon; colorado nehrinin uluslararası sınır bölümünün taşıma kapasitesinin iyileştirilmesi; ren nehri yönetimi; oder'in korunması; Ren nehrinin korunması; su yolu.

Enerji, nükleer sorunlar ve çatışma

Bu kategori ve alt kategoriler, nükleer enerji de dahil olmak üzere enerji üretimini ele alan anlaşmaları yakalamayı amaçlamaktadır. Nükleer silahlardan arındırılmış bölgelerle ilgili olanlar; nükleer silah testi; nükleer kazalar; ve radyoaktif atıklar da çok sayıda Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) nükleer koruma anlaşmasına rağmen dahildir. Çatışmayla ilgili anlaşmalar, bakteriyolojik, kimyasal ve zehirli silahlarla ilgili olanlar hariç olmak üzere, çevresel olmayan anlaşmalar olarak HARIÇ TUTULUR. Dahil etmek için kullanılan kodlama terimleri aşağıda tanımlanmıştır:

Enerji

elektrik; enerji; gaz türbini santrali; enerji santrali; güç istasyonu; su gücü.

Enerji/Alternatif

temiz enerjiler; jeotermal; hidro-enerji kaynakları; fotovoltaik; güneş ısıtması; yakıt-enerji ve su kaynaklarının kullanımı.

Enerji/Tatlı su

hidroelektrik.

Enerji/Nükleer

olası radyolojik sonuçları olan kazalar; atom reaktörü; nükleer materyalin taşınması; ağır su güç reaktörü; nükleer enerji; nükleer tesisler; nükleer güç; nükleer araştırma; nükleer transferler; uranyum işlenmesi; radyasyon koruması; özel nükleer malzemenin yeniden işlenmesi; yüksek zenginleştirilmiş uranyumun taşınması ; trityum.

Enerji/Nükleer/Kaza

çernobil; nükleer enerji alanında sorumluluk; nükleer gemi operatörlerinin sorumluluğu; nükleer kaza; nükleer hasar; nükleer acil durum; nükleer olay; nükleer güvenlik; radyasyon kazası; radyasyon güvenliği; radyoaktif kirlilik; radyolojik afet yardımı; radyolojik koruma; reaktör güvenliği; nükleer santrallerin güvenliği.

Enerji/Nükleer/Kirlilik

nükleer maddenin fiziksel korunması.

Enerji/Nükleer/Kirlilik/Atıklar

radyoaktif atık.

Silahlar/Çevre

bakteriyolojik savaş yöntemleri; kimyasal silah; toksin silahı.

Silahlar/Çevre/Nükleer

nükleer den arınmış bölge; nükleer test; nükleer silahlardan arındırılmış bölge; nükleer silah testi; nükleer silahların yasaklanması; yeraltı nükleer patlama.

Kaynak: (Uluslararası Çevre Anlaşmaları (IEA) Veritabanı Projesi).

3.1.1. Hava Kirliliği ve Dünya Atmosferi Nedeniyle Uluslararası Çevre Anlaşmaları

Tablo 13: Uluslararası Çevre Anlaşmaları

Sıra Numarası:	Konum:	Antlaşma'nın İsmi:	Kabul edilen tarih:	Yürürlüğe giren tarih:	Parti/Üye:	Antlaşma Tipi:
1	Cenevre, İsviçre	Uzun Menzilli Sınırlarötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi	13 Kasım 1979.	16 Mart 1983.	51	Sözleşme

Antlaşmanın Amacı,

Sözleşme, Tarafların hava kirleticisi emisyonlarını azaltmak için alacakları özel önlemleri belirleyen sekiz protokolle genişletildi;

1. Avrupa'da Hava Kirleticilerinin Uzun Menzilli Yayılımının İzlenmesi ve Değerlendirilmesi için Kooperatif Programının Uzun Vadeli Finansmanı Hakkında Protokol (EMEP) (kabul: 28 Eylül 1984; yürürlüğe girdi: 28 Ocak 1988; taraflar: 47) EMEP'in üç ana bileşeni vardır: kükürt dioksit (SO₂), nitrojen oksitler (NO_x), uçucu organik bileşikler (VOC'ler) ve diğer hava kirleticileri için emisyon verilerinin toplanması; hava ve yağış kalitesi ölçümü; ve atmosferik dağılımın modellenmesi. Cenevre, İsviçre'de sonuçlandırıldı.

2. Kükürt Emisyonlarının Azaltılması Hakkında Helsinki Protokolü (kabul edildi: 8 Temmuz 1985; yürürlüğe girdi: 2 Eylül 1987; taraflar: 25); 1993 yılına kadar kükürt emisyonlarında veya sınıraşan akışlarda yüzde 30'luk bir azalma sağlandı.

3. Kükürt Emisyonlarının Daha Fazla Azaltılmasına İlişkin Oslo Protokolü (kabul edildi: 14 Haziran 1994; yürürlüğe girdi: 5 Ağustos 1998; taraflar: 29); kükürt emisyonlarında veya sınıraşan akışlarda daha fazla azalma sağlamayı amaçlayan 1985 Helsinki Kükürt Emisyonlarının Azaltılması Protokolünün tamamları. Cenevre, İsviçre'de sona erdi.

4. Azot Oksit Protokolü (benimsenen: 31 Ekim 1988; yürürlüğe girme tarihi: 14 Şubat 1991; taraflar: 36); nitrojen oksitlerin ve bunların sınıraşan akışlarının kontrolünü veya azaltılmasını sağlamaktı. Sofya, Bulgaristan'da sona erdi.

Uzun Menzilli Sınırlarötesi Hava Kirliliğine İlişkin Cenevre Sözleşmesi uyarınca, taraflar (onaylayan ülkeler), insan çevresini hava kirliliğine karşı korumak, mücadele amacıyla hava kirleticilerinin deşarjlarını kademeli olarak önlemek ve azaltmak için birlikte çalışmayı taahhüt ederler.

5. Uçucu Organik Bileşikler Protokolü (kabul edildi: 18 Kasım 1991; yürürlüğe girdi: 29 Eylül 1997; taraflar: 24); insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilerden korumak için sınır ötesi akışlarını azaltmak için uçucu organik bileşiklerin emisyonlarının kontrolünü ve azaltılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Cenevre, İsviçre'de sona erdi.

6. Ağır Metaller Protokolü (kabul: 24 Haziran 1998; yürürlüğe giriş: 2 Aralık 2003; taraflar: 35).

Değişiklik, 13 Aralık 2012 kabul edildi ve henüz yürürlüğe girmedir. Ek III (taraf 19) için bekleniyor; Protokol, endüstriyel kaynaklardan (demir ve çelik endüstrisi, demir dışı metal endüstrisi), yakma işlemlerinden (elektrik üretimi, karayolu taşımacılığı) ve atık yakmadan kaynaklanan emisyonları azaltmayı amaçlıyor. Danimarka, Aarhus'ta sona erdi.

7. Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Aarhus Protokolü (24 Haziran 1998'de kabul edildi yürürlüğe girdi: 23 Ekim 2003 taraflar 34. Değişiklik: 18 Aralık 2009 ve henüz yürürlüğe girmedir. Ek V ve VII tarafları için bekleniyor: 31 (13 Aralık 2010)); Protokol, insan sağlığını ve çevreyi korumak için sınır ötesi akışlarını azaltmak için Avrupa, bazı eski Sovyetler Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde "kalıcı organik kirleticilerin deşarjını, emisyonlarını ve kayıplarını kontrol etmeyi, azaltmayı veya ortadan kaldırmayı" amaçlamaktadır. Danimarka, Aarhus'ta sona erdi.

8. Asitlenme, Ötrofikasyon ve Yer Düzeyinde Ozonun Azaltılması için Gøteborg Protokolü (kabul edildi: 30 Kasım 1999; yürürlüğe girdi: 17 Mayıs 2005; taraflar 29. Değişiklik 4 Mayıs 2012; yürürlüğe girdi: 7 Ekim 2019; taraflar: 24); 2010 yılına kadar karşılanacak kükürt dioksit, azot oksitler, uçucu organik bileşikler ve amonyak için emisyon tavanları belirleyerek asitlenme, ötrofikasyon ve yer seviyesindeki ozonu azaltmak için tasarlanmış çok

kirletici bir protokoldür. Cenevre, İsviçre'de sonuçlandırılmıştır (UN Treaty Collection).

2.	Rio Janeiro, Brezilya:	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi	9 Mayıs 1992	21 Mart 1994	197	Sözleşme
	New York, Amerika Birleşik Devletleri.					

Antlaşmanın Amacı,

Sözleşmenin nihai amacı, sera gazı konsantrasyonlarını "iklim sistemine tehlikeli antropojenik (insan kaynaklı) müdahaleyi önleyecek bir seviyede" sabitlemektir. "Böyle bir seviyeye, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal olarak uyum sağlamasına, gıda üretiminin tehdit edilmemesini sağlamaya ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde ilerlemesini sağlamaya yetecek bir zaman çerçevesi içinde ulaşılması gerektiğini" belirtiyor (UNCC).

Taraflar Konferansı (COP) şu şekilde sınıflandırılır:

Ek I ülkeleri – sanayileşmiş ülkeler ve geçiş halindeki ekonomiler; Australia, Austria, Belarus, Belgium, Bulgaria, Canada, Croatia, Czech Republic, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Letonya, Lihtenştayn, Litvanya, Lüksemburg, Monako, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Ukrayna, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri.

Ek II ülkeleri – gelişmekte olan ülkelerin maliyetlerini ödeyen gelişmiş ülkeler;

Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri.

Gelişmekte olan ülkeler; Gelişmiş ülkeler fon ve teknoloji sağlamadıkça, gelişmekte olan ülkelerin emisyonları azaltması gerekmez ve üç amaca hizmet etmesi amaçlanır:

- emisyonların endüstriyel kapasiteyle güçlü bir şekilde bağlantılı olması nedeniyle, gelişimleri üzerindeki kısıtlamalardan kaçınır
- operatörleri emisyon hedeflerini karşılamakta zorluk çeken ülkelere emisyon kredisi satabilirler.
- Ek II ülkelerinden düşük karbonlu yatırımlar için para ve teknoloji alıyorlar (UNFCCC).

3	Kyoto, Japan	Kyoto Protokolü	11 1997.	Aralık 16 2005.	Şubat 192	Protokol
---	--------------	-----------------	----------	-----------------	-----------	----------

Antlaşmanın Amacı

Kyoto Protokolü, özellikle sanayileşmiş ülkeler için atmosferik konsantrasyondaki karbon emisyonlarını ve GHG'yi azaltmak için Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile bağlantılıdır. Protokol kapsamında, her sanayileşmiş ülke, emisyonlarını 2012 yılına kadar 1990 seviyelerinin (%5) altına düşürmek için bağlayıcı bir sera gazı emisyon hedefi belirlendi.

Kyoto Protokolü'nün içerdiği temel kavramlar:

Ek I (gelişmiş ülkeler) ve Ek I dışı (gelişmekte olan ülkeler).

Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) – CDM, Kyoto Protokolü kapsamında, Ek I ülkelerinin, kendi ülkelerindeki daha pahalı emisyon azaltımlarına alternatif olarak Ek I dışındaki ülkelerdeki emisyonları azaltan projelere yatırım yapmalarına izin veren bir düzenlemedir.

Ortak Uygulama (JI) – Ortak uygulama, Ek I ülkelerinin diğer Ek I ülkelerindeki emisyonları azaltan projeler için ödeme yaparak sera gazı emisyonlarında gerekli kesintilerin bir kısmını karşılamalarına izin veren Kyoto Protokolü kapsamında bir programdır.

Karbon ticareti – Karbon (veya Emisyon) ticareti, emisyon azaltımlarına ulaşmak için ekonomik teşvikler sağlayarak kirliliği kontrol eden bir sistemdir. Basitleştirmek için, yayıcılara emisyonlar üzerinde bir üst sınır verilir, bu üst sınır aşılsa kredi satın almaları gerekir ve ödeneklerinden daha az emisyon yaparlarsa kredi satabilirler. Özünde, alıcı çevreyi kirlettiği için para cezasına çarptırılıyor ve satıcı ödüllendiriliyor.

4	Paris, Fransa	Paris Antlaşması	22 Nisan 2016.	4 Kasım 2016.	194	Antlaşma
---	---------------	------------------	----------------	---------------	-----	----------

Antlaşmanın Amacı

Paris Antlaşması, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin bir parçasıdır. Paris Antlaşması'nın amacı, küresel ısınmayı 2 santigrat derecenin altında, tercihen sanayi öncesi seviyelere kıyasla 1,5 santigrat derece ile sınırlamaktır. Paris Antlaşması, iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve uyarlanması konusunda yetenekleri artırmak ve acil eylemler üstlenmek için tüm ülkeleri bir araya getiren ilk bağlayıcı anlaşmadır. Paris Antlaşması uygulaması, ekonomik ve sosyal dönüşüm ve 5 yıllık döngü üzerinde çalışmayı gerektiriyor.

Paris Antlaşmasının içerdiği temel kavramlar:

Uzun vadeli sıcaklık hedefi; sıcaklık artışını 2 – 1.5 santigrat derecenin altında sınırlamak.

Küresel zirve ve “iklim tarafsızlığı”; tarafların sera gazı emisyonlarının küresel zirvesine ulaşması ve yüzyılın ikinci yarısında lavabo ve rezervuarlardan kaynaklanan emisyonları ortadan kaldırması gerekmektedir.

Kayıp ve hasar; iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle ilişkili kayıp ve zararlar, aşırı olayların ve hasarın azaltılmasına uygun olarak Varşova Uluslararası Mekanizması aracılığıyla ele alınabilir.

Finans, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği; gelişmiş ülkeler ve diğer Tarafların gelişmekte olan ülkeleri mali olarak desteklemesi ve yardım etmesi gerekmektedir ve Antlaşma ayrıca Yeşil İklim Fonu (GCF) dahil olmak üzere Sözleşmenin Mali Mekanizmasını da sağlamaktadır. Teknoloji çerçevesi ve kapasite geliştirme faaliyetleri yoluyla direncin artırılması ve sera gazlarının azaltılması Antlaşmanın bir parçasıdır.

Küresel Stok; Gelişmiş Şeffaflık Çerçevesi (ETF) aracılığıyla iklim değişikliğini hafifletme ve uyum önlemleri için alınan bilgi ve eylemler, küresel envanteri besleyecek ve 2023'ten sonra her 5 yılda bir, mevcut en iyi bilim ve uzun vadeli küresel hedefe dayalı olarak dahil edilecektir (UNFCCC).

5	Viyana, Avusturya	Ozon Tabakasının Korunmasına İlişkin Viyana Sözleşmesi	22 Mart 1985.	22 Eylül 1988.	197	Sözleşme
---	-------------------	--	---------------	----------------	-----	----------

Antlaşmanın Amacı

Sözleşmeye uygun olarak, Taraflar, ozon tabakasının tahribatına katkılarından dolayı kloroflorokarbonların üretimindeki uluslararası azalmalar için işbirliği yapmak ve uygun yasal veya idari-bilimsel ve teknik önlemleri almalı.

6	Montreal Quebec, Kanada	Ozon Korumasına İlişkin Montreal Protokolü	16 Eylül 1987.	1 Ocak 1989.	197	Protokol
---	-------------------------------	--	----------------	--------------	-----	----------

Antlaşmanın Amacı

Montreal Protokolü amacı, çeşitli kloroflorokarbonların (CFC'ler) ve halonların üretimini ve tüketimini 1994'e kadar %80'e ve 1999'a kadar %50'ye düşürmektir. Trikloroetan, hidroflorokarbonlar (HFC'ler), karbon tetraklorür, metil kloroform, hidrobromoflorokarbonların kullanımı. (HBFC'ler), metil bromür, hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler).

Gelişmiş ülkelerde karbon tetraklorür, metil kloroform, HBFC'ler ve CFC'ler (1996'da aşamalı olarak kaldırılmıştır), metil bromür (2005'te ortadan kaldırılmıştır) kullanımı.

HCFC'lerin 2030 yılına kadar aşamalı olarak kullanımdan kaldırılacağı tahmin edilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde CFC'ler (aşamalar halinde kaldırılırken), karbon tetraklorür, metil kloroform ve halonlar (2010) ve metil bromür (2015). HCFC'lerin 2040 yılına kadar ortadan kaldırılması bekleniyor (Rafferty, 2021).

3.2. SERA GAZI EMİSYONUNUN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Atmosfere giren güneş ışınları dünya'yı ısıtmadan uzaya geri yansıtılırken geri kalanı dünya yüzeyi ve atmosfer tarafından emilir ve ısı olarak yeniden yayılır. Isının bir kısmı uzaya geri gider veya CO₂, metan ve su buharı gibi belirli moleküller tarafından tutulur. Atmosferdeki CO₂ sanıldığından 100 kat daha hızlı artıyor ve 280ppm'den 415ppm'e yükseldi. 1800'lerin ortalarından bu yana %50'lik bir artış ve en az 3 milyon yılın en yüksek miktarı olarak kaydedilmiştir. Sera gazlarında ve aerosollerde meydana gelen değişimler atmosferde emilen ısının değişimini tetikler ve buna “ışınma zorlaması” denir. Işınımsal zorlama değişiklikleri, dünya'nın enerji dengesini veya dengesizliğini (enerji giren-enerji dışarı) atabilir.

NASA Goddard Uzay Araştırmaları Enstitüsü müdürü, Gavin Schmidt, bilim insanlarının ayrıca, sera gazlarındaki değişikliklerin atmosferdeki ısının transferini ve emilimini etkilediğine dair doğrudan kanıtlara sahip olduklarını ancak kapsamlı bir değerlendirme olmadığını yalnızca yerel ortamlarda olduğunu söylüyor. Soden, bilimin, sera gazlarının yanması nedeniyle geçen yüzyılda CO₂'nin arttığına dair sağlam gözlemsel kanıtlara sahip olduğunu ve laboratuvar ölçümlerinin CO₂'nin ısıyı emdiğini doğruladığını ve bunun teorik olarak gezegenin kabaca son yıldagözlemlenen oranda ısınmasına neden olması gerektiğini ekliyor. Makalenin ilk yazarı

ve NASA'nın Greenbelt Maryland'deki Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nde araştırmacı olan Ryan Kramer, "Bu, aerosollerin ve sera gazlarının etkilerini hesaba katan, küresel gözlemler kullanılarak dünya'nın toplam ışınsal zorlamasının ilk hesaplanmasıdır" dedi. "Bu, insan faaliyetlerinin dünya'nın enerji bütçesinde değişikliklere neden olduğunun doğrudan kanıtıdır."

Sonuç: 2003'ten 2018'e kadar, ışınsal zorlama, Dünya sisteminde hapsedilmiş aşırı ısı olan gezegensel dengesizliği açıklayan, metre kare başına (W/m^2) 0,5watt arttı. Araştırmacılar, bu artışın aslında artan sera gazı konsantrasyonlarının ve daha az bir dereceye kadar aerosol emisyonlarındaki son düşüşlerin bir kombinasyonundan kaynaklandığı sonucuna varıyorlar (Berardelli, 2021).

3.2.1. Sera Gazı Emisyonunun Başlıca Kaynakları

CO₂ Emisyonu

Karbondioksit (CO₂), 300 ila 1000 yıl arasında atmosferde kalabilen, dünya'nın ısınmasına katkıda bulunan başlıca sera gazıdır. Karbondioksit, iki oksijen atomuna kovalent olarak çift bağlı bir karbon atomundan oluşan renksiz, kokusuz, yanmaz bir gazdır (Buis, 2019). Fosil yakıtların yanması, katı atık, odun, biyolojik malzemeler, kimyasal reaksiyonlar ve ormansızlaşma ile karbondioksit salınır (Amaral, 2019: 311-320). Atmosferdeki mevcut konsantrasyon yaklaşık 415 ppm arttı (UA, 2021).

CH₄ Emisyonu

Metan (CH₄), oksijen mevcudiyetinin az olduğu veya hiç olmadığı koşullarda üretilen potansiyel sera gazlarından biridir. Metan, dünya yüzeyini ısıtmada karbondioksitten 28 kat daha etkilidir ve yaklaşık 9-12 yıl atmosferde kalır. Metan, dört hidrojen atomuna bağlı bir karbon atomundan oluşan renksiz, kokusuz bir gazdır. Metan, fosil yakıtların yanması, sabit ve mobil yanma, kömür madenciliği, tarımsal faaliyetler, enterik fermentasyon, atık su arıtımı ve organik atık depolama alanlarının çürümesi sonucu yayılır (Chu, 2015). NOAA'nın Dünya Sistem Araştırma Laboratuvarı'nın Küresel İzleme Bölümüne göre, metan miktarı 1879ppm'dir (NOAA, 2021).

N₂O Emisyonu

Nitröz oksit (N₂O) renksiz, yanıcı olmayan, hafif metalik bir koku ve tada sahiptir. Nitröz oksit, gülme gazı veya nitröz olarak bilinir. Fosil yakıtların (kömür, petrol ve gaz) ve katı atıkların yanması, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler, nitrik asit, kaynak ve patlayıcı kullanımı, petrol ve metalin rafine edilmesi ve atık su ile azot oksit yayılır. Azot oksit atmosferde yaklaşık 114 yıl kalabilir ve ısıyı tutmada karbondioksitten 200 ila 300 kat daha etkilidir (EPA). Azot oksit bitkiler tarafından atmosferden uzaklaştırılabilir ve bitkiler tarafından kullanılabilen amonyak formlarına dönüştürülebilir (azot fiksasyonu) veya kimyasal reaksiyonlarla yok edilebilir. Azot oksit miktarı 334ppb olmuştur (GML, 2021).

SO₂ Emisyonu

Kükürt dioksit (SO₂), güçlü, boğucu bir kokuya sahip renksiz bir gazıdır (DHS, 2021). Kükürt dioksit, fosil yakıtların (kömür, petrol ve dizel) yanması, biyokütle, topraktaki organik maddelerin oksidasyonu, mineral cevherlerinin (alüminyum, demir, bakır, çinko ve kurşun) kokusu ve volkanik faaliyetler sonucu yayılır. Kükürt dioksitin atmosfere salınmasıyla “sülfat aerosolleri, partikül madde ve asit yağmuru” gibi ikincil kirleticiler oluşturur. Kükürt dioksit atmosferde yaklaşık olarak günler ile birkaç hafta arasında kalabilir (Temis, 2021). Atmosferik SO₂ emisyonları 10pmm gibi küçük miktarlardadır (UA, 2021).

H₂O Emisyonu

Su Buharı bir sera gazı olarak tanınmakta ve önemli bir sera gazıdır. Su buharı, yoğunlaşamayan sera gazları tarafından kontrol edilir ve artırılır ve dünya'nın sıcaklığına katkıda bulunur. Sıcaklığın yükselmesi, daha yüksek bağıl neme sahip olan ve atmosferde daha fazla su buharı oluşturan okyanuslar, nehirler, toprak ve rezervuarlar gibi yer depolarından daha fazla suyun buharlaşmasına katkıda bulunur. Daha yüksek su buharı konsantrasyonu göz önüne alındığında, dünya'dan yayılan daha fazla termal IR enerjisini emebilir ve böylece atmosferi ısıtabilir. Atmosferdeki su buharının yükselmesi, gelen güneş ışınımını yansıtmak için iklim sistemimizde olumlu bir geri besleme döngüsüne sahip olabilir (Watkins, Valley ve Alley, 2006) ve atmosferde birkaç gün kalabilir (UCAR). Su buharı, gezegendeki toplam sera

ısının yaklaşık %97'sini oluşturur ve atmosferin ortalama %0,4'ünü oluşturur (John, 2011).

CFC Emisyonu

Kloroflorokarbonlar (CFC'ler), zararlı Ultraviyole (UV) radyasyonu tutması açısından önemli olan ozon tabakasının delinmesine neden olan sera gazlarıdır (BCC, 2019). Kloroflorokarbonlar yanıcı olmayan, toksik olmayan kimyasallardır ve karbon, klor ve flor atomları içerir. CFC'ler aerosollerde, soğutucularda, çözücülerde ve köpük plastik yapımında kullanılır (Elkins, 1999: 78-80). CFC'ler atmosferde ortalama 20 ila 100 yıl arasında kalabilir (Elkins, 2010). CFC'lerin ve HCFC'lerin atmosfere konsantrasyonu yaklaşık 1106ppt arttı (UA, 2020).

HFC Emisyonu

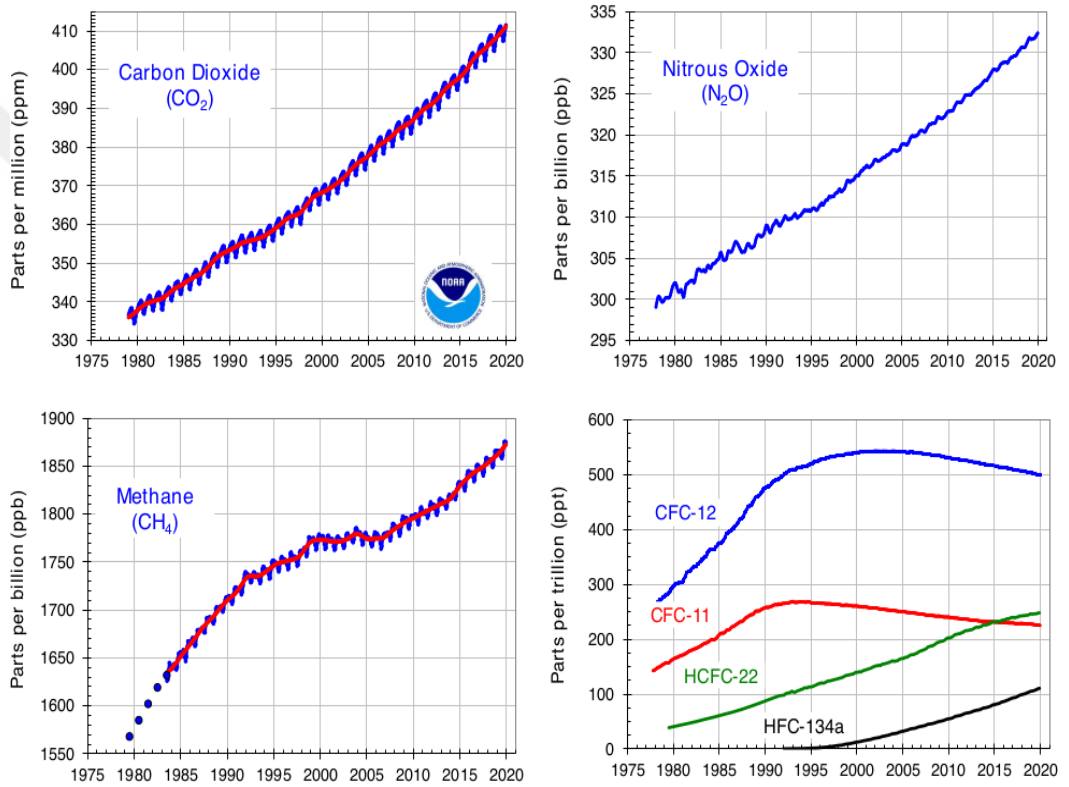
Hidroflorokarbonlar (HFC'ler) yanıcı olmayan, reaktif olmayan ve kimyasal olarak kararlı gazlardır. HFC'lerin çoğu kokusuz ve renksiz olabilir, ancak bazıları oda sıcaklığından dolayı sıvı olabilir. HFC'ler hidrojen, flor ve karbon atomları içerir. HFC'ler, ozon tabakası üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı halon ve CFC'lerin kullanımını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. HFC'ler öncelikle buzdolapları, klima üniteleri, mobil klima, polimer köpük üretimi, yangın söndürme maddeleri, solventler (plastik ve metal), astım tedavisi ve yarı iletken teknolojisi gibi çeşitli soğutma sistemlerinde kullanılır (Rogers, 2020). HCF'lerin atmosferdeki ömrü yaklaşık 29 yıldır ve atmosfere olan konsantrasyon yaklaşık 84 ppt arttı (UA, 2020).

O₃ Emisyonu

Ozon (O₃), üst atmosferde (stratosfer) ve alt atmosferde (troposfer) bulunur ve üç oksijen atomundan oluşur. Ozon, bir elektrik boşalmasıyla gaz oluştuğunda koku yapabilen zehirli, kararsız ve mavi bir gazdır (State, 2019). Üst atmosferde, canlı organizmaları koruyan UV radyasyonunun dünya yüzeyine ulaşmasını engellerken alt atmosferde insanlar ve ekosistem sağlığı için zararlı bir gaz ve hava kirleticisi, aynı zamanda kentsel sisin en büyük nedenidir. Stratosfer ozonu üzerindeki ana etkiler metan ve nitrojen oksittir. Fosil yakıtların, enerji santrallerinin, tarımın ve diğerlerinin üretiminin neden olduğu metan ve nitrojen oksidin azaltılmasıyla troposfer ozonundaki neden önlenebilir (CCAC, 2020). 1987'de Ozon Tabakasını İncelten

Maddelere İlişkin Montreal Protokolü ile bazı ülkelerde kısıtlanmış olan, ozon tabakasının delinmesine neden olan yukarıda bahsedilen CFC'lerin kullanımı göz önüne alındığında. Ozon tabakasının delinmesine neden olan CFC'lerin kullanımı nedeniyle NASA'ya göre, önümüzdeki yıllarda “Kuzey Yarımküre 2030'larda, Güney Yarımküre 2050'lerde ve kutup bölgeleri 2060'ta” geri kazanılması bekleniyor (Nunez, 2019). Atmosferdeki konsantrasyon yaklaşık 337 ppt arttı (UA, 2020).

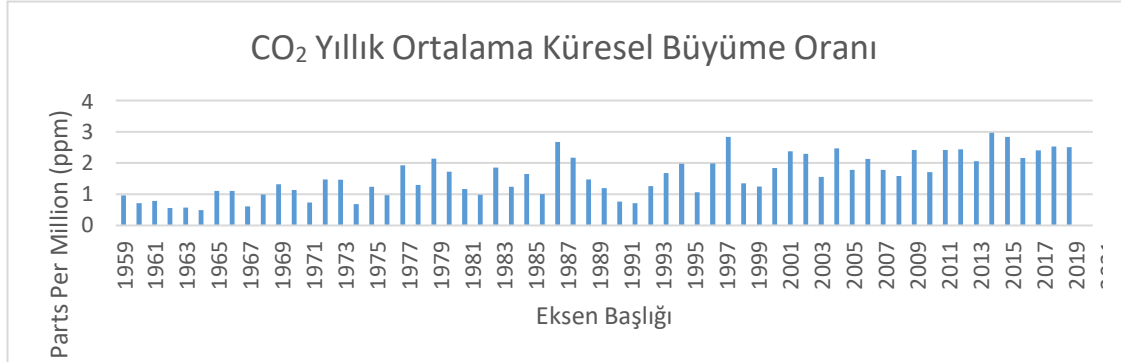
Grafik 47: 1975-2020 Yılları Arası Sera Gazı Emisyonlar'ın Konsantrasyonu



Kaynak: (NOAA YILLIK SERA GAZI ENDEKSİ (AGGI)).

Karbondioksit, metan, azot oksit, diklorodiflorometan (CFC-12) ve trikloroflorometan (CFC-11), doğrudan ısınımsal zorlamanın yaklaşık %96'sını oluşturur. Kalan ise, %4'e klorodiflorometan (HCFC-22) ve tetrafloroetan (HFC-134a) katkıda bulunmaktadır.

Grafik 48: 1959-2020 Yılları Arası CO₂ Yıllık Ortalama Küresel Büyüme Oranı

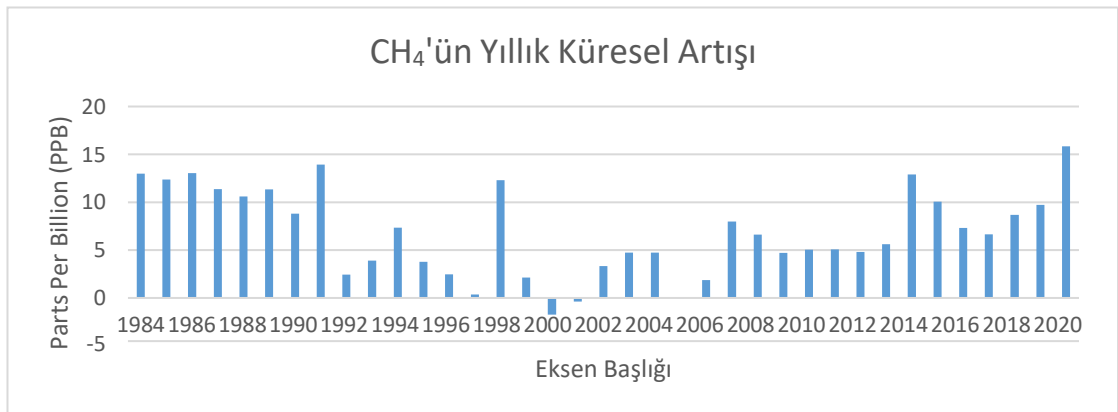


Kaynak: (NOAA YILLIK SERA GAZI ENDEKSİ (AGGI)).

Belirli bir yılda CO₂'nin yıllık ortalama büyüme hızı, o yılın Aralık sonu ile Ocak başı arasındaki konsantrasyon farkıdır. Yıl boyunca insan faaliyetleri ve doğal süreçlerle atmosfere eklenen ve atmosferden uzaklaştırılan tüm CO₂'nin toplamını temsil eder. Bir önceki yılın yıllık büyüme oranı için ilk tahmin bir önceki yılın Kasım ayına kadar olan veriler kullanılarak bir sonraki yılın Şubat ayında üretilir. Bu tahmin daha sonra Aralık ayına kadar olan veriler kullanılarak Mart ayında ve Ocak ayına kadar olan veriler kullanılarak Nisan ayında güncellenecektir. Küresel ortalama yıllık değişim 2019 yılına göre %0,07 ve %-0,07 düşüşle %0,1 oldu.

1980 öncesi yıllık büyüme oranı, Ballantyne ve diğerlerinde detaylandırıldığı gibi Mauna Loa ve Güney Kutbu kayıtlarının (Scripps Oşinografi Enstitüsü tarafından 1974'ten önce ölçüldüğü üzere) ortalamasından hesaplanmıştır (SIO, 2012)

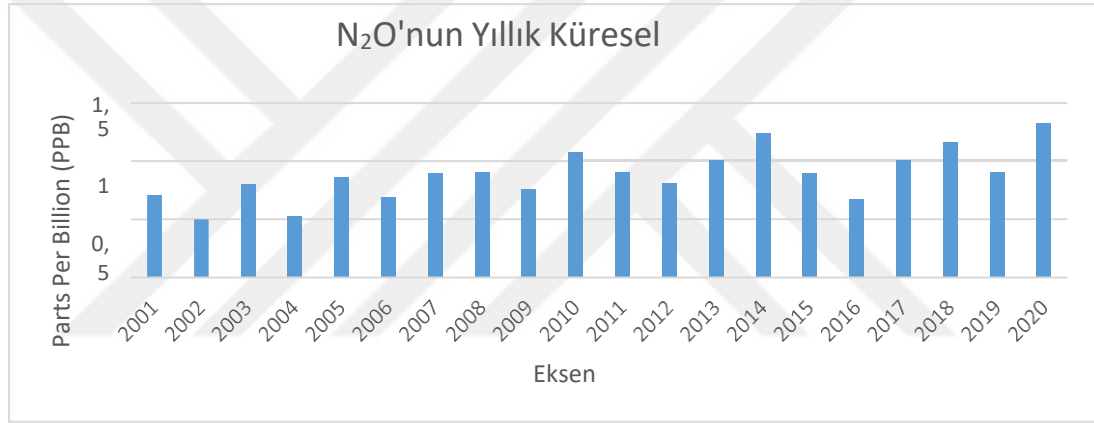
Grafik 49: 1984-2020 Yılları Arası CH₄'ün Yıllık Küresel Artışı



Kaynak: (NOAA YILLIK SERA GAZI ENDEKSİ (AGGI)).

Belirli bir yılda atmosferik CH₄'teki yıllık artış mevsimsel döngü kaldırıldıktan sonra o yılın 1 Ocak'ından gelecek yılın 1 Ocak'ına kadar olan artıştır. İnsan faaliyetleri ve doğal süreçlerle yıl boyunca atmosfere eklenen ve atmosferden uzaklaştırılan tüm CH₄'ün toplamını temsil eder. Belirli bir yılın yıllık artışına ilişkin ilk ön tahminimiz, önceki yılın mevcut verileri kullanılarak bir sonraki yılın Nisan ayında rapor edilmektedir. Yıllık artışa ilişkin ilk Nisan tahmini analize daha fazla veri eklendikçe önemli ölçüde değişeceğini bilmek önemlidir. Küresel ortalama yıllık değişim %1 ve bir önceki yıla göre %63 daha fazladır. Ocak 2020'de (1873.4ppb), Ocak 2021'de (1893.4ppb) arttı.

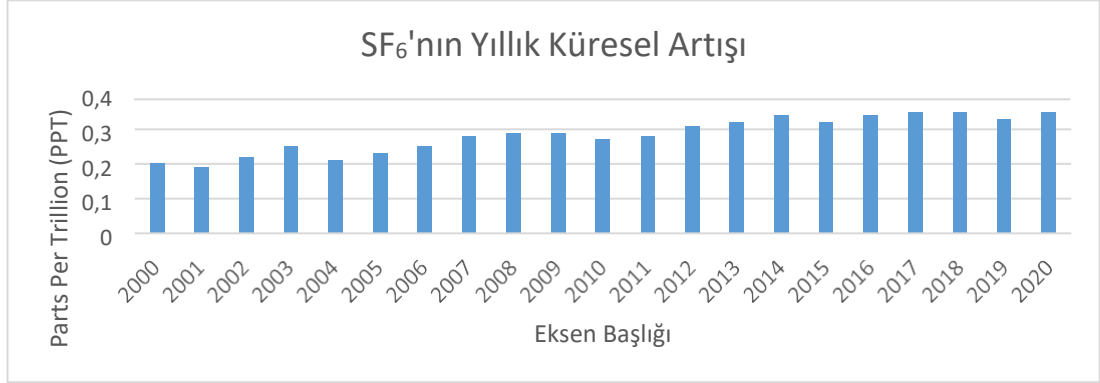
Grafik 50: 2001-2020 Yılları Arası N₂O'nun Yıllık Küresel Artışı



Kaynak: (NOAA YILLIK SERA GAZI ENDEKSİ (AGGI)).

Belirli bir yılda atmosferik N₂O'daki yıllık artış mevsimsel döngü kaldırıldıktan sonra o yılın 1 Ocak'ından sonraki yılın 1 Ocak'ına kadar bolluğundaki artıştır. Belirli bir yılın yıllık artışına ilişkin ilk ön tahmini önceki yıla ait mevcut veriler kullanılarak bir sonraki yılın Nisan ayında rapor edilmektedir. Yıllık artışa ilişkin ilk Nisan tahmini analize daha fazla veri eklendikçe önemli ölçüde değişeceğini bilmek önemlidir. N₂O için daha fazla numune ölçüldüğü ve analize dahil edildiği için bu tahmin sonraki aylarda güncellenecektir. Bir sonraki yılın sonbaharında, yıllık artışı tipik olarak "nihai" bir değere yakın sayacaktır. Ocak ayında 2020 (332.5ppb), Ocak 2021'de (333.ppb) olarak kaydedildi.

Grafik 51: 2000-2020 Yılları Arası SF₆'nın Yıllık Küresel Artışı



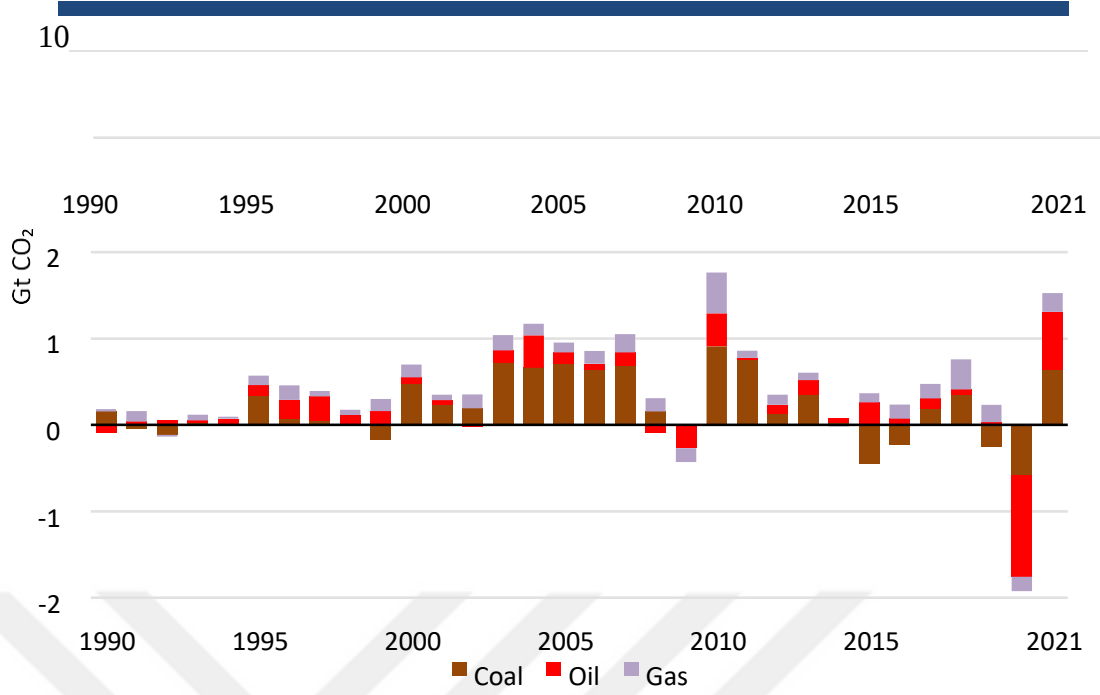
Kaynak: (NOAA YILLIK SERA GAZI ENDEKSİ (AGGI)).

Belirli bir yılda atmosferik SF₆'daki yıllık artış mevsimsel döngü kaldırıldıktan sonra o yılın 1 Ocak'ından gelecek yılın 1 Ocak'ına kadar bolluğundaki (mol kesri) artıştır. Yıl boyunca insan faaliyetleri tarafından atmosfere eklenen tüm SF₆'nın toplamını temsil eder (kayıplar ihmal edilebilir düzeydedir). Belirli bir yılın yıllık artışına ilişkin ilk ön tahmini önceki yıla ait mevcut veriler kullanılarak bir sonraki yılın Nisan ayında rapor edilmektedir. Yıllık artışa ilişkin ilk Nisan tahmini analize daha fazla veri eklendikçe önemli ölçüde değişeceğini bilmek önemlidir. Bu tahmin, SF₆ için daha fazla numune ölçüldüğü ve analize dahil edildiği için sonraki aylarda güncellenecektir. Bir sonraki yılın sonbaharında, yıllık artış tipik olarak "nihai" bir değere yakınsayacaktır. Ocak 2020'de miktar (10.12 ppt), Ocak 2021'de (10.47 ppt) idi.

3.2.2. Enerji Yakma ve Kullanım Yoluyla CO₂ Salımı

Grafik 52: Küresel enerji ile ilgili CO₂ emisyonları, 1990-2021 ve yakıtla CO₂ emisyonlarındaki değişim, 1990-2021.





Kaynak: (IEA, 2021).

2020'de Covid-19 pandemisi nedeniyle küresel CO₂ emisyonları 2009'daki düşüşün ardından küresel mali krizden daha fazla %5.8 (neredeyse 2Gt) azaldı. Düşüşe rağmen CO₂ emisyonları 31,5 Gt'de kaldı ve atmosferdeki en yüksek ortalamaya (412,5 ppm) ulaştı. 2021'de küresel enerjiyle ilgili CO₂ emisyonları artıyor ve 2019 zirvesinin %4,8 (1,500Mt CO₂) veya 400Mt CO₂ (%1,2) altında büyümesi bekleniyor.

IEA veri istatistiğine göre, küresel enerji ile ilgili CO₂ emisyonlarının 2021'de bir artışla bile seviyelerin 2019 seviyelerinin altında kalacağı tahmin ediliyor. Petrolün tam olarak geri kazanılması, küresel CO₂ emisyonlarını 2019 seviyelerinin üzerinde %1,5 oranında artıracağı ancak petrol (-500Mt CO₂), uluslararası havacılık (200 Mt CO₂), karayolu taşımacılığı ve yurtiçi havacılık (350 Mt CO₂) fakat 2019 seviyelerin altında olacağı tahmin edilmiştir. Kömürün 2021'de küresel CO₂ emisyonlarında yaklaşık 40 Mt CO₂ (2019 seviyelerin %0,4 üzerine) artması bekleniyordu. Doğal gazın yanmasından kaynaklanan CO₂ emisyonları 2021'de 215 Mt CO₂ artacağını tahmin edilmişti (7.35 Gt) küresel CO₂ emisyonlarının %22'si.

Gelişmekte olan ülkeler küresel CO₂ emisyonlarının üçte ikisinden fazlasını oluştururken, gelişmiş ekonomiler 2021'de %4 oranında (2000'den beri 1.8 Gt CO₂) toparlanmaya rağmen düşüş göstermişti. Çin -500 Mt CO₂ (2019 seviyelerin %6

üzerine) ve yenilenebilir kaynakların büyümesine rağmen kömür kullanımındaki artış olmuştur. Hindistan -200 Mt CO₂ (2019 seviyelerin %1,4 üzerine). Amerika Birleşik Devletleri -200Mt CO₂ (2019 seviyelerin altında %5.6 ve 2005 seviyelerin altında %21). Avrupa Birliği -80 Mt CO₂ (2020'deki düşüşün yalnızca üçte birini tersine çeviri) (IEA, 2021). Enerji sektörün CO₂ emisyonları 2020'de 2015'e göre yaklaşık %2 daha yükselmişti. Fosil yakıtlardan üretilen elektrik; Çin (%54), Hindistan (%57), Endonezya (%37), Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri (-10%) oluşturmuyordu (Jones, 2021).

3.3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİ

Tablo 14: İklim Değişikliğinin Etkileri

Etki:	Sebebi:	Beyan:
Şiddetli Hava	Kuraklık	“Meteorolojik kuraklık” olarak tanımlanan belirli bir süre yağış eksikliği yaşayan bölgelerde kuraklık meydana gelir. Meteorolojik kuraklık, ciddi bir hidrolojik dengesizliğe ve 'tarımsal kuraklık' olarak tanımlanan ekin ve yem gelişimini destekleyen yüzey toprağında nem eksikliğine neden olur. Yağış eksikliğinin yanı sıra, artan buharlaşma, rüzgar hızı ve buhar basıncı açığı da kuraklığı veya kuruluğu etkileyebilir. Kuraklığın toplum üzerinde su eksikliği, arazinin sürdürülemezliği, ormanların ve menzil yangınlarının artması, göç, yoksulluk, işsizlik veya düşük gelir, insan ve hayvanlar için tehditler ve kirlenici konsantrasyonlarında artış gibi ciddi olumsuz etkileri olabilir. Çevrenin etkileri, su eksikliği, orman, mahsul ve toprak verimliliğinin azalması (çölleşme ve toprak bozulması), bulutun azalması ve sıcaklığın artması ve habitat tahribatı olarak görülmektedir. Bu arada, refah üzerindeki temel etkiler, ekonomik büyüme-üretimde azalma, gıda fiyatlarında artış, gıda ve enerji kıtlığı, hayvan satışlarının azalması, işsizlikte artış, düşük gelirli-sermayesiz ve finansal kredilerdeki artış olarak tahmin ediliyor (FAO). Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre kuraklığın sağlık, ekonomi, enerji, tarım ve çevre üzerine ciddi etkileri olabilir. Her yıl yaklaşık 55 milyon insan kuraklıktan etkileniyor. 2030 yılına kadar 700 milyon insanın kuraklık riski altında olacağı tahmin ediliyor (WHO). Kuraklık derecesine göre en yaygın ülkeler Afganistan, Ürdün, Pakistan, İran, Avustralya, Çin, Filipinler, Etiyopya'dır.
Sel		Taşkınlar, suyun karaya taşmasıdır. Nehir, ani, kentsel, kıyı, kanalizasyon, çok yönlü ve buzul gölü taşkın taşkınları gibi farklı taşkın türlerini içerir. Sellerin başlıca nedenleri şiddetli yağışlar, kar ve buzların erimesi, baraj veya setlerin yıkılması ve karaya gelen okyanus dalgalarıdır (fırtına kabarması). Seller, fiziksel ve zihinsel sağlık, can kaybı ve yoksulluk, geçim kaynağı kaybı, barınma kaybı, göç üzerinde ciddi bir etkiye sahip olabilir ve bazı bölgelerde selin türüne bağlı olarak orijinal durumuna dönmesi yıllar alır. Sellerin neden olabileceği en yaygın ülkeler arasında Hindistan, Bangladeş, Pakistan, Çin, Vietnam, Endonezya, Mısır, Myanmar, Afganistan, Endonezya, Tayland, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Irak ve Kamboçya yer alıyor (Dünya Kaynakları Enstitüsü, 2015). Bu arada, yukarıda da açıklandığı gibi ekonomik büyüme-üretimdeki azalma, gıda fiyatlarındaki artış, gıda ve enerji kıtlığı, canlı hayvan satışı ve satışı, işsizliğin artması, düşük gelir-hayır ile ekonominin doğrudan ve dolaylı etkileri olabilir. sermaye ve finansal kredilerde artış. Ayrıca, seller tarım alanlarını sular altında bırakabilir ve mahsul hasadının, meraların, hayvanların, bitki büyümesinin azalmasına ve

taşkınlardan kaynaklanan tortuların birikmesine neden olabilir, topraktaki azot, fosfor, silikon ve potasyum seviyesini artırabilir.

Erozyon

Rüzgar Erozyonu (hafif-güçlü); "Rüzgar erozyonu, toprak parçacıklarının rüzgar tarafından ayrılması, taşınması ve yeniden yerleştirilmesidir."

Su Erozyonu; yoğun yağış veya sel ile toprak, kaya veya çözünmüş malzeme yerkabuğunda bir yerden başka bir yere taşınır.

Buzul Erozyonu; "İki ana erozyon türüdür:

Aşınma - buzul yokuş aşağı hareket ederken, buzulun tabanında ve kenarlarında donmuş kayalar alttaki kayayı sıyrır. Yolma - kayalar buzulun dibine ve yanlarına doğru donar".

Kıyı erozyonu; Fırtına dalgalanmaları, yüksek dalgalar, tropikal ve ekstrapropikal siklonlar ve antisiklonlar nedeniyle deniz seviyelerinin yükselmesiyle oluşur. Bu kıyı alanlarında etkiler, kıyı şeridi eğimi, jeomorfolojik ve ekosistem özellikleri tarafından yansıtılır.

Erozyonun en bilinen sonucu, toprağın ürün üretme kabiliyetini azaltan, çiftçileri, insan sağlığını ve ekonomik kayıpları etkileyen üst toprak ve besin maddelerinin kaybıdır.

Okyanus dalgaları Dalgalar etkisi altındadır ve yüzey rüzgarlarına bağlıdır en önemli ve etkili rüzgarlar arasında El Niño ve La Niña paternleridir. El Niño ve La Niña sadece okyanus sıcaklıklarını etkilemekle kalmaz, aynı zamanda kıyı şeridinin aşınmasına, kıyı boyunca kum ve tortu birikmesine neden olarak da etki edebilir ve bu da döngünün hangi ve ne zaman gerçekleştiğine bağlı olarak neden olabilir El Nino (Pasifik Okyanusu'nda meydana gelir ve ekvator'dan gelen ılık yüzey suyunun Doğuya, Orta ve Güney Amerika'ya doğru hareket etmesine neden olabilir) ve La Niña (Güney ve Orta Amerika'da ve Amerika Birleşik Devletleri'nde normalden daha fazla yağmura neden olabilir).

Kum / Toz Fırtınaları

Kum ve Toz Fırtınaları, dünyanın birçok yerinde meydana gelebilecek kuvvetli rüzgarlardan kaynaklanır. Kum ve toz fırtınaları, organik maddeyi ve besin açısından zengin en hafif parçacıkları uzaklaştıran kuru arazilerden toprak kaybına neden olabilir ve genç mahsul bitkilerine ciddi şekilde zarar verebilir, erozyon kabiliyetini artırabilir ve ekonomik kayıplara neden olabilir. Ayrıca alerji, astım, kardiyovasküler veya kalp hastalığı gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Kum ve toz fırtınaları, çöl kapsama dağılımları, "yağış ve toprak nemi" tarafından nispeten kontrol edilebilir (IPCC). Kum ve toz fırtınaları Orta Doğu, Kuzey Afrika, Asya (Çin) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygındır.

Deniz Seviyesi Yükselmesi

Aşırı Deniz Seviyeleri, okyanusların ısınması, buzulların ve buz tabakalarının erimesi ve karada depolanan su miktarındaki değişikliklerle oluşur. Aşırı deniz seviyesi yükselmeleri tsunamilere, tropikal veya ekstrapropikal siklonlara neden olabilir. Aşırı deniz seviyelerinin kıyı habitatları ve bitkiler, balıklar ve kuşlar için habitat kaybı üzerinde etkileri vardır ve erozyona, sulak alan taşkınlarına, akifere ve tarımsal toprağın tuzla kirlenmesine neden olabilir. Bilim adamlarına göre, deniz seviyelerinin 2050 yılına kadar 30 cm (34 cm) ve 2100 yılına kadar 69 cm (111 cm) yükselmesi bekleniyor. Son istatistiklere göre, deniz seviyesinin yükselmesinden en fazla etkilenen ülkeler Çin, Bangladeş, Hindistan, Vietnam, Endonezya, Filipinler, Japonya, Avrupa ve Hollanda (Buchholz, 2020).

Okyanus

Mercan Ağartma

Resifi Tom Goreau ve Rod Fujita'ya göre, okyanus türlerinin %25'inden fazlasına ev sahipliği yapan ve okyanus türlerinin sadece %1'ini kaplayan mercanların sürekli olarak neslinin tükenmekte olan sıcaklıkların yükselmesi veya düşmesi nedeniyle gözlenen kitlesel mercan ağartma olaylarının olduğuna dikkat çekti (Rachel Ross, 2019). Ayrıca mercan, düşük gelgitler, kirlilik veya aşırı güneş ışığı nedeniyle ağartılabilir. Mercanların ağartılması, büyüme hızının ve üreme kapasitesinin azalması, hastalıklara yatkınlığı ve ölüm oranını artırır (Rod Fujita, 2018), ve fırtınaların, sel baskınlarının ve

erozyonun korunması üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilir (NOAA, 2019).

Sulak Alanların Kaybı Sulak alanlar, bataklıklar, misketler, turbalıklar, çukurlar gibi birçok isimle bilinir. Doğal bitki örtüsünün, istilacı ve yerli olmayan türlerin ortadan kaldırılması veya arazilerin yok edilmesiyle tehdit edilen sulak alan kaybı, vahşi yaşam habitatına, su kalitesine ve arzına zarar verebilecek, sel baskınlarını, kıyı şeridi erozyonunu, kıyı fırtınalarını, türlerin yok olmasını ve ekonomik durumu artırabilecek ciddi sonuçlara yol açtı. Son 100 yılda, sulak alanların %50'si zarar gördü (Fujita, 2018).

Okyanus Asitlenmesi Okyanuslar, fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan atmosfere gönderilen CO₂'nin yaklaşık üçte birini emebilir. Bu nedenle, suyun pH'ı düşer ve okyanus asitlenmesine katkıda bulunur. Günümüzde ortalama okyanus pH'ı 8.1 civarındadır (NOAA, 2020). Daha yüksek asitlik okyanus türlerine (kalsiyum karbonat parçalanarak iskeletlerini ve kabuklarını oluşturabilir) ve mercan resiflerine (resif yapısını oluşturmak için kalsiyum karbonat oluşumuna da bağlıdır) zarar verebilir (Fujita, 2018). Okyanus asitlenmesi, okyanustan atmosfere akan kükürt miktarını azaltır, güneş radyasyonunun boşluklara geri yansımalarını azaltır ve ısınmayı artırmada olumlu bir geri besleme döngüsüne sahiptir.

Etkilenen en savunmasız yerler Arktik ve Antarktika'daki kutup okyanuslarıdır (Pidcock, 2015).

Buzul Kaybı Buzullar, Jeomorfoloji ve Jeoloji, Antarktika ve Grönland'da bulunmaktadır. Tektonik levhaların kenarlarında yer alan kriyosfer ve çarpma dağlarındaki değişim ile heyelan, çığ, sel, moloz akıntıları gibi hareketler meydana gelir. Kütle ve buz tabakasının erimesindeki buzul kaybı, sıcaklıkların yükselmesiyle tetiklenir ve eriyen su, okyanuslarda sonlanan akarsulara ve nehirlere akar, bu da aynı zamanda deniz seviyesinin yükselmesine ve gelen suların emilmesi nedeniyle daha fazla ısınmaya katkıda bulunur, ve güneş radyasyonu ve ısıyı atmosfere bırakır. Bütün bunlar sel, kıyı erozyonu, kıyı fırtınaları, habitat tahribatına getirebilir.

Permafrost Yüksek Enlem Değişiklikleri Permafrost dahil, Antarktika'nın Arktik, Arktik altı, buzsuz bölgelerinde ve Kuzey Yarımküre'de 23 milyon km² (kilometrekare) alanı kaplayan yüksek dağlık bölgelerde yer almaktadır. Bu bölgelerin erimesi ve çözülmesi ile termokarstı meydana getirir. Permafrost'un çözülmesiyle karbondioksit ve metan atmosfere salınır ve içeride bulunan bakteriler salınarak virüsleri toprağa ve buza yayar. Ayrıca zeminin dengesiz hale gelmesi, kaya ve heyelanlara, taşkınlarla ve altyapıya ciddi şekilde neden olabilecek kıyı erozyonuna neden olur.

Permafrost, Sibirya, Grönland, Kanada, Alaska, ve Doğu Avrupa'nın Arktik bölgelerinde bulunur.

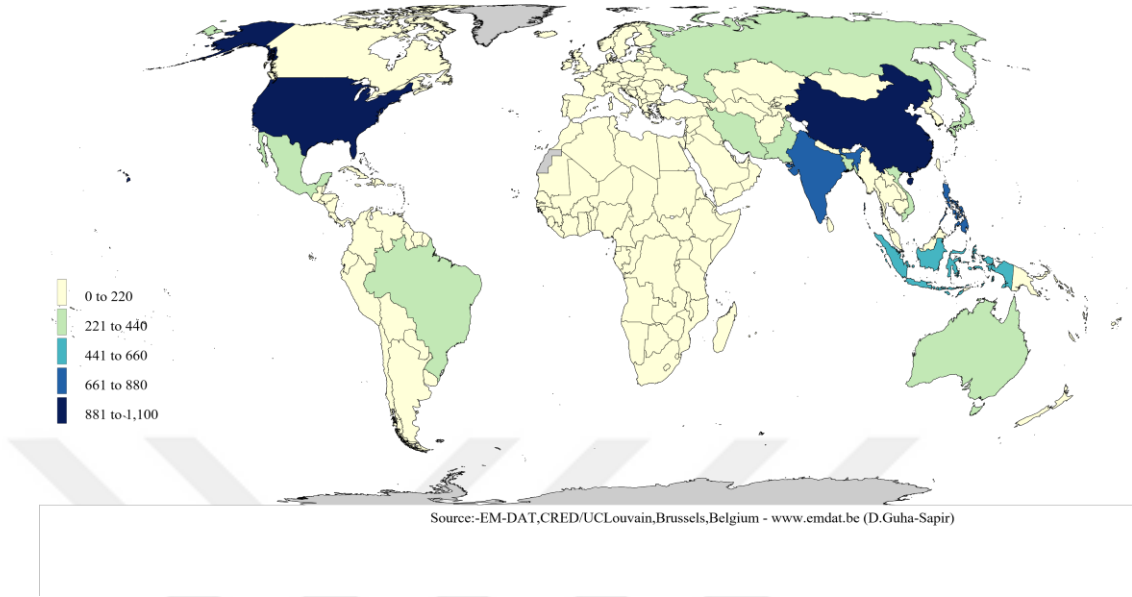
Kutup Bölgesi Ortalama hava sıcaklıklarının son 100 yılda yaklaşık 5°C arttığı kutup bölgeleri ve Kuzey Kutbu üzerindeki etkiler görünmüştü. Verilere göre, önümüzdeki birkaç on yıl içinde Kuzey Kutbu'nda hiçbir yaz deniz örtüsü kalmadığı tahmin ediliyor. Bu sadece bu alanla ilgili habitatları ve türleri değil, tüm kuzey yarımküre'yi etkileyecektir. "Batı Antarktika Yarımadası'nın bazı kısımları, dünyadaki en hızlı ısınan yerler arasındadır. Küçük ölçekli erimenin bile küresel deniz seviyesinin yükselmesi üzerinde önemli etkileri olması muhtemeldir".

Tatlı Su Kaynakları Sıcaklıkların yükselmesi ve buzulların erimesi nedeniyle tatlı su ekosistemleri üzerindeki etkiler ortaya çıkıyor". Himalaya buzulları, Yangtze, Sarı, Ganj, Mekong, ve İndus gibi büyük Asya nehirlerini beslemektedir. Bir milyardan fazla insan içme suyu, sanitasyon, tarım ve hidroelektrik enerji için bu buzullara güveniyor. Nehirler ve göller insanlara ve hayvanlara içme suyu sağlar ve tarım ve sanayi için yaşamsal kaynaklardır. Dünyanın dört bir yanındaki tatlı su ortamları, drenaj, tarama, set oluşturma, kirlilik, çıkarma, siltlenme ve istilacı türlerin neden olduğu aşırı baskı altında." Bu arada, dünya suyunun yaklaşık %3'ü tatlıdır, dünya'nın tatlı suyunun yaklaşık %2,5'i mevcut değildir (buzullarda, kutup buzullarında, atmosferde ve toprakta kilitlidir) ve dünya suyunun yalnızca %0,5'i kullanılabilir tatlı sudur

	(USBR, 2020). İnsanlar, hidroelektrik barajların veya sulama projelerinin inşası yoluyla tatlı su kaynaklarının yok edilmesinden ve bu arada habitatlara zarar veren tarımsal, endüstriyel veya evsel amaçlarla su çekilmesinden doğrudan sorumludur. Su sıkıntısı tehdidi altındaki en savunmasız ülkeler Libya, Batı Sahra, Yemen, Cibuti ve Ürdün'dür (Seametrics, 2020). Bu arada Etiyopya, Somali, Angola, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Çad, Nijer ve Mozambik temel su hizmetlerinden yoksundur (WVI, 2020).
Orman	Ormanlar üzerindeki etkiler, istilacı alanlar, orman yangınları, böcek salgınları ve fırtınalar gibi orman rahatsızlıklarının sıklığını ve yoğunluğunu değiştirebilen sıcaklık artışıyla tetiklenir. Bu rahatsızlıklar ağaç dağılımını değiştirebilir, orman üretkenliğini azaltabilir ve biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olabilir (NSW EPA, 2020). Yarı Arktık boreal ormanlarının, kuzeye kademeli olarak yeniden eğitim veren ağaç çizgilerinden etkilenmesi bekleniyor. Bu arada, Amazon gibi tropik ormanlarda, ılımlı bir iklim değişikliği bile yüksek biyoçeşitlilik düzeylerinin yok olmasına ve orman kayıplarına neden olabilir. FAO'ya göre Nijerya, yalnızca beş yıl içinde birincil ormanlarının neredeyse yarısından fazlasını kaybetti. Bu arada, Rusya, Brezilya, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Endonezya, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Bolivya, Çin Statista'ya göre son zamanlarda ağaç örtüsü kaybının zirvesindedir (Jeganhoman, 2021).
Ormansızlaşma	Ormansızlaşma, tarımsal genişleme, odun çıkarma ve altyapıdan neden olmuş (NASA, 2020). Ormansızlaşma veya ölen ağaçlar üzerindeki etkiler, yerel türler ve topluluklar için bir tehdittir. Bilindiği gibi ağaçlar karbondioksiti depolar, ağaçların azalmasıyla atmosfere karbondioksit salınacak ve sıcaklıklar yükselecektir. Ormansızlaşma, toprak erozyonu, sel, mahsul azalması ve biyolojik çeşitlilik kayıpları yaygınlaşacaktır (Cook, 2018). Ormansızlaşma, sıtma ve dang humması ve diğer enfeksiyon hastalıkları gibi ciddi sağlık sonuçları doğuruyor (climate.org). Ormansızlaşmadan en fazla etkilenen bölgeler Güney Amerika (Brezilya), Orta Afrika (Kongo), Güneydoğu Asya (Endonezya) ve Doğu Avrupa olarak kaydedildi.
Piyasa Dışı	Piyasa dışı etkiler, rahatlığı, yaşanabilirliği, insan sağlığını, hayvan refahını, eğlenceyi, markayı tehdit edebilir (Confalonieri vd., 2017).
Piyasa	Pazar sektörleri tarım, hayvancılık, ormancılık, balıkçı endüstrileri, tatlı su kaynakları, altyapı, inşaat, çevresel mal ve hizmetler, onarım işleri, acil durum, çöp toplama, enerji, ulaşım, turizm, sigorta, rekreasyon, spor ve diğer endüstriyel işleri içerir (UNFCCC, 2019).

3.3.1. Küresel Doğal ve Teknolojik Afetler

Harita 1: 1900-2021 Yılları Arası Doğal Afetlerin Küresel Olayları

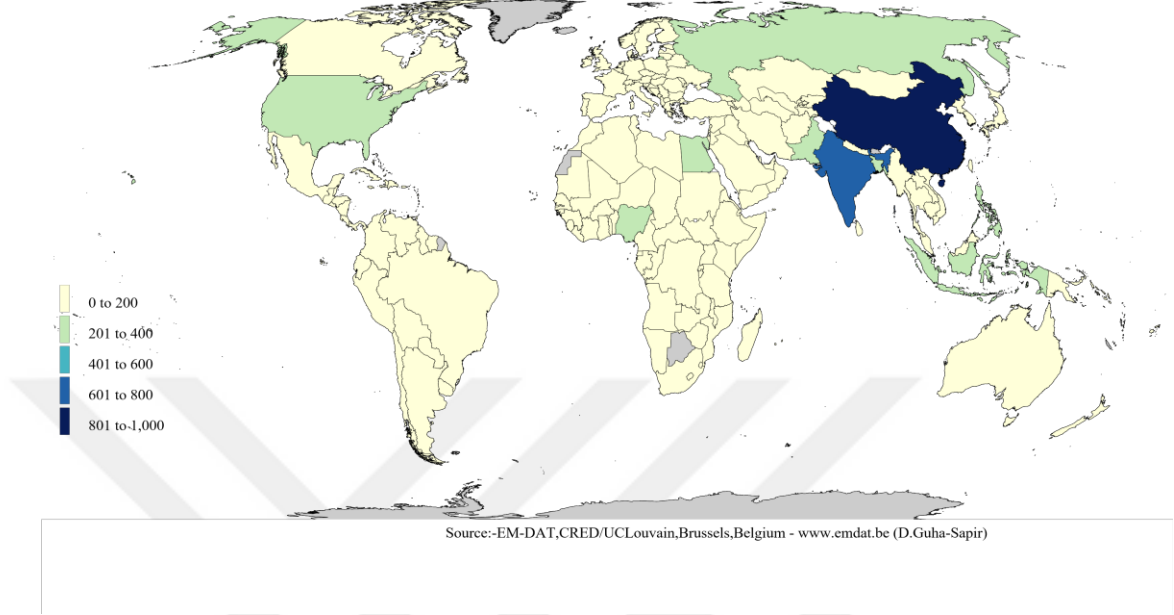


Kaynak: (EM-DAT, CRED/UCLouvain, Brüksel, Belçika (D. Guha-Sapir)).

1900 ile 2021 yılları arasında gösterilen grafiğe göre en büyük doğal afetler aşağıdaki ülkelerde görülmüştür; Amerika Birleşik Devletleri (1.064); Çin (971); Hindistan (740); Filipinler (663); Endonezya (568); Japonya (372); Bangladeş (354); Meksika (285); Brezilya (248); İran (248). 21. Yüzyılda en büyük doğal afetler, Çin'de görülürken (597); Amerika Birleşik Devletleri (502); Hindistan (359); Filipinler (330); Endonezya (329); Vietnam (162); Japonya (154); Afganistan (149); Meksika (140); ve Bangladeş (137) takip etmektedir. Bu arada son üç yıldaki verilere göre; Endonezya (60); Amerika Birleşik Devletleri (50); Filipin (32); Çin (31); Hindistan (26); Vietnam (21); Pakistan (20); Brezilya (19); Fransa (18); ve Japonya'da (17) görülmüştür. Geçen yıl 2021'de en büyük doğal afetler Endonezya'da kaydedildi (12,0); Peru (6,0); Amerika Birleşik Devletleri (6,0); Avustralya (5,0); Filipinler (5,0); Bolivya (4,0); Brezilya (4,0); Arjantin (3,0); Kolombiya (3,0); ve Japonya (3,0). 1900-2021 yılları arasında en büyük ölüm verileri Çin'de kaydedilmiştir (12.521.435); Hindistan (9.131,720); Rusya Federasyonu (3.918.758); Bangladeş (2.993.964); Etiyopya (416,530); Haiti (250,014); Endonezya (242,822); Japonya (239,329); Uganda (205.068); ve Nijer (195.721), Birleşik Devletler'de toplam tahmini hasar (1.692.039.929.000\$) Çin (789.138.298,000\$); Japonya (726.300.220.000\$); İtalya (209.124.378,000\$); Hindistan (184.963.279.000\$); Avustralya (104.066,320.000\$);

Almanya (97.163.139.000\$); Şili (81.516.843,000\$); Porto Riko (79.304.059.000\$); ve Meksika (76.141.714,000\$).

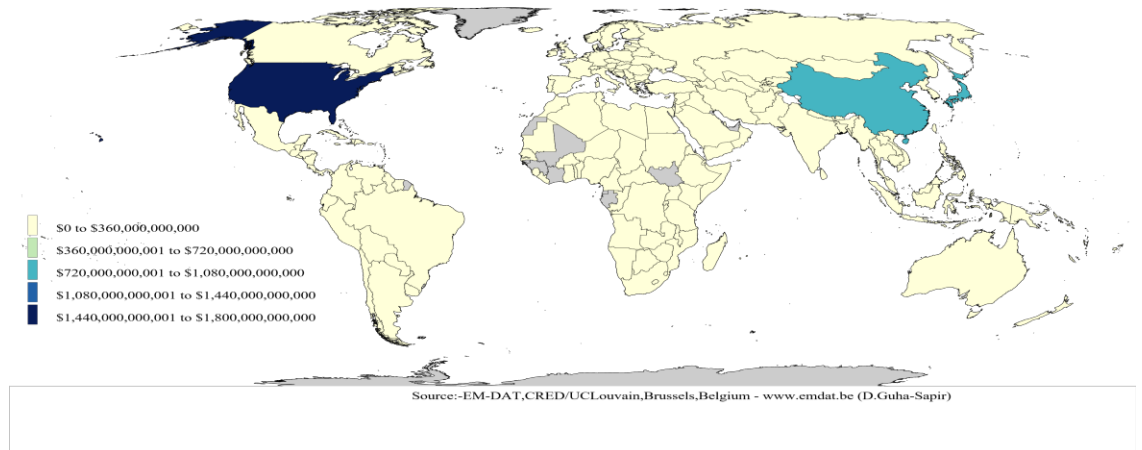
Harita 2: 1900-2021 Yılları Arası Teknolojik Felaketlerin Küresel Olayları



Kaynak: (EM-DAT, CRED/UCLouvain, Brüksel, Belçika (D. Guha-Sapir)).

Veritabanına göre, 1900-2021 yılları arasında teknolojik felaketlerden kaynaklanan en büyük olaylar kaydedildi: Çin (963); Hindistan (782); Nijerya (357); Amerika Birleşik Devletleri (355); Rusya (287); Endonezya (246); Pakistan (236); Filipinler (234); Bangladeş (212); ve Mısır (204).

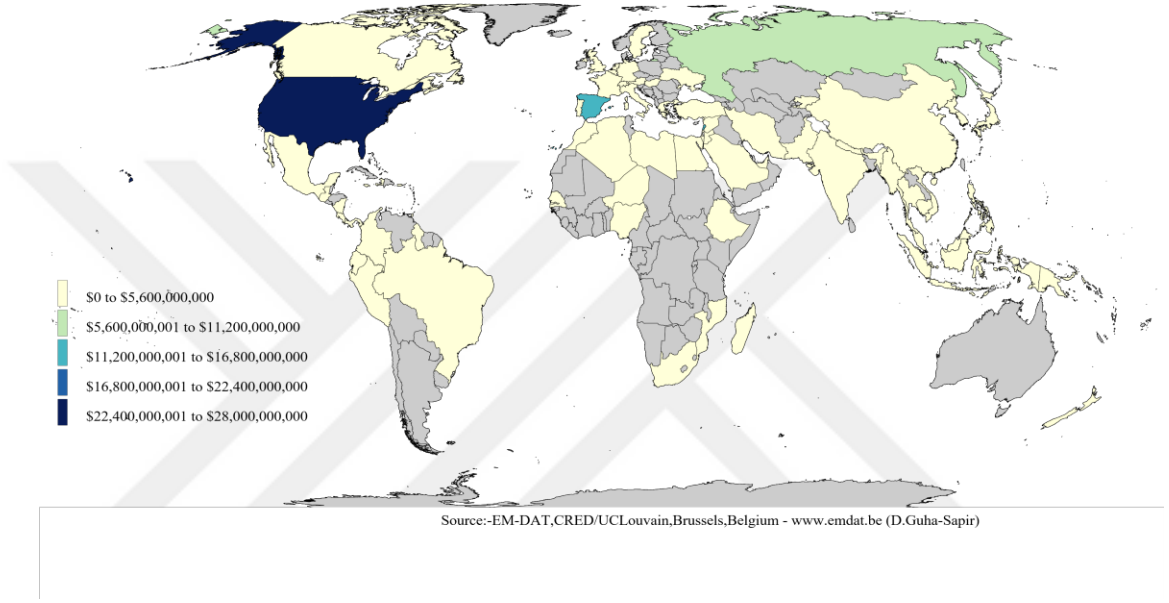
Harita 3: 1900-2021 Yılları Arası Doğal Afetlerden Toplam Tahmini Hasar (ABD Doları)



Kaynak: (EM-DAT, CRED/UCLouvain, Brüksel, Belçika (D. Guha-Sapir)).

1900-2021 yılları arasında tahmini toplam hasarlar şu şekilde kaydedildi: Amerika Birleşik Devletleri (27.185.340.000\$); Lübnan (15.000.000.000\$); İspanya (14.508.990.000\$); Rusya (8.123.220.000\$); Meksika (3.492.257.000\$); Türkiye (3.214.712.000\$); Birleşik Krallık ve Kuzey İrlanda (3.012.950.000\$); Cezayir (1.082.816.000\$); Almanya (1.071.227.000\$); ve Ukrayna (1.069.029.000\$).

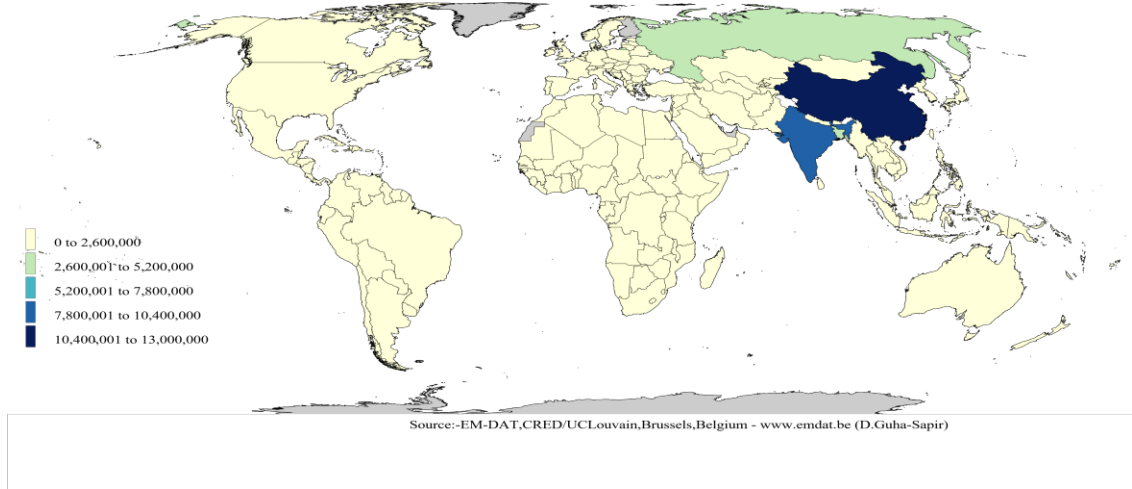
Harita 4: 1900-2021 Yılları Arası Teknolojik Afetlerden Kaynaklanan Toplam Tahmini Hasar (ABD Doları)



Kaynak: (EM-DAT, CRED/UCLouvain, Brüksel, Belçika (D. Guha-Sapir)).

1900-2021 yılları arasında teknolojik afetlerin toplam tahmini zararları: Amerika Birleşik Devletleri (27.185.340.000\$); Lübnan (15,000,000,000\$); İspanya (14.508.990.000\$); Rusya (8.123.220.000\$); Meksika (3.492.257.000\$); Türkiye (3.214.712.000\$); Birleşik Krallık ve Kuzey İrlanda (3.012.950.000\$); Cezayir (1.082.816.000\$); Almanya (1.071.227.000\$); ve Ukrayna (1.069.029.000\$).

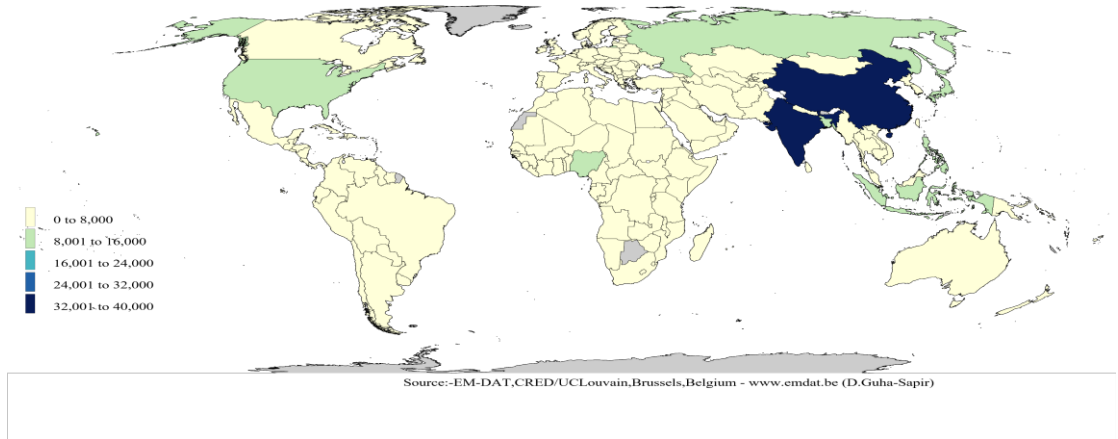
Harita 5: 1900-2021 Yılları Arası Doğal Afetlerden Toplam Ölüm



Kaynak: (EM-DAT, CRED/UCLouvain, Brüksel, Belçika (D. Guha-Sapir)).

20. ve 21. Yüzyılda doğal afetler nedeniyle toplam ölümlerin en fazla olduğu ülkeler: Çin (39.137); Hindistan (35.464); Bangladeş (15,961); Nijerya (15,251); Amerika Birleşik Devletleri (15,193); Endonezya (11.967); Filipinler (11,677); Rusya (11.104); Japonya (10,931); ve Pakistan (7,982).

Harita 6: 1900-2021 Yılları Arası Teknolojik Afetlerden Kaynaklanan Toplam Ölüm



Kaynak: (EM-DAT, CRED/UCLouvain, Brüksel, Belçika (D. Guha-Sapir)).

Verilere göre, 1900-2021 yılları arasında teknolojik felaketten kaynaklanan toplam ölümlerin en büyük can kaybının, Çin'de (39,137) olduğunu tahmin ediliyor; Hindistan (35.464); Bangladeş (15,961); Nijerya (15,251); Amerika Birleşik Devletleri (15,193); Endonezya (11.967); Filipinler (11,67); Rusya (11.104); Japonya (10,931); ve Pakistan (7,982).

3.4. İklim Değişikliği Azaltma ve Uyum

İklim politikasının hafifletilmesi ve uyarlanması ilk ilkesi, her ülke tarafından bölgesel değil küresel bir sorun olarak anlaşılması ve hareket edilmesidir. Azaltma, iklim değişikliğinin olası etkileriyle mücadele etmeyi ve en aza indirmeyi ifade ederken, uyum, ekosistemimiz ve insanlar üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasını ifade eder. İklim değişikliğinin hafifletilmesi ve adaptasyonu için, ülkenin ekonomik durumu kadar, vatandaşlar arasında azaltım ve uyum konusundaki farkındalık ve tepki önemlidir.

3.4.1. İklim Değişikliğini Azaltma Stratejileri

İklim değişikliğiyle mücadelede temel stratejiler;

- karbon yakalama ve depolama (CCS) yoluyla atmosferdeki GHG emisyon konsantrasyonunun azaltılması ve fosil yakıtın azaltılması,
- yenilenebilir enerji kullanımı,
- enerji verimliliği ve yeşil altyapı,
- su ve atık yönetimi,
- birleşik ısı ve güç (CHP), verimli elektrikli cihazlar ve gün ışığı yönetim sistemi,
- bina ve bina hava koşullarına karşı koruma sağlamak,
- arazi ve ormanların akıllı ve sürdürülebilir kullanımı,
- akıllı ve sürdürülebilir ulaşım,
- yakıtı kömürden gaza çevirmek,
- metan bazlı yakıt,
- karbon yakalama ve depolama (BECSS) ile hibrit elektrikli araçlar, biyoyakıtlar ve biyo-enerji.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (UNFCCC) 2. maddesine göre;

"Bu Sözleşmenin ve Taraflar Konferansının kabul edebileceği ilgili herhangi bir yasal belgenin nihai amacı, Sözleşmenin ilgili hükümlerine uygun olarak, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının tehlikeli antropojenik müdahaleyi önleyecek bir seviyede dengelenmesini sağlamaktır. iklim sistemi ile Ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal olarak uyum sağlamasına, gıda üretiminin tehdit altında olmamasına ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde ilerlemesini sağlamaya yetecek bir zaman dilimi içinde böyle bir düzeye ulaşılmalıdır" (IPCC, 2014).

3.4.2. İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri

İklim değişikliğine uyum için temel stratejiler, iklim değişikliği zorluklarına uyum sağlamak ve iklim değişikliğinin etkilerini önlemek için uygun önlemleri almak;

- su (fayda ve kalite) ve atık yönetim sistemi,
- kuraklığa dayanıklı ürünlerin ağaçlandırılması ve geliştirilmesi,
- arazi ve kıyı arazi gelişiminin korunması (taşkın ovası, 'yumuşak' ve 'sert' kıyı şeridi bakımının kullanılması),
- enerji verimliliği ve yeşil altyapı (yağmur suyu yönetimi, mavi çatı, genişletilmiş, sulak alanlar, geçirgen kaplama, yeraltı depolama sistemi),
- mühür oluşturma ve hava koşullarına karşı koruma,
- habitat türlerini ve peyzajların koridorlarla bağlantısını korumak ve çoğaltmak,
- halk sağlığı programları (EPA, 2021).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ NEDİR?

Enerji verimliliği artık kamuoyunda önemli bir politika hedefi olarak yer almaktadır. Genel olarak, enerji verimliliği, bir üretim sırasında enerjinin en maliyet etkin şekilde kullanılması, böylece enerji ısrafını en aza indirilmesi ve birincil enerji kaynaklarının toplam tüketiminin azaltılması anlamına gelir.

Enerji verimliliği tanımı:

Bir sürecinin faydalı çıktısı

Bir prosese enerji girişi

Enerji verimliliğinin faydaları: finansal-ekonomik, sosyal ve çevresel. Ulusal düzeyde, bir ülkenin bağımlılığını azaltabilir, kaynaklarının ve rezervlerinin ömrünü uzatabilir, kirliliğin ve sera gazı emisyonlarının azaltabilir, fiyatları düşürülebilir gibi. Enerji verimliliği: malzeme kullanımı-ekipmanın daha iyi yönetilmesi, kazanların, tankların ve boru hatlarının geliştirilmiş tasarımı ve daha iyi yalıtımı, güç santral bakımının iyileştirilmesi, trafo yükseltmesi-iletim ve dağıtım kayıplarını azaltabilir ve enerji verimliliği sağlanabilir (Patterson, 1996: 377-379; Module, 12: 4-14).

4.1. TÜRKİYE

Türkiye'nin nüfusu her geçen gün artmaktadır, aynı şekilde öne çıkması gereken veya çözülmesi gereken sorunlar da artmaktadır. TÜİK'in paylaştığı olduğu verilere göre, Türkiye'nin nüfusu 84.680.273'dir. Bir önceki yıla göre %12,7 oranında bir artış gösterdi. Verilere göre, en fazla nüfusa sahip olan İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Antalya olarak sıralanmıştır (TÜİK, 2021).

Demografi	Türkiye	Dönem
Nüfus	84.680.273 (TÜİK, 2021)	2021 (Kas)
Sivil İş Gücü	50.5% (TÜİK, 2021)	2020 (Eyl)
Ekonomi	Türkiye	Dönem
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	719.92 milyar U.S. (Statista, gsyih)	2020
İmalat Sektörü	2263328.30 TRY (TÜİK)	2021 (Q2)
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla		

Kişi Başına Kişisel Gelir	8,610.03 U.S. (Statista)	2020
Kat Edilen Araç Milleri	301 milyar 555 milyon km (TÜİK, 2021)	2021 (May)
Çiftliklerdeki Arazi	49.12 % (TÜİK, 2018)	2018
İklim	Türkiye	Dönem
Ortalama Sıcaklık	29.4°C (84.9°F) to 36.1°C (97°F)	2020
	Güneydoğu bölgesi/birkaç derece daha yüksek	
	Kara Deniz/15.6°C (60.1°F) to 26.7°C (80.1°F)	
	Doğu Anadolu/30°C (-22°F) to -40°C (-40°F). (Hava Atlası)	
Yağış	465.5 mililitre (Bianet,2021)	2021

Dünya'da insanların bir yerden bir yere göç etmelerinin sebebi istihdam-gelir, eğitim, sağlık, sosyal ve yaşam kalitesinin daha yüksek olabilmesi inancıydı. İnsanların kırsal kesimleri terk etmelerinin sebepleri, işsizlik, koşullarının yetersizliği, yoksunluk, güvensizlik veya diğer doğal ve siyasi sebepler olarak sıralayabiliriz. Türkiye’de iç göç, kırdan kente ve kentten kente geçiş 1950’den sonra hızlı ve denetimsiz bir şekilde başlamıştır. (Kılıçaslan, 2018) TÜİK'in verilere göre, 2020 yılında il ve ilçe kısımlarında yaşayan nüfusun oranı %93'e artarak, belde ve köy kısımlarda ise %7 düşüş gösterdi (TÜİK, 2021).

Türkiye’de ilk olarak akıllı şehir kavramı ve akıllı şehir bileşenlerine ilişkin politikalara Onuncu Kalkınma Planı'nda 2014-2018 dönemde yer verilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı'nın kurulması ile Akıllı Şehirler konusu Türkiye’de kurumsal bir yapı ve politika sahipliği kazanmış bulunmaktadır (Beyaz Bülteni, 2019). Bu dönemden önce 2000’li yıllarda Türkiye’nin birkaç büyükşehirlerde akıllı şehir uygulamaları mevcuttur. Akıllı şehirlere yönelik, budönemin içerisinde ve gelecek döneme, aşağıdaki strateji ve eylemlere yer verilmiştir.

Tablo 15: Akıllı Şehirlerde Strateji ve Eylemler.

Konu	Yayımlanan Tarih	Izlenecek Adımlar
2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı	24.2.2015	Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı büyüme ve istihdam odağında ve sekiz ana eksenle hazırlanmıştır: 1) Bilgi Teknolojileri Sektörü 2) Genişbant Altyapısı ve Sektörel Rekabet 3) Nitelikli İnsan Kaynağı ve İstihdam 4) Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Topluma Nüfuzu 5) Bilgi Güvenliği ve Kullanıcı Güveni 6) Bilgi ve İletişim Teknolojileri Destekli Yenilikçi Çözümler 7) İnternet Girişimciliği ve e-Ticaret 8) Kamu Hizmetlerinde Kullanıcı Odaklılık ve Etkinlik (BTDB, 2015).
2016-2019 Ulusal e-Devlet Stratejisi ve Eylem Planı	19.7.2016	1) e-Devlet Ekosisteminin Etkinliğinin ve Sürdürülebilirliğinin Sağlanması 2) Altyapı ve İdari Hizmetlere Yönelik Ortak Sistemlerin Hayata Geçirilmesi 3) Kamu Hizmetlerinde e-Dönüşümün Sağlanması 4) Kullanım, Katılım ve Şeffaflığın Artırılması (Haberleşme Genel Müdürlüğü – e-Devlet Hizmetleri Dairesi Başkanlığı, 2016).

2016-2019 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planı	23.11.201	1) Ulusal kritik altyapı envanterinin oluşturması 2) Siber güvenlik alanında denetim yaklaşımını da içeren uluslararası standartlara uygun mevzuatın oluşturulması 3) Kamu kurumları, özel sektör, STK'lar (Sivil Toplum Kuruluşu), denetleyici kurumlar, üniversiteler, geliştirici firmalar ve tüm diğer paydaşların katılım ve koordinasyon hedefi ile ulusal siber güvenlik eko-sisteminin oluşturulması 4) Bilişim sistemlerinin kritik noktalarında kullanılan, yerli veya yabancı donanım ve yazılım ürünlerinin içerdikleri açıklıkların kötüye kullanılmasına engel olmak üzere açıklık analizi ve sertifikasyon çalışmalarının yapılması 5) Siber güvenlikte dışa bağımlılığı azaltmak için Ar-Ge faaliyetlerine önem verilerek yerli ürünlerin geliştirilmesi 6) Tehdit unsurlarının saldırı yapmadan önce bertaraf edilmesi için ulusal proaktif siber savunma yeteneğinin geliştirilmesi (T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Habelleşme Bakanlığı,2016)
2019-2022 Ulusal Akıllı Kentler Stratejisi ve Eylem Planı 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı	9.5.2018	1) Etkin Akıllı Şehir Ekosistemi Oluşturmak 2) Akıllı Şehir Dönüşüm Kapasitesi Artırılmak 3) Akıllı Şehir Dönüşümünde Kolaylaştırıcı ve Yönlendirici Ortam Oluşturulmak 4) Şehircilik Hizmetlerinde Akıllı Şehir Dönüşümü Sağlamak (Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı, 2019).
2010-2023 KENTGES Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı	4.5.2009	1) Mekânsal Planlama Sisteminin Yeniden Yapılandırılması, 2) Yerleşmelerin Mekân ve Yaşam Kalitesinin Artırılması, 3) Yerleşmelerin Ekonomik ve Toplumsal Yapılarının Güçlendirilmesidir (KENTLEŞME ŞURASI, 2009).

2017-2023 Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ve Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve Eylem Planı	2.1.2018	Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda, enerji, ulaştırma, bina ve hizmetler, sanayi ve teknoloji, ve diğer sektörleri ilgilendiren kapsamaktadır. 1) Enerji verimliliğinin artırılması 2) Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması 3) Sürdürülebilir çevre yapıların yaygınlaştırılması 4) Elektrik üretim, iletim ve dağıtımında verimliliği artırmak 5) Enerji kayıplarını ve zararlı çevre emisyonlarını azaltmak 6) Birincil enerji tüketiminin bu dönem arasında %14 oranında azaltmasını hedefleniyor 7) Kümülatif olarak 2023'e kadar 23,9 MTEP tasarruf sağlanmasını hedefleniyor (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018).
--	----------	--

4.1.1. Türkiye | Akıllı Şehir Kapsamında Çalışmalar ve Uygulamalar

Yukarıda bahsedildiği gibi akıllı şehir örnek uygulamaları 2000'li yıllarında akıllı şehir kavramı kalkınma planında ele alınmadan önce uygulanmıştır. Türkiye'nin akıllı şehir kapsamında bir kaç büyükşehir örnek uygulamalarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

4.1.1.1. İstanbul

İstanbul tarih boyunca ileri teknolojiden faydalanmaya çalışan bir şehirdir. İstanbul'da akıllı şehir projeleri hazırlamak için tüm saygıdeğer paydaş kuruluşlar, vatandaşlar ve teknolojiye odaklanmaktadır. İstanbul Akıllı Şehir çalışmaları “Mobilite, Çevre, Enerji, Yönetişim, Ekonomi, Yaşam, İnsan ve Güvenlik” üzerine sürdürmeye hedef olarak almıştır. Stratejileri geliştirilmesi ve değerlendirilmesi adına “Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Organizasyon ve İnsan Kaynakları, Finans” ağırlık vermektedir. İstanbul'un akıllı şehir vizyonunda kısa (2019), orta (2023) ve uzun (2029 ve sonrası) vadeli stratejiler ve amaçlar oluşturulmuştur. (Bülteni, 2019).

Tablo 16: İstanbul'da akıllı şehir kapsamında yapılmış olan projeler,

Kategori:			Website:
Akıllı Yönetişim	Beyaz Masa (İBB Halkla İlişkiler Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir)	-şikayet, istek, ve görüşlerini iletebilecekleri bir belediye birimidir.	(https://cozummerkezi.ibb.istanbul/application/cozummerkezi)
	Zemin İstanbul	-Şehir/Kent Bilimi tematik alanını çerçevesinde Çevre, Enerji, Ulaşım ve Sosyal İnovasyon gibi konularla girişimcileri çekmeyi, İstanbul halkına özellikle gençlere akıllı şehir anlayışını getirmeyi hedeflemektedir, -yerel yönetimler, vatandaş işbirliği.	(https://zeministanbul.ist/tr/)
Akıllı Çevre	Çevre Kontrol Merkezi	Takip, denetim ve yönetim, -hafriyat, -atıklar (belediye, tıbbi, endüstriyel, deniz, ve benzeri), -kaçak döküm önlemek -trafik (kaza önlenmesi, yakıt ve zaman tasarrufu) -çevre kirliliği GPS'den alınan verileri GSM/GPRS üzerinden merkeze iletilmektedir.	(http://istac.ssplab.com/tr/temiz-istanbul/kent-temizligi/cevre-kontrol-merkezi)
	Hava Kalitesi İzleme Merkezi (1995 yılında, 2 mobil hava kalitesi ölçüm aracı ile başlamıştır).	-internet sayfasından veya İBB CepHava uygulamadan 7/24 izlenebilmektedir -hava kalitesinin yanında, çevre kirliliği (hava, su, ve toprak) verilerine erişilebilir.	(http://www.havakalitesi.istanbul/)
	Akıllı Geri Dönüşüm Konteyneri (İSBAK A.Ş.)	-çevre kirliliği engellemek, -konteyner; 0,5 ile 1,5 litre aralığındaki pet şişeleri ve 200 ila 500 mililitre aralığındaki metal kutuları görüntü işleme algoritması ve barkod okuma sistemi ile tanıyabilmektedir.	

	Akıllı Mobil Atık Aktarma Otomatı	-kağıt, metal, ve plastik atıkların geri dönüşüm, -İstanbulkarta'a kredi olarak yüklencektir.	(https://www.uzakrota.com/bunu-yapan-istanbulkarta-kredi-kazanabilecek/)
Akıllı Ulaşım	Ulaşım Yönetim Merkezi	-teknolojilerden yararlanarak 7/24 trafiği izlenmek ve kontrol edilir -web site, mesaj ve mobil uygulamalar üzerine bilgilendirmede kullanılmaktadır.	https://ibbulasimyonetimmerkezi.business.site/?utm_source=gmb&utm_medium=referral
	Trafik Sinyalizasyon Sistemleri	-sensörlerden alınan verilere göre ayarlanmaktadır.	https://uym.ibb.gov.tr/hizmetler/sinyalizasyon
	Adaptif Trafik Yönetim Sistemi - ATAK	-trafik akışını hızlandıran, optimize eden, ve gerçek zamanlı, -gecikmelerin (%20), emisyonların (%18), yakıt tüketiminin (%15) azalması.	
	iTaksi Yönetim Sistemi		https://ispark.istanbul/projeler/taksi-duraklari-ve-cagri-merkezi/
	IoT Taksi Şapkası	-renk değiştirme / müsaitlik durumuna göre, -sensörler aracılığıyla (sıcaklık, nem, gürültü, accelerometer, gyro, ve hava kalitesi) 7/24 kontrol, ve tahrip olmuş yolları tespit edilebilir.	
	İstanbul Yeni Havalımanı	-yer radarları, 60 metrede sabit kamera, 360 metrede PTZ kameralar, 720 metrede termal kameralar, ve fiber optik sensörler, -plaka ve yüz tanıma altyapı kurulmuştur.	https://www.istairport.com/en
	İstanbul EDS Kontrol Merkezi	- Kırmızı Işık, Emniyet Şeridi, Ortalama Hız, Park, Tramvay Yolu, Ters Yön, Yaya Yolu, Ofset Tarama, Taralı Alan ve Mobil İhlal Tespit Sistemi.	
	Mobil EDS	Park İhlali, Duraklama İhlali, Emniyet Şeridi İhlali, Hız İhlali Tespitleri ve Olay Yönetimi gibi pek çok uygulamayı gerçekleştirebilmektedir.	

	“İBB CepTrafik” Mobil Uygulaması ve Trafik Yoğunluk Haritası Web Sayfası	-doğru zaman bilgilendirmek, -trafik yoğunluğu, kaza, otopark, hava durumu, ortalama hız, ve diğer yol durumları kontrol edebilmek -yol ağı üzerinde trafik kameralarını izleyebilmek.	https://uym.ibb.gov.tr/hizmetler/ibb-cep-trafik
	İBB Yol Gösteren		https://uym.ibb.gov.tr/kurumsal/haberler-ve-duyurular/ibb-yolgosteren-1
	Akıllı Park Yönetimi	-müsait park bulabilme fırsatı, -İstanbulkart, kredi kartı, ve nakit ödeme imkanı, -mesaj, trafik yoğunluk haritası, web sayfası, İbb CepTrafik,İBB Yol Gösteren Mobil Uygulamalarından, parkların doluluk oranları kontrol edebilir.	
Akıllı Teknoloji	Başakşehir Living Lab (Avrupa Birliği ENoLL (Avrupa Yaşayan Laboratuvarlar Ağı) organizasyonu tarafından onaylanmıştır.	-inovasyon ve girişimcilik.	https://basaksehir-livinglab.com/BLL/anasayfa/
	Hayal Kart	-kodlama (çocuklar için) -proje yapabilme imkanı	

4.1.1.2. Kocaeli

Kocaeli, akıllı şehir kavramını 2010 yılında düzenlenmiş olan “Kocaeli İli Akıllı Kent Uygulamaları, Kamu Bilişim Politikaları” başlıklı toplantıda ilk kez ele alınmıştır. Akıllı şehir doğrultusunda ilk başlatılmış olan projenin adı KOBIS ve 2014 yılında gerçekleştirilmiştir. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, Hafriyat Şube Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş olan “Hafriyat Yönetimi Bilgi Sistemi Programı” büyük sayıda araçların takip edebilme imkanı sağlamaktadır. Bunun sayesinde Uluslararası Altın Kentler Derneği tarafından 2016 yılında “en iyi akıllı kent teknolojisi” kategorisinde ödüllendirilmiştir (KBB, 2016).

Tablo 17: Kocaeli'de akıllı şehir kapsamında yapılmış olan projeler,

Kategori:			Website:
Akıllı Yönetişim	Kocaeli Yönetim	-üst yöneticilerinin verilere mobil erişim imkanı (personel bilgileri, teşkilat şeması ve mali bilgiler), -tüm birimler tarafından kent genelinde yapılan proje ve faaliyetlere ulaşabilme imkanı.	https://akillisehirkocaeli.com/projeler-detay?id=74
	E-Belediye	Belediye ile ilgili işlemler: -borç sorgulama ve ödeme, -yapılan tahsilatları görüntüleme, -ilan reklam beyan verme, -çözüm masası başvurusu ve başvuru takibi, -EBYS ile entegre elektronik dilekçe gönderimi.	https://ebelediye.kocaeli.bel.tr/
	Kocaeli Şehir Rehberi	-adres, kadastro, yapı, vergi dairesi, okul, nüfus, nöbetçi eczaneler bilgileri, AYKOME kazı çalışmaları, jeolojik Zemin bilgileri, trafik yoğunluğu gibi kartografik ve hibrit uydu görüntüler üzerinde ölçü alma işlemleri gerçekleştirilmektedir.	https://rehber.kocaeli.bel.tr/
	Büyükşehir 153	-vatandaşların en kısa şekilde, bürokrasiyi ortadan kaldırarak hizmet veren bir platformdur.	https://www.buyuksehir153.com/
	Sosyal Doku	-belediye tarafından yapılan hizmetler (sosyal yardımlar, evde bakım hizmeti, barınma merkezi, annelere süt yardımı) erişimi kolaylaştıran çalışmadır.	https://sosyaldoku.kocaeli.bel.tr/sosyaldoku/ui/
	E-Anket Sistemi	-kurum içi ve kurum dışı paydaş anketleri, -sms yoluyla vatandaş anketleri, -kolay raporlama.	https://www.buyuksehir153.com/
	Çek-İlet	-vatandaşların şikayet, video, resim, ve konum bilgilerin iletebildikleri bir mobil uygulamasıdır.	https://www.buyuksehir153.com/

	Elektronik Belge Yönetim Sistemi	-online sayıştay denetimi (e-denetim), -e-devlet entegrasyonu, -meclis kararları, -encümen kararları, -ödeme emir belgeleri, -ihale dökümanları, -hakedisler (firmalar dahil).	https://ebys.kocaeli.bel.tr/
	Mezarlık Bilgi ve Yönlendirme Sistemi		https://mezarlik.kocaeli.bel.tr/
Akıllı İnsan	E-Kütüphane	-25.000 elektronik kitaba 7/24 saat ulaşabilme imkanı (üyelik hesap).	http://kutuphane.kocaeli.bel.tr/yordambt/yordam.php
	Trafik Oyunu	-özellikle çocuklar için tasarlanmış olan, bu şekilde trafik kurallarını eğlenerek öğrenebilmeleridir.	
Akıllı Mekan Yönetimi	Mekansal Adres Kayıt Sistemi (İçişleri Bakanlığı NVİ Genel Müdürlüğü tarafından 2012 yılında başlatılan MAKS Projesine entegre bir şekilde çalışmalar yürütülmektedir).	Adres bilgilerinin konumsal karşılıklarının MAKS'ta oluşturulması ile vatandaşlara adres, yapı belgeleri, DASK vb kapsamlarda hizmet sunulmaktadır.	https://kbbmaks.kocaeli.bel.tr/
Akıllı Çevre	Mobil Çevre Denetim Sistemi	- atık su üreten firmaların atık sularını deşarj noktasında denetimlerini mobil olarak yapmaktadır.	
	Kocaeli Atık Su Transfer Sistemi (KATİS)	-evsel veya endüstriyel atık su taşıyan bütün araçların sistem sayesinde online takip edebilmektedir.	

	İçme suyu SCADA Sistemi	- (Ph, klor, bulanıklık) merkezden izlenebilme ve kontrol sağlanmaktadır, -sisteminde, 20 içme suyu deposu, 106 içme suyu terfi merkezi, 11 içme suyu arıtma tesisi, 8 ishale hattı kontrol noktası, 2 içme suyu göleti olmak üzere toplamda 333 noktada online içme suyu denetimi yapılmaktadır.	https://www.isu.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=253
	Hafriyat Yönetim Bilgi Sistemi	-insan ve çevre sağlığı açısından denetim ve yönetim yapılmaktadır.	https://hybs.kocaeli.bel.tr/HYS/#/signin
Akıllı Ulaşım	Toplu Ulaşım Bilgi Sistemi	-vapur, otobüs, tramvay very setleri entegrasyonu ve yapılacak seyahatlerde yürüme mesafesi / en az sayıda aktarma / en hızlı ulaşım tercihleri için planlanabilir hale getirilip tahmini seyahat süresi ve ücret bilgisi hizmetleri sunulması amaçlanmıştır. (Tüm veri setlerinde hat, durak, güzergah ve sefer bilgileri için GTFS verisi oluşturularak paylaşılmaktadır.)	https://tubs.kocaeli.bel.tr/
	E-Komobil	-en yakın durak (otobüs, tramway, vapor-hareket saatleri), durak ve araç kum bilgileri, güzergah, son bakiye bilgileri, vs.sağlamaktadır.	https://e-komobil.com/index.php
	Kocaeli Bisikletli Ulaşım Sistemi (KO BİS)	-74 istasyon, 864 akıllı park ünitesi, ve 520 akıllı bisiklet ile hizmet verilmektedir.	
	Akıllı Otopark	-boş-dolu oranı, -otopark ücretini yol tarifi – mobil uygulama üzerine kontrol edilebilir.	
	Kocaeli Doğa Turizmi Parkurları	- 106 adet, 2517 kilometrelik parkurlar mevcuttur, -“Kocaeli Yürüyüş Parkurları” mobil uygulamasına entegre edilmiştir.	
	UKOME Yönetim Bilgi Sistemi	-görevleri yerine getirirken-başvuru süreci, -yönetim, sorgulama, analiz yapabilme imkanı sağlayan web/mobil altyapısına sahip harita tabanlı bir yönetim bilgi sistemidir.	
Akıllı Altyapı	Fiber Optik Altyapı	-kocaeli il genelinde 1800 km fiber iletişim altyapısı mevcuttur.	

	Muhtar Aktif Platformu	-kayıt, özlük,ve iletişim bilgilerini sık sık güncellenmektedir.	
Akıllı Ekonomi	Tıbbi ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği	Kandira ilçesi 35 mahallesinde 1.200 dönüm arazide 100 çiftçiye 2.000.000 adet biberiye fidesi desteği verilmiştir.	
	Komek Sepeti E-Ticaret Sitesi	ürettiklerinin ürünleri satmaktır.	

4.1.1.3. Ankara

Ankara Türkiye'nin ikinci en kalabalık ilidir. Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk yıllarından bu yana ekonomisi tarım amaçlı kullanılmakta ve özellikle ticaret ve sanayiye dayanmaktadır. Ankara 'Akıllı Şehircilik' planını insan başta olmak üzere ekonomik, çevre ve sosyal hedefleri de göz önünde bulundurmaktadır (Bülteni, 2019).

Tablo 18: Ankara'da akıllı şehir kapsamında projeler,

Kategori:			Website:
Akıllı Yönetişim	Ankara Büyükşehir Belediyesi Mobil Uygulaması	-Adres bilgilerinin konumsal karşılıklarının MAKS'ta oluşturulması ile vatandaşlara adres, yapı belgeleri, DASK vb kapsamlarda hizmet sunulmaktadır.	https://baskentmobil.ankara.bel.tr/
	MEBİS (Mezarlık Bilgi Sistemi Mobil Uygulaması)	-bilgilere ulaşabilme imkanı.	https://mebis.ankara.bel.tr/
Akıllı Çevre	Akıllı Su Yönetim Sistemleri	-arızaya anında müdahale, -susuzluk riski önleme, -kaçak suyun azaltması.	https://www.hurriyet.com.tr/yerel-haberler/ankara/askiden-akilli-yonetim-sistemi-40747011
Akıllı Ulaşım	Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri	-EGO Cepte, otobüs hatları ile ilgili erişebilme imkanı, bakiye yükleme ve sorgulama, araçların marka, plaka, model, hız, kod, konum, dolu-boş durumu kontrol edilebilir.	

	Akıllı Ulaşım Sistemleri	- 100 adet trafik bilgilendirme ekranı mevcuttur, - web site, mobil uygulamalar üzerine takip edebilme, - çevre kirliliği ve yakıt tüketiminin azalmasını yardımcı olur.	
	Şehir ve Trafik Kameraları	-20 parkta kamera sistemi, -360 kamera ile şehir trafiği izleyebilme imkanı, -web site üzerine kontrol edebilme.	
	Harikalar Diyarı Akıllı Park Projesi	- akıllı Video Sistemi, Akıllı Operasyon Merkezi Takip Sistemi ve LTE Telsiz Bildirim Sistemi yer almaktadır. - hırsızlık, çocuk kaçırma, şüpheli paket, kayıp eşya, şüpheli şahıs-tespit etmek.	
Akıllı Altyapı	Ankara Telsiz Haberleşme Sistemi	-4G ve LTE	
	ANSAGA – Ankara Sabit GNSS Ağı	- bu uygulama ile İmar ve Şehircilik alanında önemli olan geometric very üretme ve düeltme işlemleri yapılmaktadır.	

4.1.1.4. Konya

Konya yüz ölçümü bakımından Türkiye'nin en büyük ve yedinci en kalabalık şehridir. Konya, ticaret ve sanayiye dayanmaktadır. Konya'nın özellikle de kültürel, tarihsel, ve en eski yerleşim olarak öne çıkmaktadır. Akıllı şehir kavramını, şehir sorunlarını çözmek ve hizmetleri teknolojiyi kullanarak daha verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır. Konya ulaşım kapsamında başarıyla göstermekte ve her türlü bankacılık kartlarını toplu taşımada kullandıran dünyada ilk şehirdir. Bunun yanında Türkiye'de ilk olarak 2,2 km uzunluğunda katanersiz tramvay sistemi kullanılmaktadır (Bülteni, 2019).

Tablo 19: Konya'da akıllı şehir kapsamında yapılan birkaç proje aşağıda inceleyebiliriz,

Kategori:			Website:
Akıllı Yönetişim	www.konya.com.tr	-Konya'nın park, yeme ve içme yeri, tarihi ve turistik mekanı, sağlık, eğitim gibi bilgiler ve görsel olarak unsurlarına ulaşılabilir.	
	www.konya.bel.com.tr	-vatandaş ve belediye arasındaki ilişki, -başvuru, toplu ulaşım hizmetleri, şehrinin ve Mevlana'nın tanıtımı gibi fonksiyonları mevcuttur.	
	Konya Mobil Uygulaması	Dört ana başlık altında hizmet vermektedir, -benim şehrim (hava durumu, ulaşım bilgileri, son haberler gibi menüler mevcuttur), -akıllı ulaşım (hat, tarife, en yakın durak, geliş süreleri, e-Dolum, dolum yerleri, bakiye sorgulama, kart başvurusu, e-Randevy gibi menüler mevcuttur), -belediyem (online erişim), ve -keşfet (gezilecek yer, kütüphane, nöbetçi eczane, taksi durağı, cami, ücretsiz Wi-Fi noktaları gibi menüler mevcuttur).	
	Konya Açık Veri Portalı	-vatandaş, girişimci, akademisyen, uygulama geliştiricilerin Konya'ya ait verilere erişim sağlamaktadır. 'Portalde ilk etapta; ulaşım, trafik, alt yapı, iletişim teknolojileri, hizmet, coğrafi bilgi teknolojileri, yaşam, yönetim, çevre ve tarım olmak üzere toplam 10 kategoride yaklaşık 100 veri seti paylaşılmıştır.'	https://acikveri.konya.bel.tr/
	E-Rusat	-online olarak sıhhi ve gayri sıhhi müesseselerin ruhsatlandırma işlemleri için e-Rusat üzerine başvuru talebini belediyeye iletebilmektedir. (ilgili birimler kontrolleri sağlayıp ruhsatlandırma işlemleri tamamlanmaktadır).	
	ILBIS – İlçeler Bilgi Sistemi	-Konya sınırları içerisinde 31 ilçe belediyesi ile Büyükşehir Belediyesi arasında proje ve ilgili paylaşım yapılabilmektedir.	https://ilce.konya.bel.tr/
	MUBIS – Muhtarlık Bilgi Sistemi	-Konya'da görev yapan 1200 mahalle muhtarının taleplerini Konya Büyükşehir Belediyesi ve bağlı birimlere yüz yüze görüşme gerektirmeden internet ya da mobil cihazlarından iletip cevaplarını takip edebilme imkanı sağlamaktadır.	https://mubis.konya.bel.tr/
Akıllı Çevre	Hava Kalitesi İzleme Sistemi	-4 adet istasyonda hava kalitesini ölçümü yapılmaktadır, -1 adet mobil istasyonda CO2 ve PM10 ölçümü yapılmaktadır, -sonuçlar web sayfasından takip edilebilmektedir veya gerektiğinde ilgililere uyarı mesajları gönderebilmektedir.	http://index.havaizleme.gov.tr/Index?station_s=56,57

	Gürültü Denetim Takip ve Uyarı Sistemi	-20 farklı lokasyonda mevcuttur, -elektronik cihazlar ile dinlemekte, -eş zamanlı olarak SMS ve e-posta ile bilgilendirme yapılmaktadır.	
	Mor Şebeke	KOSKİ Genel Müdürlüğü su ve kanalizasyon şebekesi hizmetlerinde Türkiye'ye örnek teşkil etmektedir. Şehir suyu, kirli su ve tatlı su şebekesinin yanı sıra; sulama suyu, yağmur suyu ve mor şebeke ile Türkiye'de 6 ayrı su şebekesine sahip tek şehir Konya'dır. Konya artırılmış atık su geri kazanım tesisi (Mor Şebeke); terfi iletim pompaları, ön klrlama, koagülasyon, multimedya filtre, ultraviyole dezenfeksiyon, ön-son klrlama, geri kazanılmış atık su deposu, 24 km uzunluğunda sulama hattı ve damlatmalı sulama sisteminden oluşmaktadır. Tesis 2012 yılında devreye alınmış ve yeşil alan sulamasına kaynak olmuştur.	https://www.koski.gov.tr/akilli-uygulama/mor-sebeke
	Elektrikli Otobüsler	-Türkiye'de ilk yerli üretim olan ve E-bus kullanılan Konya olmuştur.	
	Çevre Yönetimi Bilgi Sistemi Merkezi	-hava kalitesi izleme, gürültü izleme, yakıt kontrol, atık takip, araç takip modüllerinden ve alt modüllerinden oluşmaktadır. Kirliliğin izlemesi ve haritalarının oluşturmaya imkan sağlamaktadır.	
	Gönüllü Hayvan Dostları Projesi ve E-Pati Uygulaması	-Türkiye'de ilk Konya'da uygulanmıştır, - hayvanların e-pati program ile takip edilebilir (köpeğin aşıları, gıda desteklenmesi, sağlık durumları gibi).	
	Aktif Su Hattından Branşman Alınması	-Hot-Tap makinesi kullanılarak aktif su hat üzerinden branşman hattı bağlantısı yapılarak yeni yerleşim yerlerine içme suyu hizmeti sağlanmaktadır.	
	Tarımsal Alan Analiz ve Raporlama Uygulaması	-sistem coğrafi bilgi sistemleri altyapısı üzerinde uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama yöntemi ve web platformu aracılığı ile çalışmaktadır.	
Akıllı Ulaşım	ATUS Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi	-toplu ulaşım araçlarının nerede olduğuna, güzergah, duraktan geçen hatlar ve durağa tahmin geliş süresi.	https://atus.konya.bel.tr/
	Alo ATUS – 221 66 99	-internet bağlantısı olmadan, 221 66 99 telefon numarasını çevilerek toplu ulaşım aracı ile ilgili bilgi alabilmektedir	
	Elkart	-temassız bankacılık kartını toplu ulaşımda kullandıran dünyadaki ilk şehir Konya'dır (tramway, otobüs) (Mart 2013), - bankacılık kartları günlük ortalama 3 bin kez kullanılmaktadır.	https://elkart.konya.bel.tr/

	Merkezi Trafik İşletim Sistemi (TKM)	- dinamik kavşak yönetimi ile yoğunluğuna göre yönlendirilmesi (adet kavşak mevcuttur) ve bilgilendirilmesi, -plaka tanıma sistemi	https://akillisehir.konya.bel.tr/uygulama/metis-merkezi-trafik-isletim-sistemi
	Katanersiz Tramvay	- tel kullanmadan -bataryalarında depolanan enerjiyi kullanmaktadır, -2.200 metre uzunluğundadır.	
	Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS)	-günlük 700.000 araç geçmektedir, -ortalama hızı 5km/s'e düşmüştür, -kazaların %54 ve ölümlü kazaların %63 düşüş göstermiştir, Gabari EDS ile yükseklik ihlali yapan araçları tespit edip merkeze bilgileri iletilmektedir.	
	Elektronik Gabari Denetleme Sistemi	-yükseklik ihali yapan araçların EDS ya da TKM'ye iletilmektedir.	
	Kavşak Kameraları	-toplam 86 tane kavşakta 360 derece görüntü alma özelliğine sahip kameralar tesis edilmiştir, -İl Emniyet Müdürlüğünün aldığı görüntüleri KGYS merkezine aktarılmaktadır.	
Akıllı İnsan	Mobil Mesnevi Uygulaması	-Mevlana Müzesinin ait fotoğraf, sözler, ve 13 farklı dilde okunabilir şekilde bu uygulamanın üzerine erişebilmektedir.	
	KOMEK Online Başvuruları ve Uzaktan Eğitimler		https://komek.org.tr/
	Kapsül Proje Destek Merkezi	-38 yarışma ve 8 master takım bulunmaktadır, -master takımlar, akıllı şehir uygulamaları konusunda raporlar hazırlamakta ve projeler geliştirmektedir.	https://kapsulkonya.com/
Akıllı Ekonomi	Çiftçi Bilgi Sistemi	-çiftçilerin sorunlarını daha kolay ve verimli bir şekilde çözebilmek için uzman personel ile iletişime geçilebilmektedir.	https://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=7455
	E-Desen	-toprak analizi ve iklim incelenmesi yapılarak yetiştirilebilecek ürünleri tespit etmekte ve vatandaşlara sunulmaktadır.	https://e-desen.konya.bel.tr/
	Tarım Destekleme Başvuruları	-çiftçilere danışmanlık imkanı sunulmaktadır.	www.konya.bel.tr

Akıllı Altyapı	AYKOME BIS	Konya il genelinde altyapı yatırım, izleme ve denetlenmeye esas olmak üzere: altyapı koordinasyon merkezi (AYKOME) faaliyetlerinin etkin olarak yerinden gerçekleştirilmesi, iş zekasına dayalı karar-destek yapısının oluşturulması, e-imza süreç yönetimi ile 7/24 anlık süreç takibinin yapılması ve vatandaş bilgilendirmesini sağlayan sistemdir.	https://www.konya.bel.tr/sayfa-detay.php?sayfaID=368
Akıllı Coğrafi Bilgi Sistemleri	360 Konya	-Konya'da tarihi ve turistik eseler ve çeşitli yatırımların 360 derecelik fotoğraflarının yer aldığı sanal turdur.	www.konya.bel.tr/360
	Kent Bilgi Sistemi	Konya Kent Bilgi Sistemi kapsamındaki başlıca uygulamalar şunlardır; -Sosyal Doku Haritası -AYKOMBİS -Ulusal Adres Veri Tabanı Güncelleme Hizmetleri -Adres, cadde ve sokak levhalama hizmetleri -2 ve 3 boyutlu kent rehberi -Mülkiyet, nüfus ve sosyo-ekonomik haritalama hizmetleri.	https://kentrehberi.konya.bel.tr/#/rehber/
	KOSAGA Konya Sabit GNSS Ağı	-gerçek konum bilgileri paylaşmaktadır.	
İletişim Teknolojileri	Konya Fiberoptik Altyapı	2007 yılından bu yana 250 km olan bir güzergahta fiber optic kablo tesis edilmiştir. Fiber Optik alt yapı üzerinden haberleşmesi sağlanan başlıca projeler şunlardır; -KGYS, -EDS, -Trafik İzleme Kameraları, -Akıllı Kavşaklar ve Trafik Yönetim Sistemi, -Şehir Kameraları, -Sayısal Telsiz Haberleşme Sistemi, -Belediye hizmet birimleri, -Çeşitli kamu kurumları	

	Sunucu Sistemleri ve Sistem Odası	Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülen tüm dijital hizmetler, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı bünyesinde bulunan gelişmiş sunucu sistemleri üzerinde çalışmakta, sunucular ve tüm aktif cihazlar Sistem Odası içerisinde tutulmaktadır. Bu kapsamda; -Sistem odası güvenlik, soğutma ve yangın söndürme sistemi, -Yedekleme işlemleri, -Afet durumunda devreye alınacak yedekleme sistemi, -İnternet erişimi yönetim sistemi, -Kurumsal ağ ve internet güvenlik sistemleri	
	Sayısal Telsiz Haberleşme Sistemi	-ilk defa Konya'da uygulanmıştır, -GPS, SMS olarak veya GSM şebekesi olmayan noktalardan da haberleşme sağlanabilmektedir.	
Bilgi Teknolojileri	Mobil Veri Toplama ve Akıllı İlişkilendirme Platformu	Kent Bilgi Sistemi çalışmaları bünyesinde sahadan online/offline veri toplama, web ve mobil tabanlı olarak veri düzenleme çalışmaları ve mekânsal veritabanı ile akıllı ilişkilendirme süreci Mobil Veri Toplama ve Akıllı İlişkilendirme Platformu ile sağlanmaktadır.	
	KOSKI SCADA	-SCADA sistemi ile 5.400 km uzunluğunda bir şebeke ile çeşmelere ulaşan içme suyunun takip, kontrol, ve uzaktan müdahale yapılmaktadır. Koski Scada sistemi ile; elektrik enerjisinden %15, personel ve ulaşım giderlerinde %40, istasyonlarda gerçekleşen arızalarda %45, şebekede gerçekleşen arızalarda %25 tasarruf sağlanmıştır. Kayıp-kaçak su oranı %40'dan %28 seviyesine düşürülmüştür. Toplam işletme maliyetinde %25 kazanç elde edilmiştir.	
	Akıllı Şebekeleri	Su - izole bölgelerde meydana gelecek basınç düşüklükleri ve debi yükselmeleri anında tespit edilerek hizmet kesintilerinin önüne geçilebilecektir.	

4.1.1.5. Antalya

Antalya, Türkiye'nin kalabalık şehirlerinden biri olarak sayılmaktadır. Antalya ekonomisinde öncelikle turizm, tarım, fuarcılık, hizmet ve sanayi sektörlerinde ağırlık vermektedir. Akıllı şehir stratejilerini kullanarak şehrin potansiyellerini daha verimli hale getirmeye hedeflemektedir. Antalya'nın akıllı şehir adımlarını 'Teknoloji ve Çevre duyarlılığını ön planda tutan, yaşam kalitesini arttırmayı hedefleyen, teknolojinin etkin bir şekilde kullanımıyla vatandaşların bütün hizmetlerden sabit veya mobil sistemler vasıtası ile yararlanabildiği, enerji kullanımından çevreye kadar birçok alanda şehrin sürdürülebilirliğini hedefleyen, doğaya saygılı ve katılımcı yönetim

olanaklarıyla, yenilikçi ve kentsel gelişme vizyonunda, Antalya'yı modern ve marka şehir haline getirebilmek.'(Bülteni, 2019).

Antalya'da Türkiye'nin en büyük kentsel dönüşüm projesi Kepez-Santral Kentsel Dönüşüm Proje alanında gerçekleştirmek üzere, Avrupa Birliği Ufuk 2020 kapsamında hibe almaya hak kazanılan MatchUp Projesi, Enerji, Çevre, Ulaşım, Bilgi ve İletişim Teknolojileri ile entegre çözümlerin büyütülmesi ve çoğaltılmasını amaçlayan akıllı şehir projesidir.

Tablo 20: Antalya'da akıllı şehir kapsamında yapılan birkaç proje aşağıdaki gibidir,

Kategori:			Website:
Akıllı Çevre	Akıllı Sulama Sistemi	-toprağın nem durumu, sensörler üzerine uzaktan takip edilmektedir.	https://kansusulama.com/antalya-otomatik-sulama-sistemi.html
Akıllı Ulaşım	Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS)	-ilçelerde 14, şehir merkezinde 17 noktada Hız Koridoru ve 3 adet Park İhlal Sistemi kurulmuştur.	
	Antalya Ulaşımında Temassız Ödeme Dönemi	-temassız kart ile ödeme.	https://www.antalyakart.com.tr/haberler/ulasimda-temassiz-odeme-kolayligi
Akıllı İnsan	Sesli Adımlar Projesi	-işitme ve görme engelli vatandaşlar için belediye binasında sesli navigasyon vererek yönlendirmektedir.	
Akıllı Sağlık	Kronik Hasta Takibi	-uygulama üzerine merkeze gönderebilme ve anlık iletişime geçebilme imkanı.	
Akıllı Güvenlik	Güven Çemberi Projesi	-çocuklara bileklik ve ebevenlerin uygulama üzerine takip edebilme imkanı sunmakadır -bunun yanında yaşlılar veya evcil hayvanlara da takip edebilme imkanı sunmaktadır.	
Akıllı Mekan Yönetimi	Şehir Bilgilendirme Ekranları (Kiosklar)	-şehrin (turistik, eczane, taksi) rehberi, -şarj edebilme, -ücretsiz Wi-Fi erişim noktası.	

Akıllı Altyapı	Akıllı Şehir Yönetim Platformu	Yönetim platformu dashboard, yönetici arayüzü, vatandaş arayüzü, operatör arayüzü olmak üzere 4 bileşenden oluşmaktadır.	
----------------	--------------------------------	--	--

4.2. AKILLI ŞEHİR KAPSAMINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI

4.2.1. Türkiye ve Dünyada | Akıllı Şehir Kapsamında Enerji Verimliliği Uygulamaları

4.2.1.1. Türkiye | Akıllı Şehir Kapsamında Enerji Verimliliği Uygulamaları

1. Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi

Türkiye'nin ilk ve Avrupa'nın en büyük enerji üretim tesisi İstanbul, Eyüp ÇES Kısırmandıra Mevkii'nde belediye tarafından belirlenmiş olan ve Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait orman arazisinin içinde 2017 yılında kurulmaya başlanmıştır (Onder Algedik, 2021) ve Kasım, 2021 yılında hizmete açılmıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve iştirak şirketi İSTAÇ ile yürütülen projenin inşasını Makyol, Ispa ve Met-Gün, alt yapısını ise Hitachi Zosen İnova AG tarafından yüklenmiştir.

Daha yeşil ve çevresel sürdürülebilirlik için tesis, geri dönüşümden evsel atıkların %15 ön işlem gerektirmeden günlük 3.000 ton, yıllık ise 1 milyon ton doğrudan termal yakma yöntemlerle bertaraf edilmektedir. Elde edilen 85MWh elektrik enerjisi 1,4 milyon nüfusunun elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Bunun yanında yıllık 1,38 milyon ton sera gazı emisyonları atmosfere salınımı engellenmekte ve yıllık 1,5 milyon ton daha karbon kredisine sahip olabilmektedir (İSTAÇ, 2021).

2. Büyükçekmece Gölü Yüzer Güneş Enerji Santrali

Türkiye'nin ilk yüzer güneş enerji santrali (GES) İstanbul, Büyükçekmece Gölü üzerine 2017 yılında kuruldu. İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraki İstanbul Enerji ve bağlı kuruluşlar İSKİ AR-GE projesi olarak devreye girdi (Başer, 2017). 2.900 m²'dir alanında, 240 kWh kurulu güç'e sahip olmakta, 30 kWh karada ve 210 kWh göl üzerine kurulmuştur (Bülteni, 2019). Su yüzeyinin %70 oranında havadan izole ederek buharlaşma ve su kaybı oldukça azalmıştır. Proje'nin iki yüzdürücü sistemden

oluşturmaktadır. İlki (120 kWp) polietilen dubadan, ikincisi (90 kWp) polietilen duba ile çelik konstrüksiyonun birbirine entegrasyonundan oluşmaktadır (Servet Uzun, 2019). Elde edilen enerjinin 96 kişiye düşen veya 117 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını veya 117 konut karşılamaktadır (Enerji Atlası, 2017).

3. Elektrik Enerji Takip Sistemi (ETS)

Ankara’da 200 ayrı noktada uygulanmış projenin sayesinde %75 enerji tasarrufu sağlanmayı teşvik etmektedir. Büyükşehir Belediyesi Destek Hizmetleri Dairesi Enerji Şube Müdürlüğünde personeller tarafından Ankara sınırları içerisinde elektrik panoları takip etmektedir. Enerji kalitesi, arıza durumları, anlık gerilim-akım değerleri takip edilebilmekte ve merkeze aktarmakta ve en kısa süre içerisinde müdahale ve çözüm sağlanmaktadır (IHA, 2018).

4. Sıfır Atık Programı

Ankara Büyükşehir Belediyesi, yeşil bir doğa için "Sıfır Atık Programı"projesi 2018 yılından itibaren hayata geçirildi. Uygulamanın ana amacı, atıkların kaynağa göre ve ayrı toplanmasıdır: 1310 kg kartuş-toner, 150 kg floresan, 30 kg atık pil, 8,5 ton kâğıt, 2,5 ton plastik, 1,7ton cam, 880 kg metal. Uygulanan projenin sayesinde 12,3 MWs elektrik enerjisinden tasarruf edildi ve geri dönüşümde toplanan cam atıklar ile petrolde de tasarruf edildi (Bülteni, 2019).

5. Akıllı Enerji

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İZAYDAŞ'ın güneş enerjisi, çöp gazından elektrik üretimi, klinik ve tehlikeli atık yakma ve enerji üretimi, biyogaz entegre enerji üretim tesisi, rüzgar türbini ve Yuvacık Barajı kanal tipi hidroelektrik santrali (HES) projesi bünyesinde yılda 80 milyon kilowatt elektrik üretmek üzere ortalama 100 bin nüfusunun evsel elektrik ihtiyacını karşılamaktadır (Akıllı Şehir Kocaeli, 2021).

6. Katı Atık Tesisinde Metan Gazından Elektrik Üretimi

Konya, Aslım Katı Atık Depolama Sahası 2011 yılında, Kaşınhanı Katı Atık Depolama Tesisi ve Akşehir’de Katı Atık Düzenli Depolama Sahası 2018 yılında katı atıklarından oluşan metan gazından elektrik enerjisi üretmek üzere kurulmuştur.

Tesislerde üretilen enerji aynı süreçte sera gazı emisyonlarının azaltmasına sebep olmaktadır. 2021 yılın başında Cihanbeyli ve Ereğli Enerji Üretim Tesisleri devreye alınmıştır. Tesislerin kurduğu günden itibaren 2022 yılına kadar toplam 539 milyon 530 bin 688 kilowatt elektrik enerjisi üretildi (Türk, 2022). 2021 yılında 83 milyon 200 bin 170 kilowatt elektrik üretildi ve toplam 30 bin 145 ailenin elektrik enerji ihtiyacı karşılandı. Aslım Katı Atık Depolama Tesisi gaz miktarının azaldığından dolayı 2021 yılın sonunda kapatılmıştır (KBB, 2021).

7. Akıllı Aydınlatma

Konya Büyükşehir Belediye tarafından sağlanan park, bahçe ve araç alt geçitlerinde bulunan aydınlatma unsurları, sensörler, kablolu ve kablosuz iletişim altyapıları ile uzaktan kontrol ve gerekli durumlarda müdahale edebilmektedir. 1500 adet armatürü kapsamında bulunduran sistem sayesinde enerji %60 ve bakım giderlerin %90'e varan tasarruf edilmektedir (KBB, 2021).

8. Güneş Enerjili Tarımsal Sulama Sistemi

Sulama işlemleri gerçekleştirmeyen şebeke elektriğinin bulunmadığı alanlarında Antalya ilinde tarımsal sulamayı güneş enerjisi panelleri ile sağlar (Antalya Enerji, 2021).

9. Antalya Stadyumu: Elektrik Üreten Stadyum

Antalya, Muratpaşa ilçesi, Meltem mahallesinde SEİSO tarafından 16 bin m²'lik çatının 5 bin m²'nin çimlerin güneş alabilmesi için şeffaf yapıldı (Süleyman Elçin, 2021). Türkiye'nin 1488 ve Antalyan'ının 43. en büyük enerji santralidir (Enerji Atlası, 2015). Stadyonun 2015 yılında açılmıştır ve elektriğinin üretebilme ve şehir şebekelere destek verebilme imkanları ile birlikte yıllık olarak 1 milyon 810 bin kilowatt enerji üretilmekte ve ortalama 500 kişinin günlük (sanayi, ulaşım, konut, daire, çevre aydınlatmada kullanılabilir) elektrik enerjisi ihtiyaçları karşılayabilir ve 606 konutun elektrik ihtiyaçlarını karşılayabilir. Ayrıca milli ekonomiye katkı sağlandı (Elçin, 2021).

10. Akıllı Kavşak

Kayseri Büyükşehir Belediyesi Ulaşım A.Ş. ve Kayseri Büyükşehir Belediyesi Sinyalizasyon Müdürlüğü tarafından "Akıllı Kavşak "projesi yürütülmektedir. Geliştirilmiş olan TSE belgeli Kaniş Kavşak Kontrol Cihazı (KKC) bünyesinde, maliyetlerinin düşürülmesi, trafiğin tıkanmaması, trafik akışının hızlandırması, yakıt tasarrufu ve aynı zamanda sera gaz salınımının azaltmasına sağlanmıştır. Akıllı sistem sensörler sayesinde gündüz bekleme süreleri %21, akşam ise %18 oranında iyileştirilmiştir. Ayrıca geliştirilmiş olan Trafik Kontrol Merkezi yazılımı ile kavşakların uzaktan izleme ve yönetmeyi sağlanmaktadır (KBB, 2021).

11. Akıllı Solar Direkler

Kahramanmaraş, 2015 yılında Onikişubat-Dulkadiroğlu ilçesinde Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Elektronik Sistemler Şube Müdürlüğü tarafından Necip Fazıl Kısakürek Kültür Merkezi ve Ulucamii önünde yerleştirilen "Akıllı Solar Direkler "sayesinde vatandaşlara ücretsiz internet ve şarj edebilme imkanları sunmaktadır (Haber46, 2015). Akıllı solar direklerin elektrik bağlantısı ve kablo olmaksızın 1 hafta boyunca 2 saat gün ışığından aydınlatma ve şarj edebilme kapasitesi mevcuttur (KBB, 2016).

12. Akıllı Şebeke ve Yenilenebilir Enerji Sistemler

Gaziantep Türkiye'de ISO 50001 Enerji Yönetim Sistem Sertifikası alan ilk kamu kurumdur. Gaziantep OSB'de 900 adet elektrik sayacı ile gerçek zamanlı okunabiliyor ve anlık enerji tüketimi ve güç bilgileri abone bazına alınabiliyor. Anlık ihtiyaç olduğu kadar elektrik üretilmek, iletmek, verimli kullanmak, ayrıca %0,5'e kayıp-kaçak oranı düşürülmüştür. Türkiye'nin en büyük solar otoparkı Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) Genel Müdürlüğü tarafından 2014 yılında Karacahmet Mahallesinde 25 Aralık İşletmeler tesisinde kurulmuş olan 1460 m2 alanında, 56 araçlık kapasite ve 120 Kw güce sahiptir (Beyaz Bülteni, 2019). 2021 yılında 2MW Güneş Enerji Santral tamamlanmış durumunda yıllık 1.700MWh enerji üretecek ve yıllık 680 ton CO₂ atmosfere salınımını engellenecektir (GASKİ, 2021).

13. Elektrikli Otobüsler ve Güneş Enerjisi Santrali

Izmir’de, Türkiye’nin ilk “full elektrikli” otobüsler 2017’den itibaren Elektrik Su Havagazı Otobüs Trolleybüs (ESHOT) Genel Müdürlüğü tarafından kendi üretildiği 20 adet elektrikli otobüs ile hizmet vermeye başlamıştır. ESHOT Genel Müdürlüğü’nün Buca’da 10bin m2’lik alanda atölye binalarının çatılarında kurulan güneş enerjisi panellerinden elde edilmekte ve yıllık 1.38 MW elektrik enerjisi ve 5 bin ton CO₂ salınımının engellenmektedir. Elektrikli otobüslerin hem ekonomik (akaryakıt) hem de çevresel (CO₂) açısından beklentileri fazlasıyla karşılamıştır (Enerji Atlası, 2017). Elektrikli otobüslerin sayılarını artırmak amacıyla ESHOT ile Enerji Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (ENSIA) işbirliği yapmak üzere protokol imzalandı. 2020-2024 yıllar arası 100 adet elektrikli otobüsler için Gediz, Karşıyaka Ataşehir’de GES projelerin gerçekleşmesi için çalışmalar devam etmektedir (Taşımacılar, 2021). Nisan 2, 2017 yılından bu yana 4 milyon TL’den fazla tasarruf sağlanmıştır. GES, üretilen elektrik enerjisinin %72’sinin 20 adet elektrik otobüsün tamamı şarj ediliyor ve %34’ü ise atölye ihtiyaçlarında kullanılıyor (ESHOT, 2021).

Elektrikli otobüs ve GES projesi kapsamında elde edilen sonuçlar, 2017-2022.



Kaynak: ESHOT Genel Müdürlüğü

4.2.1.2. Dünyada | Akıllı Şehir Kapsamında Enerji Verimliliği Uygulamaları

1. Londra

Londra, İngiltere'nin başkenti ve ülkenin güney doğusunda bulunuyor (Visit London, 2021). Londra'nın son nüfus verilerine göre, 9,540,576 idi (WPR, 2022).

Demografi	London	Dönem
Nüfus	9,426,000 (Macrotrends)	2021
Sivil İş Gücü	74.7%(Adam Lewis, 2021)	Haz-2021
Ekonomi	London	Dönem
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	503 milyar British Pounds(Statista)	2019
İmalat Sektörü	16,92% (Statista)	2020
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla		
Kişi Başına Kişisel Gelir	61,191 Dollar	2020
Kat Edilen Araç Milleri	18.5 billion(Road Traffic)	2020
Çiftliklerdeki Arazi	UK 8.6%	2010
İklim	London	Dönem
Ortalama Sıcaklık	39°F to 74°F (Weatherspark)	2021
Yağış	690 mm (27.2 inç.) (Climate-data)	2021

Akıllı Sokak

Avrupa ve İngiltere'nin ilk akıllı sokak Teknoloji Şirketi Pavegen tarafından destekleniyor ve 27, Haziran 2017 yılında West End semtinde, Oxford caddesinin bitişiğinde sessiz ve kapalı ara sokağında Kuş sokağında 10m² bir alanında proje gerçekleştirildi (Weisberger, 2017). Yayaların geçtiği sokaktan ve kendi ağırlığıyla aşağı itişinde kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Elde edilen enerji sokak lambaları, bluetooth vericileri ve hoş kuş sesleri yayınlanan hoparlörleri çalıştırmak için kullanılır ve akıllı telefon uygulamalar üzerine yayaların ürettiği enerjiden mağazalardan indirim kupon hakkı kazanıyorlar (Arch20). Oturma alanlarında ise özel boyaların bulundurmaıyla fosil yakıt emisyonlarında bulunan azot

oksit gazı emiyor (Lynch, 2017) ve ziyaretçilerin Airlabs tarafından yapılan "Clean Air Bench "ile temiz hava alabiliyorlar (Weisberger, 2017).

2. Tokyo

Tokyo, ülkenin başkenti ve en büyük şehridir. 2021'in verilere göre Tokyo'nun nüfusu 14.0 milyon idi. (Tokyo Metropolita Government, 2021).

Demografi	Tokyo	Dönem
Nüfus	37,274,000	2022 (Macrotrends, 2022)
Sivil İş Gücü	60,20 % (Trading Economics, 2022)	2022
Ekonomi	Tokyo	Dönem
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	\$1.52 trilyon. (WPR, 2022)	2022
İmalat Sektörü	5.05 trilyon A.B.D. doları. (Japan)	2020 (Statista)
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla		
Kişi Başına Kişisel Gelir	20,128.854 A.B.D. Doları (Ceicdata)	2021(Japan)
Kat Edilen Araç Milleri	16,000km ayda (Statista)	2021
Çiftliklerdeki Arazi	12.13 %(TradeEconomics)	2018 (Japan)
İklim	Tokyo	Dönem
Ortalama Sıcaklık	36°F to 87°F (weather spark)	2022
Yağış	1603 millimetre (63.1 in)	2022 (Weather & Climate)

Akıllı Enerji Ağı

Akıllı Enerji Ağı projesi 14 Mayıs, 2010 yılında Tokyo Gas ve Osaka Gas şirketler tarafından başlatıldı. Yenilenebilir ve kullanılmayan enerjiden faydalanır ve veri toplamak ve analiz etmek için BT teknolojiden yararlanır. Teknoloji yoluyla arz ve talep arasındaki optimizasyonu gerçekleştirilerek enerji dengesini sağlar. Gaz Kombisi Isı ve Güç (CHP) kojenerasyon ile birleştirilerek hem enerji tasarrufu hem de CO2 azalmasını sağlar (Tokyo Gas, 2020). Proje iki sistemden oluşuyor. A sistem, Tokyo Gas şirketi sorumlu, belirli alanlarda elektrik ve ısı karşılıklı alıp vermek yoluyla optimizasyonu amaçlamaktadır. B sistem, Osaka Gas şirketi sorumlu, daha

geniş alanları kapsar ve elektrik karşılıklı alıp vermek yoluyla optimizasyonu amaçlar ve uzaktan denetim sistem kurmakta (JFS, 2010).

3. Singapur

Singapur, Malay Yarımadası'nın güney ucunda bulunmaktadır (Winstedt, 2022). 2021 yılının verilere göre Singapur 5.45 milyon nüfusa sahiptir (SDOS, 2021).

Demografi	Singapore	Dönem
Nüfus	5,911,804	Nov-21 (Worldometer, 2021)
Sivil İş Gücü	3.472,519(World Bank,2020)	2020
Ekonomi	Singapore	Dönem
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	340 milyar U.S. (TradeEconomics)	2020
İmalat Sektörü	96.3 milyar Singapore Dollars(Statista)	2020
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla		
Kişi Başına Kişisel Gelir	59,819.000 U.S. (Ceicdata)	2020
Kat Edilen Araç Milleri	20,000km yılda	2020
Çiftliklerdeki Arazi	0.93089 %(TradeEconomics)	2018
İklim	Singapore	Dönem
Ortalama Sıcaklık	23 °C (73 °F) - 32 °C (90 °F)	2020
Yağış	2,400 milimetre (94.5 inç)	2020

Yeşil Bina Girişimi

Yapı ve İnşaat İdaresi (BCA)'nın Singapur'da 40 yenilenmiş ticari bina üzerinde yapıldığı araştırmaların sonucunda yıllık olarak 24 milyon dolar ve 90 Gıgawatt saatlik enerji tasarrufu sağlandığını göstermiştir. BCA, 2005 yılında Yeşil Marka belgelendirme programını başlatılmıştır ve 2030 yılına kadar Singapur'da binaların %80'ini yeşillendirmesi için girişim başlatılmıştır (Healthcare Facilities, 2013). 2030 yılından itibaren ise binalarının %80'inin Süper Düşük Enerji (SLE) olmasını ve %80 enerji verimliliği sağlanması (2005 seviyelerine göre) hedefliyor (Sharad Somani, 2022). Paylaşılmış olan verilere göre, Singapur'da 2021 yılının sonunda, %49 binaların

yeşillendi (BCA, 2022). Hala yeşillendirilmemiş binaların ortalama yaşı 26'dır (Somani, 2022).

Yeşil Planın beş temel ayağı vardır:

1. Doğadaki Şehir: Singapurlular için yeşil, yaşanabilir ve sürdürülebilir bir ev yaratmak;
2. Sürdürülebilir Yaşam: Singapur'da karbon emisyonlarını azaltmayı, çevreyi temiz tutmayı ve kaynak ve enerji tasarrufu yapmayı bir yaşam biçimi haline getirmek;
3. Enerji Sıfırlama: karbon ayak izini azaltmak için daha temiz enerji kullanmak ve enerji verimliliğini artırmak;
4. Yeşil Ekonomi: yeni işler yaratmak, endüstrilerimizi dönüştürmek ve sürdürülebilirliği bir rekabet avantajı olarak kullanmak için yeşil büyüme fırsatları aramak; ve
5. Esnek Gelecek: Singapur'un iklim direncini artırmak ve gıda güvenliğini geliştirmek (Green Plan, 2021: 1).

4. Amsterdam

Amsterdam IJsselmer üzerinde yer alır ve Kuzey Denizi ile bağlantılıdır (Vincent, 2021).

Demografi	Amsterdam	Dönem
Nüfus	1,166,000	2022 (Macrotrends, 2022)
Sivil İş Gücü	9.4 milyon (Statista, 2022)	Şubat, 2020 (Hollanda)
Ekonomi	Amsterdam	Dönem
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	\$1.01 trilyon (wikipedia)	2021 (Hollanda)
İmalat Sektörü	\$99.94 milyar A.B.D. Doları (Macrotrends)	2020 (Hollanda)
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla		
Kişi Başına Kişisel Gelir	40,048.820 A.B.Doları (Ceicdata)	2020 (Hollanda)
Çiftliklerdeki Arazi	54.11 %(Trading Economics)	2018 (Hollanda)
İklim	Amsterdam	Dönem

Ortalama Sıcaklık	34°F - 71°F	2022 (Weather Spark)
Yağış	844 mm (33.2 inç)	2022 (cliamte-data.org)

Grid-Friends

Grid-Friends projesi Amsterdam'ın Schoonschip mahallesinde bulunuyor. Proje Space&Matter tarafından tasarlanmış olan bir iskele ile bağlanan 30 su parselinde 46 konuttan oluşuyor. İklim değişikliği ve yükselen deniz seviyeleri karşısında uyum stratejileri içeriyor (Cutieru, 2021).

Grid-Friends projesi 2016 yılında başlatılmış ve Friends Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) tarafından yönetiliyor ve Kaiserslautern'den Fraunhofer Endüstriyel Matematik Enstitüsü'nü (ITWM), Spectral Utilities ve Evohaus şirketlerini ve Schoonschip Vakfı'nı içeriyor. Proje, Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 araştırma ve inovasyon programının desteğiyle ortak programlama girişimi ERA-NetSmart Grids Plus aracılığıyla finanse ediliyor. Grid-Friends projesinin ana hedefi yenilenebilir enerjinin binalar arasında akıllı şebeke aracılığıyla paylaşılmasıdır. Bu şekilde akıllı şebeke yoluyla enerji nötr ve sürdürülebilirlik sağlanacaktır. (Amsterdam Smart City, 2016).

5. Paris

Issy-les-Moulineaux komünesi Paris'in güneybatısında ve Seine kıyısında bulunmakta ve 69.941 nüfusa sahiptir. Issy, eski bir sanayi şehrinin imajının dönüştürmek yüksek katma değerli BT şirketlerini çekme ve dijital ve yüksek teknolojiyi Issy'nin ekonomisinin bel kemiği haline getirmek için 1995 yılından bu yana inovasyon stratejileri benimsemiştir. Uygulanmış olan inovasyon stratejinin sonuçları olumlu ve başarılı haline gelerek Issy Fransız BT devriminin ana merkezi olmuştur. Issy, doğru ekonomik stratejisi sayesinde bugün Microsoft, Cisco, Orange, Capgemini, CocaCola, Yves Rocher, Marie-Claire, Eurosport, France 24, Canal +, Nestlé, Transdev ve Colas gibi çeşitli uluslararası gruplara ve birçok start-up'a ICT, nesnelerin interneti ve Robotik alanlarda yetiştirilmiş ev sahipliği yapıyor (Issy.com, 2021).

Demografi	Paris	Dönem
Nüfus	2,181,306	2022 (Statista, 2022)
Sivil İş Gücü	30,261,152.00 (The World Bank)	2020 (Fransa)
Ekonomi	Paris	Dönem
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	685.67 trilyon Euro(Statista)	2022
İmalat Sektörü	\$241.71 milyar(Macrotrends)	2020 (Fransa)
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla		
Kişi Başına Kişisel Gelir	36,085 Euro (WPR)	2022
İklim	Paris	Dönem
Ortalama Sıcaklık	46°F (8°C) - 77°F (25°C)	2022 (Paris Perfect)
Yağış	619 mm (24.4 inç)	2022 (Paris Climate)

IssyGrid

IssyGrid Projesi, akıllı enerji, akıllı binalar, akıllı yapı ve akıllı vatandaş bileşenleri kapsamaktadır. IssyGrid, akıllı şebekenin tüm stratejik ve teknik becerilerini bir araya getiren grupların yanı sıra Bouygues Immobilier lider kuruluşu, Alstom, Bouygues Energies and Services, Bouygues Telecom, EDF, ERDF, Microsoft, Schneider Electric, Steria, Total ve yenilikçi start-up'lar ortak kuruluşlar tarafından oluşturdu. IssyGrid ilk olarak Ouest iş bölgesinde, özellikle Sequana kulesi (42.000 m²) ile geliştirildi, 2015 yılında Fort d'Issy'ye genişletildi. 2016 yılında IssyGrid faaliyete geçti ve açıldı. 2017 yılına kadar proje Issy RER istasyonunu, bölgedeki restoranları ve çatısında 300 m2 fotovoltaik panellerle donatılmış EFB'yi (Bar Eğitim Okulu) entegre ederek enerji özerk bir bina haline getiriyor. 2018 yılına kadar ise 2.000 konut, 5.000 nüfus, 10.000'den fazla çalışan ve 160.000 m² ofis kapsamayı ve diğer bölgelere yerleştirildi (Petrucchi, 2017). 2020 yılına kadar enerji verimliliğini %20 artırmayı, karbon ayak izini %20 azaltmayı ve Avrupa enerji üretiminde yenilenebilir enerjilerin %20 payını hedefleyen yeni enerji düzenlemelerinin uygulanmasıyla destekleniyor idi (Issy.com, 2021). Binalar kendi elektriğini fotovoltaik panellerle üretiyor ve üretimden kaydıracak depolama sistemlerine sahiptir (Akıllı Şehirler, 2017: 121-127). Sakinler ve işletmeler tarafından

akıllı şebeke yoluyla, ofis binaların, konutların ve sokak aydınlatmasının elektrik tüketiiminin kontrol edebilme imkanı vererek enerji tasarrufu sağlanır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Nüfus artışı ve kentleşme nedeniyle şehirlerde enerji tüketimi her geçen gün artmaktadır. Akıllı şehirler çerçevesinde enerji verimliliği teknolojisini uygulayarak bu zorlukların üstesinden gelmeye çalışılmaktadır. Enerji verimliliğinin sağlanmasındaki ana faktörlerden biri, yenilenebilir kaynakların kullanımı ve geri dönüşümüdür, bu da aynı CO₂ emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğinin yavaşlatılmasına katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma dört bölümde ele alınmıştır. Birinci bölümde, şehirleri daha güvenli, kapsayıcı ve sürdürülebilir yerlere dönüştürmek için akıllı şehirlerin bize sunabileceği büyük değişikliklere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Şu anda dünya nüfusunun yarısından fazlası şehirlerde yaşıyor. Nüfus artışı ve hızlanan kentleşme süreci, büyük değişikliklere ve çeşitli zorluklara yol açmıştır.

Akıllı şehir, yaşam ve hizmetlerin kalitesini artırmak ve karmaşık şehirleri çözmek için dijital ve iletişim teknolojilerini kullanan bir sistemdir. Ayrıca yazılım, kullanıcı arayüzleri ve iletişim ağlarının bir arada kullanılması, yapay zeka, veri depolama, coğrafi bilgi sistemleri, 3D ve en önemlisi Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörlere, işlemci yeteneklerine ve diğer teknolojilere sahip fiziksel şeyleri ve internet veya diğer iletişim ağları üzerinden diğer cihazlara ve sistemlere bağlantı kurabilir ve veri alışverişinde bulunulmasını ifade ediyor. Cihazlar ve sensörler arasındaki bağlantının, IoT'nin verimli çalışması için 5G veri bağlantısıyla daha kolay ve hızlı olması beklenmektedir. Gerçek zamanlı olarak verileri toplayıp analiz ettikten sonra, trafiğin iyileştirmesi, enerji tasarrufu veya enerji verimliliğinin sağlanması, kaynakların verimli kullanılması, su ve atık yönetiminin sağlanması, eğitim ve sağlık hizmetlerinin iyileştirmesi gibi alanlarda hizmet kalitesinin iyileştirilmesi ve karar vermede büyük ölçüde yardımcı olduğunu tespit edilmiştir.

İkinci bölümde, üretilen ve tüketilen enerjinin ve enerji tüketim sektörlerinin dağılımı ve COVID-19 pandemisi sürecinde küresel enerji tüketiminde meydana gelen değişimlere ilişkin IEA verileri incelenmiştir. Ayrıca enerji üretimi ve tüketimi sürecinde atmosfere sera gazlarının salımı ve en son Türkiye'nin enerji tarihi ve enerji görünümü ele alınmıştır. Enerji bir ekonomide iş yapabilmenin ön şartıdır ve neredeyse bizi çevreleyen her şey bir tür enerji kullanımına dayanmaktadır. Literatürde

enerji yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ele alınmaktadır. Yenilenemeyen kaynaklarının sınırlı olduğu ve büyük miktarlarda enerji üretimi ve tüketiminde sera gazlarının salımları nedeniyle çevresel değerlerin zarar gördüğü ve iklim değişikliğine neden olduğu tespit edilmiştir.

Eldeki verilerine göre, bazı ülkelerde fosil yakıtların üretim ve tüketiminin bazı bölgelerde düştüğü ve mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirildiği tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji üretimi, tüketimi ve kurulu kapasite artışlarının 20. yüzyılın sonlarından başlayarak bugüne kadar dünyanın hemen hemen tüm ülkelerinde önem kazandığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında kurulu gücü büyük bir kısmı lider ülke olarak Çin, ABD, Avrupa Birliği, Rusya Federasyonu, Hindistan, Brezilya, Endonezya, Filipinler ve Türkiye gibi bölgelerde görülmüştür.

İkinci konu olarak, Covid-19 pandeminin beraberinde getirdiği korkunç sonuçlarının yanı sıra beklenmedik bir fırsat da sundu: ekonominin durgunluğa girmesiyle sera gazı emisyonlarının azalmasına neden oldu. İlk kez serbest dolaşım, seyahat gibi hafife aldığımız her şey ortadan kaybolduğunda enerji tüketiminin olumsuz sonuçlarının ne kadar azaldığını gözlemledik. Pandeminin, ekonomik toparlanmayı yavaşlattığı küresel ekonomi üzerindeki güçlü etkisine tanık oluyoruz. Sürdürülebilir bir kalkınmanın yenilenebilir enerjiye geçişe bağlı olduğu göz önüne alındığında, dünyadaki birçok ülke karbondan arındırma ve yeşil politikalar ekseninde mevcut krizden kurtulmak için hareket etmeye başladı. Bu durum, ülkelerin karbondan arındırma yoluyla ekonomik olarak gelişmelerini sağlarken aynı zamanda küresel emisyonları da azaltacaktır. İEA'nın analizlere göre, II Dünya Savaşı'ndan bu yana enerji talebinde %4'lük bir düşüş yaşandı.

Türkiye'nin enerji geçmişine ve enerji görünümüne baktığımızda, kömür ve linyit açısından oldukça zengin olduğunu görebiliriz; bunun yanında biyokütle, hidroelektrik, jeotermal, güneş ve rüzgar enerji potansyeli bakımından ve kurulu güç bakımından yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Türkiye'nin enerji açığı tarihsel olarak petrol, kömür ve doğal gaz gibi kaynaklarda ithalat yoluyla karşılanmıştır. Nükleer santrallerden çıkan radyoaktif atıklar insanlara ve çevreye zarar verebilir fakat kurulmasının dışa bağımlılığı da bir ölçüde azaltılabileceğine inanılmaktadır. Akkuyu NGS'nin birinci etapının 2023 yılında tamamlaması beklenirken, Sinop'ta NGS iptal

edildi. Türkiye, enerji verimliliği, orman varlığın artırılması ve karbon azaltılmasına yönelik Onuncu Beş Yıllık Kalkınmada ele alınmıştır. Enerji verimliliği bakımından 2023 yılına kadar bina ve hizmetler, sanayi ve teknoloji, ulaştırma, enerji ve tarım alanlardaki gibi birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması ve kümülatif olarak %23.95 Mtep tasarruf sağlanması için bu hedefe doğru gitmektedir.

Üçüncü bölümde, ana sorunlarından biri olan iklim değişikliği ve etkileri ele alınmıştır. Sanayi devriminin başlangıcından bu yana, antropojenik etki sonucunda fosil yakıtların yakılması ve küresel ısınma üzerinde en önemli etkiye sahip olan CO₂ başta olmak üzere sera gazları nedeniyle dünya yüzeyi olması gerektiğinden fazla ısınmasına neden olmuştur. NASA tarafından paylaşılan verilere göre 1880 yılından itibaren bu yana en sıcak yıl olarak 2016 kaydedilmiş ve ortalama sıcaklık yaklaşık 1 °C artmıştır. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak: artan sıcaklıklar, buzul kaybı, yükselen deniz seviyeleri, mevcut su miktarının azalması, kuraklık, seller, erozyon, yağış düzenlerindeki değişiklikler, ormansızlaşma, artan okyanus asitlenmesi, sulak alanların kaybı, flora ve faundaki değişiklikler gibi etkilerinin olduğunu tespit edilmiştir. Şu anda dünya çapında meydana gelen ve yakın gelecekte etkisi artacak olan bu değişiklikler nedeniyle su, gıda, bulaşıcı hastalıkların yayılması, çalışma kapasitesinin etkilenmesi, ölüm sayılarındaki artış gibi tehditlerle karşı karşıyayız.

Tarih boyunca, atmosferdeki sera gazlarının yoğunluğunu sınırlamak ve ozon tabakasını korumak için birçok anlaşma ve protokol ortaya konmuş, ülkeleri sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkelere göre yükümlükler verilmiştir. Bazı sera gazlarının sınırlandırılması için alınan kararlara ve bu konudaki başarı, sıcaklıktaki hızlı artış göz önüne alındığında yetersiz görünüyor. Yüzyılın en önemli ve bu yüzyılın sonuna kadar küresel sıcaklık artışının 2 °C'nin altında sınırlamasının gerçekleşebilmesi için imzalayan her ülkeyi zorunlu kılan Paris Anlaşması'nın uygulanabilmesi için toplumun tüm kesimlerini ve enerji, inşaat, sanayi, ulaşım, tarım ve ormancılık sektörlerinin dahil olmaları gerekiyor aynı zamanda günlük kararlar büyük önem taşıyor.

Dördüncü ve son bölümünde akıllı şehirler kapsamında enerji kullanımına dair verimliliğini artırmak için geliştirilen ve oluşturulan uygulamalar incelenmiştir. Bu çalışmanın ilk bölümünde belirtildiği gibi akıllı şehirler, enerji kaynaklarının kullanımını optimize etmeye yönelik bir takım çözümler sunmaktadır. Türkiye ve

Dünya'da uygulanan proje örnekleri üzerinde enerji verimliliği ve enerji tasarrufu incelenmiştir. Türkiye'de uygulanan projeler başarılı bulunmuş ve enerji optimizasyonuna katkı sağlamıştır. Türkiye'de akıllı şehir uygulamalarının son yıllarda arttığı görülmektedir. Şu anda İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir, Gaziantep, Antalya, Konya, Kocaeli, Trabzon gibi büyükşehir belediyeleri akıllı şehirleri hayata geçirmek üzere çalışma yapan belediyeler arasında sayılabilir.

Uygulanan projelere baktığımızda: Göller, stadyumlar, otoparklar, binaların çatılarında gibi alanlarında kurulan Güneş Enerjisi Santralleri (GES), atık yakma yöntemi ve metan gazından elektrik üretimi ile enerji açığının kapatılmasına, enerji tasarrufu sağlanmasına, CO₂ emisyonlarının azaltılmasına ve maliyetlerinin düşürülmesine yol açmıştır. Ayrıca Elektrik Enerji Takip Sistemi (ETS) sayesinde enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve enerji maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlanmıştır ve aynı zamanda elektrik akışını anlık olarak izlediği için herhangi bir arıza durumunda müdahale etmektedir. Akıllı aydınlatma, akıllı kavşaklar ve elektrikli otobüslerin enerji verimliliğine ve CO₂ salımının azaltımına katkıda bulunduğunu tespit edilmiştir.

Dünya'da farklı ve başarılı projelere göre akıllı şehir örnekleri ele alınmıştır. Örnek olarak alınan şehirler: Londra'da gerçekleştirilen projede, yeni enerji üretim yöntemi keşfederek, kinetik enerji ile enerji üretimi, tasarrufu ve daha temiz hava sağlamıştır. Bu proje burda kalmayıp diğer şehirlerde de uygulanarak başarılı olmuştur. Tokyo'da akıllı enerji ağı projesi, kojenerasyon sistemi veya kombine ısı ve güç (CHP) kullanarak elektrik ve ısı'nın eşzamanlı üretimini sağlar, dağıtım ve iletim sırasında kayıplarını indirir ve bu şekilde enerji verimliliği sağlıyor ve CO₂ emisyonlarını azaltıyor. Enerji verimliliği ve çevrenin korunması ve böylece iklim değişikliğinin yavaşlatılması için doğa ile uyumlu şekilde tasarlanmış yeşil binalara ihtiyacı kaçınılmazdır. Dünya'da en başarılı yeşil bina örnekleri Singapur'da hayata geçirilmiştir. Singapur'da dünyaya örnek olabilecek yeşil bina projelerinin gerçekleştirildiği görülmüştür. Yeşil binaların önemi daha fazla yeşilik, ağaç dikmek, enerji tüketimini azaltmak veya karbon nötr olmak, su ve diğer kaynakları verimli kullanılmak, atık miktarını azaltmak, sürdürülebilir mobiliteye geçmek, yeşil ekonomi ve kendine yeterliğe dayanmaktadır. Singapur'un 2030 yılına kadar binaların %80'nin yeşil olmasını hedefliyor ve şu an o hedefe doğru gittiği görülmüştür. Amsterdam'daki

sürdürülebilir yüzer topluluk Schoonschip'te geliştirilen projenin enerji, su ve iklim açısından başarılı olduğu kanıtlandı. Schoonschip, elektriğini güneş panelleri ile, ısıtmayı ise su pompaları ile üretir ve aynı zamanda üretilen enerji pillerde depolanabilir. Ayrıca gri su (yeniden kullanılabilir) siyah su (enerjiye dönüştürerek) yeniden değerlendirerek kullanılmaktadır. Evlerin çatılarının üçte biri bahçesine ayrıldığı için, yazın toplumun serinletilmesine yardımcı olur ve atık su ve organizma atık arıtma sisteminden toplanan besinler, gıda üretimi veya bahçe kullanımında değerlendirilmektedir. Son olarak, Paris'te Issy-Grid çatılara kurulan güneş panelleri ile yeni güç, şebeke ve izleme teknolojilerinin entegrasyonu hakkında bir test projesi olarak başladı. 160.000 m²'lik alan üzerinde yer alan proje, yeni teknolojileri kullanarak ve enerji üretimini ihtiyaçlara göre optimize ederek karbon ayak izini azaltmaya ve aynı zamanda sağlığı ve refahı iyileştirmede başarılı olduğunu görmüştür.

İncelenen örnekler çerçevesinde akıllı şehirler yaklaşımının enerji verimliliğini sağlayıcı uygulamaları artırdığı, teşvik ettiği tespit edilmiştir.

Bugüne kadar enerji verimliliğini artırmaya yönelik pek çok fikrin önerildiği ve uygulandığı göz önünde bulundurarak ve bu çalışmada elde edilen sonuçlar çerçevesinde birkaç öneri sunulabilir. Öncelikle enerji verimliliğine ve iklim değişikliğine katkıda bulunabilmek için her bireyin dahil olması esastır. Çoğu durumda, iklim değişikliğinin insan faaliyetlerinden kaynaklandığına dair farkındalık düşüktür ve farkındalığın artmasını teşvik etmek için eğitim verilmelidir. Nüfusun artmasıyla birlikte üretimdeki büyüme de artmakta, bu da üretimdeki artışla birlikte daha yüksek enerji tüketimine yol açmaktadır. Bu nedenle, enerji verimliliğini sağlamak için tüm sektörlerde yenilikçi teknolojilerin kullanılması ve bu teknolojilerin dünyanın tüm bölgelerinde erişilebilir ve kullanılabilir olmasının sağlanmasının önündeki finansman yetersizliği sorununun çözülmesi amacıyla bu konuda ülkeler arası yardımlar daha da artırılmalıdır. İklim değişikliği karşısında enerji üretimi ve tüketimi sırasında CO₂ ve diğer sera gazlarının salımını azaltmak için alınan önlemler yetersiz görünüyor ve bazı ülkelerde Çin, ABD, Hindistan, Rusya, Avrupa Birliği gibi diğer ülkelere göre daha sıkı önlemler alınmalı ve daha yakından izlenmelidir. Bununla ilişkili, planlı ağaç dikimi, bahçe veya terasta meyve sebze yetiştirme, yeşil çatı uygulaması, geri dönüşüme destekleme gibi faaliyetlere bireysel olarak herkes

katılmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması, sosyal ve ekonomik kalkınma için bir teşviktir, toplumun çevresel zorluklara tepkisine katkıda bulunur ve iklim değişikliğiyle başarılı bir şekilde mücadelede kilit bir rol oynar. Sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması, kalkınma hedeflerine ulaşmanın yanı sıra bu konudaki çeşitli uluslararası anlaşmaların başarısı için de esastır.

Daha sonraki akademik çalışmalarda kentsel yönetimlerin akıllı şehir teknolojilerinden nasıl daha etkin faydalanabileceği ve enerji verimliliğini sağlayabileceği konusunda detaylı ve proje bazlı çalışmalar inceleme konusu yapılarak hem kamu yönetimlerine yol gösterilmesi hem de yapılanların bilimsel olarak analizi daha sürdürülebilir bir dünya hedefine bizi bir adım daha yaklaştıracaktır.

KAYNAKÇA

1. Kitaplar

- Aust, Anthony (2000). Modern treaty law and practice, 3rd ed., Cambridge: Cambridge University Press, New York, USA, 2004.
- Azelee, Wan, W. A. B., Ali Rusmidah (2010). Natural gas, 1st ed., INTECH, Skudai, Johor, Malaysia. 2010.
- Brown-Weiss E, vd., (1997). Source of public international law. Editörler: Birnie PW, Boyle AE., International Law & The Environment, 2nd ed., Oxford University Press, UK and New York, USA, 867-869, 2002.
- Bruce, S. (1999). Three early modern Utopias. Utopia, New Atlantis and The House of Pines, 1st ed., Oxford University Press, Oxford, 1999.
- Confalonieri, U., vd. (2007). "Human health. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Intergovernmental Fourth Assessment Report Panel on Climate Change, Editörler: Parry M.L. Parry vd., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, U.S.A.
- Daily G. C. (1997). Nature's service: social dependence on natural ecosystems, 1st ed., Island Press.Washington D.C., 1998.
- Klass, Donald (1998). Biomass for Renewable Energy, Fuel, and Chemicals, 1st ed., Academic Press, San Diego, 35-37, 1998.
- Lake, Caldwell (1980). International Environmental Policy and Law, 2nd ed.,Duke University Press, Durham, London, 1996.
- Elkins, James W. (1999). Chlorofluorocarbons (CFCs). Chapman & Hall Encyclopedia of Environmental Sciences, Editörler: Alexander David E., Fairbridge Rhodes W., Kluwer Academic, Boston, 78-80, 2000.
- Kumar, V. A., Srividya Ajit, Hari Prasad Muruva (2015). Risk Management of Non- Renewable Energy Systems. 1st ed., Springer, Hoang Pham, Piscataway, USA, 2015.
- Kumar, T.M. Vinod, Bharat Dahiya (2017). Smart Economy in Smart Cities, International Collaborative Research: Ottawa, St. Louis, Stuttgart, Bologna, Cape Town, Nairobi, Dakar, Lagos, New Delhi, Varanasi, Vijeyawada, Kohikode, Hong Kong, 1st ed., Springer, Bangkok, Thailand, 2017.
- McElroy, Michael (2010). Energy: Perspectives, Problems and Prospects,1st ed., Oxford University Press: Illustrated print, New York, USA, 2010.
- Marshak, Stephen (2007). Earth: A Portrait of a Planet, 3rd ed., W.W. Norton & Company, New York, USA 2007.

- Peris-Ortiz, Marta, Bennett, Dag R, Yábar, Diana Pérez-Bustamante (2016).
Sustainable Smart Cities: Creating Spaces for Technological, Social and
Business Development, 1st ed., Springer, Roma, Italy, 2017.
- Quaschnig, Volker (2005). Understanding Renewable Energy Systems, 3rd ed.,
Earthscan, UK and US, 2005.
- Şen, Zekai (2008). Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques:
Atmosphere, Environment, Climate Change and Renewable Energy, 1st ed.,
Springer, Istanbul, Türkiye, 2008.
- Tong, Wei (2010). Chapter 1: Fundamentals of wind energy, Kollmorgen
Corporation, Virginia, USA.
- Vermesan O., P. Friess (2013). The Internet of Things: Converging Technologies
for Smart Environments and Integrated Ecosystems. River Publishers,
Denmark.
- Wolfson, Richard (2011). Energy, Environment and Climate, W. W. Norton &
Company, 2nd ed., New York, USA, 2011.

2. Makaleler, Bildiriler ve Diğer Basılı Yayınlar

- Alparslan, Uğur (2008). Türkiye'de 1990 Sonrası Enerji Politikalarının (Petro
Gaz'ın) Kamu Maliyesine Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar
Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa, 245.
- Amaral, S.S., Martins C.M., Soares N.T., vd (2019). Emissions of CO₂, CO,
hydrocarbon gases and PM_{2.5} during the dry season due to deforestation fires in
Brazilian Amazonia, Environment Pollution. International Peer-Reviewed
Journal, 249 (2019), 311–320.
- Agarwal, N., Agarwal G., (2017). Role of Cloud Computing in Development of
Smart. Pacific University India, Research Gate, 2349-784X.
- Alawadhi, S., Nalda A. Aldama, Chourabi H. vd (2012). “Building Understanding
of Smart City Initiatives”, Lecture Notes in Computer Science, 7443 (2012),
40–53.
- Carruthers, John E., vd (1964). Natural gas, The International Sugar Journal 66 (792),
6-10.
- Carnis, Laurent (2018). Current collection of smart cities and transport infrastructures.
European Transport Research Review, Springer Open Blog, 29 (2018), 1-3.
- Colding, Barthel S., Sörgvist P., (2019). Wicked Problems of Smart Cities, MDPI, 2
(4), 512–521.

- Colclough, Graham (2021). Smart Lighting in Cities, EU Smart Cities, (2021) 3-5.
- Cortese, Philippi T.T., Almeida Filho S., Batista Giseli Q. vd (2022). Understanding Sustainable Energy in the Context of Smart Cities: A PRISMA Review, MDPI, DOI: 10.3390/en15072382.
- Department for Business, Innovation and Skills (BIS) (2013). The Smart City Market: Opportunities for the UK, Gov. UK, 136 (2013), 15-22.
- Dafrose, C., Bajaro M., (2012) Horizontal and Vertical Axis Wind Turbines, Word Press, (2012), 1-8.
- ETKB (2016). Türkiye Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, Touche & Tohmatsu (Deloitte) ve Deutsche Energie-Agentur ("Dena") ve EPDK.
- Elkins, James W. (2010). CFCs and their substitutes in stratospheric ozone depletion, NOAA Global Monitoring Laboratory, R/GML1, 325, 18-28, 2010.
- Fourth National Climate Assessment (2017). Our Globally Changing Climate, NCA4, Volume I, 35-61, 2018.
- Farmanbar, Mina, Parham Kiyan, Arild Oystein vd. (2019). A Widespread Review of Smart Grids Towards Smart Cities, Research Gate, DOI:10.3390/en12234484.
- Demirkan, H. (2013). "A Smart Healthcare Systems Framework". IT Professional, 15 (5), 38-45.
- Glaeser, Edward L. (2005). "Urban Colossus: Why New York is America's Largest City?". FRBNY Economic Policy Review, 11 (2), 7-14.
- Gong, J., K. Sumathy. (2016). Active solar water heating systems, Semantic Scholar, DOI:10.1016/B978-0-08-100301-5.00009-6.
- Gürsoy, Oğuzhan (2019). Akıllı Kent Yaklaşımı ve Türkiye'deki Büyükşehirler için Uygulama İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, Hacattepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 10219043.
- Gounaris, Konstantinos, Deligeorgiou Georgios (2014). Natural Gas as an Energy Source, Conference on Advances in Management, Economics and Social Sciences, Rome, Italy, 2014.
- Gorjian, Shiva (2017). An Introduction to the Renewable Energy Resources. Research Gate, DOI:10.13140/RG.2.2.27055.539283.
- Hughes, Owen (1997). Chapter 1: Drought and climate variability in the Limpopo River Basin, FAO, Land and Water Discussion Paper 4, 17-25.

- IPCC (2014). Summary for policy makers. In: Climate Change 2014: Climate Change Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Editörler: Edenhofer, O., R. Pichs Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, vd., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 22-40.
- Jabbar, Akhil M., Shirina Samreen, Rajanikanth Aluvalu, vd. (2018). Cyber Physical Systems for Smart Cities Development. International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.6), 36-38.
- Kostic, Zoran (2020). "COSMOS Smart Junction: Edge Computing and Communication for Bird Eye Object Tracking" 4th International Smart Edge(1996). Solar Water Heating, Energy Efficiency and Renewable Energy, DOE /GO 10096-050 FS 119, 1-7.
- Kumar, Arun, Ånund Killingtveit, Marcos Freitas (2012). IPCC Special report on Renewable energy sources and climate change mitigation, Chapter 5: Hydroelectric, Cambridge University Press, AR4, Cambridge, 6-8.
- Kondra, Imaniyal (2020). "The Use of IT in Higher Education". UGC Care Journal India: Studies of Indian Place Names, 40 (280). 12-16.
- Kavuran, Zeynep Nur (2019). Akıllı Şehir Çalışmaları Kapsamında Tarihi Binaların Üç Boyutlu CBS Ortamında Sunulması: Ankara, Hamamönü Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara, 587385.
- Kiyong, A.N. (2021). Climate change and Smart cities: A study on the application methods of water circulation technologies for smart city, Yüksek Lisans Tezi, KDI School of Public Policy and Management, Korea 11125/42675.
- Lai, Chun Sing, Jia Youwei, Dong Zhekang vd. (2020). "Review of Technical Standards for Smart Cities". Clean Technologies. MDPI. 2 (3), 290-310.
- Lopes, V.N. (2017). Smart governance: A key factor for smart cities Implementation, IEEE International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC), Singapore, 23-26 Haziran 2017.
- Manzella, Adele(2017). Geothermal energy, Institute of Geosciences and Earth Resources, Pisa, Italy, (2017), 1-20.
- Murthy, Ahbished, Dong Han, Dan Jiang vd (2015). Lighting Enabled Smart City Applications and Ecosystems based on the IoT, ResearchGate, EW-201141.
- Mutluer, Mustafa (1990). "Yapısı ve Sorunlarıyla Türkiye de Enerji Sektörü". Ege Coğrafya Dergisi, 5 (1), 184-214.
- Philibert, Cédric (2005). The Present and Future use of Solar Thermal Energy as a

- Primary Source of Energy, InterAcademy Partnership (2005), 6-9.
- Patterson, G. Murray (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. Elsevier, 24 (5), 377-379.
- Moriarty, Patrick, Honnery Damon (2019). "Energy Efficiency or Conservation for Mitigating Climate Change?", MDPI, DOI:10.3390/en12183543.
- Pelka, Joachim, Silke Cuno, Maike Butler vd. (2014). Semiconductor Technologies for Smart Cities, Scientific Committee – CATRENE, 2014, 10.
- Ricotti, M. E. (2013). Nuclear energy: basics, today, future, Research Gate, DOI:10.1051/epjconf/20135401005.
- Ravindranath, N. H. (2004). Environmental Impacts of Energy from Biomass and Municipal Wastes, (2004), 3-5.
- Ross, Rachel (2019). "What Are Coral Reefs", South Carolina Journal of International Law and Business, 16 (3), 96-97.
- Sikder, Amir Kumar, Abbas Acar, vd., (2018). Intelligent Lighting Systems with IoT for Smart Cities, Semantic Scholar, DOI:10.1109/CCWC.2018.8301744
- Schmidt-Rohr, Klaus (2015). "Why Combustion Is Always Exothermic, Giving About 418 kJ Per Mole of O₂", Journal of Chemical Education, 92 (2015), 2094-2099.
- Sriram, Nisha, Member, Shahidehpour Mohammad (2005). Renewable Biomass Energy, IEEE, 0-7803-9156-X.
- Strategic Business Plan, (2014) International Electrotechnical Commission, SMB/6817/R.
- Scholl, L., L. Schipper ve N. Kiang, (1996) "CO₂ emissions from passenger transport: A comparison of international trends from 1973 to 1992", GISS Publications, DOI:10.1016/0301-4215(95)00148-4.
- Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D., Easterling, C.M. vd.,(2012). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA, 167-190.
- Su Yuan, Miao Ziyu ve Wang Chanjuan (2022). The Experience and Enlightenment of Asian Smart City Development—A Comparative Study of China and Japan, MDPI, DOI: 10.3390/su14063543
- Thakuriah, P., Tilahun, N. ve Zeller M. (2017). Big data and urban computing: Innovations and challenges for urban planning and knowledge discovery. Seeing

- Cities from Big Data: Research, Methods and Applications in Urban Informatics, Springle International Publishing, (2016), 11-14.
- Tian, Shuo, Wenbo Yang, Jehane Michael Le Grange vd. (2019). Smart healthcare: making medical care more intelligent, Global Health Journal, 3 (3), 63-65.
- Tomor, Zsuzsanna, Albert Mijer, Ank Michels, Stan Geertman (2019). Smart Governance For Sustainable Cities: Findings from a Systematic Literature Review. Journal of Urban Technology, 26 (4), 3-27.
- TÜSİAD (1998). "21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi", TÜSİAD-T/98-12/239, Aralık, İstanbul.
- Üçişik Erbilin, Süheyla, Güven ŞAHİN (2015). "Enerji Coğrafyası Kapsamında Türkiye'de Linyit", Atatürk Üniversitesi DoğuCoğrafya Dergisi', 20 (33), 135-160.
- Yılmaz, Alper (2012). "Türkiye'de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları". Yüksek Lisans Tezi, T.C. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı, Aydın, İkt-Dr-2012-0001.
- Yılmaz, Vedat, Cüneyt Telsaç (2021). Smart City Components, AL FARABI JOURNAL 10th International Conference on Social Sciences, Malatya, Türkiye, 16-24 Ekim.
- Yılmaz, Mutlu (2021). "Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi". Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4 (2), 33-54.
- Yılmaz, A. O., Uslu, T. (2007). Energy policies of Turkey during the period 1923-2003, Energy Policy, 35 (1), 258-259.

3. Elektronik Kaynaklar

- ASEAN (2018). Smart Cities Framework. <https://asean.org/asean-smart-cities-framework/> 06.01.2021.
- Almerini, Ana (2020). "Where is solar power used the most?" Solar Reviews www.solarreviews.com 12.03.2021.
- ACS Climate Science Toolkit | Narratives (2021). Water Vapor and Climate Change. <https://www.acs.org/content/acs/en/climatescience/climatesciencenarratives/is/water/vapor-not-the-co2.html> 16.04.2021.
- Arch20 (2017). "World's First Smart Street in London Uses Energy-Generating Paving Tiles to Light the Street". <https://www.arch20.com/worlds-first-smart-street-london-uses-energygeneratingpaving-tiles-light-street/> 19.03.2022.
- Akıllı Şehir Kocaeli (2022). "Akıllı Eneji". Kocaeli Büyükşehir Belediyesi.

- <https://akillisehirkocaeli.com/projeler-detay?id=41> 23.03.2022.
- Akıllı Şehir Konya Uygulamaları (2022). "Sıfır Atık Sistemi". Konya Büyükşehir Belediyesi. <https://sifiratik.konya.bel.tr/> 17.02.2022.
- Akıllı Şehir Konya Uygulamaları (2022). "Akıllı Aydınlatma". Konya Büyükşehir Belediyesi. <https://akillisehir.konya.bel.tr/uygulama/akilli-aydinlatma> 17.02.2022.
- Amsterdam Smart City (2016). "GridFriends at Schoonschip". <https://amsterdamsmartcity.com/updates/project/grid-friends> 25.03.2022.
- Antic, Dragan (2019). What is the Internet of Things (Internet of Intelligent Devices). Samo obrazovanje.rs (<https://samoobrazovanje.rs/sta-je-internet-of-things-internet-intelignentnih-uredjaja/>) 26.06.2022.
- Auer, Sören (2013). Open Data Potential for Smart Cities. University of Leipzig. <https://www.slideshare.net/soeren1611/open-data-for-smart-cities> 30.06.2022.
- Acility (2022). "Why connecting manufacturing and industrial assets with IoT?". <https://www.actility.com/industry-4-0-smart-industries/> 04.07.2022.
- Buis, Alan (2019). Atmosphere: A Treatise on Carbon Dioxide Dimensioning Humanity's Impact on Earth's Changing Atmosphere: A Five-Part Series. NASA's Jet Propulsion Laboratory. <https://climate.nasa.gov/news/2915/the-atmospheregetting-a-handle-on-carbon-dioxide/> 01.04.2021.
- Berardelli, Jeff (2021). "NASA measures direct evidence that humans are Causing climate change". CBS Interactive". <https://www.cbsnews.com/news/climate-change-human-cause-nasa-study-carbon-emissions/> 14.03.2021.
- Bhushan Paper (2018). How Big Data Affects Smart Cities. <https://dzone.com/articles/datadriven-smart-cities-from-big-data-to-security> 06.03.2021.
- Bülteni, Beyaz (2019). Akıllı Şehirler. Türkiye Cumhuriyet Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/menu/akillisehirlerkitap_2_0190311022214_20190313032959.pdf 21.06.2021.
- BP. "Oil". Statistical Review of World Energy 2020 | 69th Edition, p. 11th. 26.04.2021.
- BP. Statistical Review of BP World Energy 2020. 05.05.2021.
- BP. Statistical Review of World Energy 2020 | 69th edition. https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy_economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf 25.05.2021

- BBC (2018). Physical and human causes of climate change, Bitesize.
<https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zx234j6/revision/2>
 04.04.2021.
- BTDB (2015). Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı.
<http://www.bilgitoplumu.gov.tr/2015/2015-2018-bilgi-toplumu-stratejisi-ve-eylem-plani-yayimlandi-2/> 08.03.2022.
- Buchholz, Katharina (2020). "Rising Sea Levels Will Threaten 200 Million People by 2100". Statista. <https://www.statista.com/chart/19884/number-of-people-affected-by-rising-sea-levels-per-country/> 17.02.2021.
- BSI (2015). "Smart city overview-Guide, BSI Standards Publication". (2015).
<https://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/> 15.03.2022.
- Cutieru, Andreea (2022). "Amsterdam's Floating Neighbourhood Schoonschip Offers a New Perspective on Circularity and Resiliency". Arch Daily.
<https://www.archdaily.com/964050/amsterdamsfloating-neighbourhood-schoonschipoffers-anew-perspective-on-circularity-and-resiliency> 25.03.2022.
- Climate Clean Air Coalition. "Tropospheric Ozone."
<https://www.ccacoalition.org/en/slcp/tropospheric-ozone> 08.04.2021.
- Climate Data (2021). "Climate London (United Kingdom)".
<https://en.climatedata.org/europe/united-kingdom/england/london-1/>
 28.11.2021.
- Climate Change Connection (2020). UNFCCC. climatechangeconnection.org
 30.03.2021.
- Climate Change Connection (2020). Kyoto Protocol. climatechangeconnection.org
 30.03.2021.
- Ceicdata (2020). "Singapore GDP per Capita, 1960 – 2020".
[https://www.ceicdata.com/en/indicator/singapore/gdp-percapita#:~:text=Singapore%20Gross%20Domestic%20Product%20\(GDP,a,verage%20number%20of%2012%2C764.000%20USD](https://www.ceicdata.com/en/indicator/singapore/gdp-percapita#:~:text=Singapore%20Gross%20Domestic%20Product%20(GDP,a,verage%20number%20of%2012%2C764.000%20USD) 27.11.2021
- Climate-Data (2022). "Climate Amsterdam (The Netherlands)".
<https://en.climate-data.org/europe/the-netherlands/north-holland/amsterdam-3330/> 14.04.2022.
- CCAC (2018). Hydrofluorocarbon (HFCs).
<https://www.ccacoalition.org/en/content/short-lived-climate-pollutant-solutions> 03.04.2021.

Cook, Maria (2018). "Four Consequences of Deforestation". SCIENCING.
<https://sciencing.com/four-consequences-deforestation-7622.html> 18.05.2021.

Conure (2022). Smart Parking Solutions- Top 5 Benefits for the Drivers.
<https://www.conurets.com/smart-parking-solutions-top-5-benefits-for-the-drivers/>
02.07.2022.

Choudhary, Mahashreveta (2019). Six technologies crucial for smart cities.
<https://www.geospatialworld.net/blogs/six-technologies-crucial-for-smart-cities/> 06.12.2020.

Čotar, A. ve Filčić A. (2012). Photovoltaic Systems, Academia.
https://www.irena-istra.hr/uploads/media/Photovoltaic_systems.pdf 18.02.2021.

Decker, Christian (2020). "What is a Smart Environment?"
<https://cdeck3r.com/research/se/> 12.12.2020.

Department for Transport (2020). " Road traffic statistics, London".
<https://roadtraffic.dft.gov.uk/regions/6> 30.11.2021.

Durdak, Abdulsalam (2022). "2021'de elektrikli ve hibrit otomobil satışları katlandı"
<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/2021de-elektrikli-ve-hibrit-otomobil-satislari-katlandi/2467733> 29.02.2022.

DPT (1963–1967), Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ocak–1963, Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Birinci_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-1963-1967.pdf
06.03.2022.

DPT (1968–1972), İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Ikinci_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-1968-1972.pdf
06.03.2022.

DPT (1973–1977), Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Ucuncu_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-1973-1977.pdf
07.03.2022.

DPT (1979–1983), Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı Yayın No: DPT 1664-1979, Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Dorduncu_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-1979-1983.pdf 07.03.2022.

DPT (1985–1989), Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Besinci_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-1985-1989.pdf

08.03.2022.

DPT (1990–1994), Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
<https://www.trakyaka.org.tr/upload/Node/35254/xfiles/plan6.pdf>
08.03.2022.

DPT (1996–2000), Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Yedinci_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-1996-2000.pdf
08.03.2022.

DPT (2001–2005), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Sekizinci_Bes_Yillik_Kalkinma_Plani-2001-2005.pdf 09.03.2022.

DPT (2007–2013), Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Dokuzuncu_Kalkinma_Plani-2007-2013.pdf
09.03.2022.

DPT (2014-2018), Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/Onuncu_Kalkinma_Plani-2014-2018.pdf
10.03.2022.

DPT (2019-2023), Onbirinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ankara.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>
10.03.2022.

Deloitte (2017). “YEKA: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı”.
<https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/energy-and-resources/articles/yenilenebilir-enerji-kaynak-alani.html> 05.03.2022.

EM-DAT (t.y.). <https://public.emdat.be/> 19.03.2021.

European Commission (2018). Smart cities.
ec.europa.eu 08.11.2021

European Commission (2020). “Hydroelectric.” https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/energy-research-and-innovation/hydropower_en
20.03.2021.

Elsevier (2013). Earth systems and environmental sciences.
<https://www.elsevier.com/exhibitions-update/earth-and-environmental-sciences> 05.06.2021.

ESHOT Genel Müdürlüğü (2021). “İzmir'e 100 elektrikli otobüs ve 55 midibüs daha geliyor” <https://www.eshot.gov.tr/tr/Haberler/3893/91> 19.02.2022.

- ESHOT Genel Müdürlüğü (2022) ‘‘ SIFIR EMİSYONLU TOPLU ULAŞIM PROJESİ ‘‘. <https://www.eshot.gov.tr/tr/CevreselSonuclar> 02.04.2022/
- European Comission (2022). ‘‘Issy Grid’’. <https://ses.jrc.ec.europa.eu/issygrid> 24.03.2022.
- Fred Economic Data (2020). ‘‘ Per Capita Personal Income in Norwich-New London, CT (MSA)’’. <https://fred.stlouisfed.org/series/NORW409PCPI> 29.11.2021.
- FOLDOC Geospatial Technology GIS Empowering the Growth of Smart Cities. VizExperts <https://www.vizexperts.com/gis/geospatial-technology-gis-empowering-thegrowth-ofsmart-cities> 01.02.2021.
- Fujita, Rod (2018). ‘‘5 ways climate change is affecting our oceans’’. EDF. <https://www.edf.org/blog/2013/10/08/5-ways-climate-change-affecting-our-oceans> 26.03.2021.
- FICCI-PWC Report (2018). Blockchain: The Next Innovation to Make Our Cities Smarter. <https://ficci.in/spdocument/22934/Blockchain.pdf> 19.02.2021.
- Guest Contributor (2020). City of London smart city initiative. <https://www.smartenergy.com/industry-sectors/policy-regulation/city-of-london-smart-city-initiative/> 12.28.2021.
- Global Atmospheric N2O (2021). ‘‘Küresel N2O Düzeyleri’’. www.n2olevels.org 30.02.2021.
- Gordon, Philip (2020). ‘‘UK: clean energy outstrips fossil fuels in 2019’’. <https://www.smart-energy.com/renewable-energy/uk-clean-energy-outstrips-fossil-fuels-in2019/12/28/2021> 12.28.2021.
- Gotcher, Malarie, Saleh Taghvaeian, Justin Quetone Moss (2017). Smart Irrigation Technology: Controllers and Sensors. Oklahoma State University. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/smart-irrigation-technology-controllers- and-sensors.html#:~:text=Smart%20irrigation%20technology%20uses%20weather,maintaining%20plant%20health%20and%20quality> 03.07.2022.
- Gaur, A., Augusty A. vd (2021). ‘‘American oil driller.’’, Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Edwin-Laurentine-Drake> 21.02.2021
- Howells, Jan (2018). ‘‘ Smart cities need open data’’. Orange Business Services. <https://www.orange-business.com/en/blogs/smart-cities-need-open-data> 08.01.2021.
- Haber46 (2015). ‘‘ Kahramanmaraş'ta akıllı solar direklerde ücretsiz internet ve şarj hizmeti’’. (<https://www.haber46.com.tr/teknoloji/kahramanmaraş-ta-akilli-solar-direklerde-uccretsizinternet-ve-sarj-hizmeti-h130382.html>). 18.02.2002.

- Hydro Point (t.y.). "What Is Smart Irrigation?". <https://www.hydropoint.com/what-issmartirrigation/#:~:text=Smart%20irrigation%20technology%20is%20the,improve%20outdoor%20water%20use%20efficiencies> 23.01.2022.
- IHA (t.y.). Types of hydropower. <https://www.energy.gov/eere/water/types-Hydropower.plants#:~:text=LEARN%20MORE&text=There%20are%20three%20types%20of,renewable%20energy%20to%20the%20grid> 17.04.2021.
- IEA (2020). Natural Gas Report. www.iea.org 08.05.2021.
- IGI Global (2022). "What is Smart Governance". IGI Global Publisher of Timely Knowledge. <https://www.igi-global.com/dictionary/do-smart-city-solutions-contribute-to-the-achievement-of-the-sustainable-development-goals/58493#:~:text=Smart%20governance%20is%20about%20the,that%20public%20services%20are%20delivered> 29.06.2022.
- Î-SCOOP (2022). Smart grids: electricity networks and the grid in evolution. <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/smart-grids-electrical-grid/> 02.07.2022.
- IEA (2021). "Global Energy Review: An assessment of the impact of economic recovery on global energy demand and CO2 emissions in 2021". <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021/co2-emissions> 11.07.2021.
- IEA. Key World Energy Statistics 2020. Final Energy Consumption. IEA, s. 39. <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2020/final-consumption> 14.03.2021.
- Issy. Com (2021). "Smart City". <https://www.issy.com/en/smart-city> 24.03.2022.
- Issy. Com (2021). "IssyGrid, un succès qui ouvre la voie au modèle français du smart grid" <https://www.issy.com/issygrid> 24.03.2022.
- Intechnology (2022). Why Edge Computing is vital for Smart Cities. Intechnology Smart Cities. <https://www.intechnologysmartcities.com/blog/why-edge-computing-is-vital-for-smart-cities/> 01.07.2022.
- IPCC AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/> 07.07.2022
- James, Laura (2013). Defining Open Data. Open Knowledge Foundation. <https://blog.okfn.org/2013/10/03/defining-open-data/> 30.06.2022.
- Jones, Dave (2021). Global Electricity Review. From Coal to Clean Energy Policy. EMBER. Deforestation". NASA Tropical Deforestation Survey Maintaining Tropical Forest References. https://earthobservatory.nasa.gov/features/Deforestation/deforestation_update3

[.php](#) 18.04.2021.

JFS (2010). "Tokyo Gas Co., Osaka Gas Co. Jointly Launching Smart Energy Network Demonstration Project"
https://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id030130.html 20.03.2022.

Jaganmohan, Madhumitha (2021). "Global tree cover loss 2020, by key country". Statista. <https://www.statista.com/statistics/1025472/tree-cover-loss-global-bycountry/> 08.06.2021.

Jamrozik, Nadia (2019). "What is Smart Waste Management?" IoT for All. <https://www.iotforall.com/smart-waste-management> 18.06.2021.

Kuo, Gioietta (2019). What Happens After Fossil Fuels Run Out? MAHB. <https://mahb.stanford.edu/library-item/fossil-fuels-run/> 20.02.2021.

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi. (2022). "Akıllı Solar Direk Uygulaması". <https://kahramanmaras.bel.tr/proje/akilli-solar-direk-uygulamasi> 18.02.2022.

Kumar, Prabhakar (2020). Role of Geospatial Technology in Smart Cities. CIOTechOutlook. <https://transport-logistics.ciotechoutlook.com/cxinsight/role-of-geospatial-technology-in-smart-cities-nid-6352-cid-94.html>

Lewis, Adam (2021). "Labour market update for London – June 2021". London Datastore. <https://data.london.gov.uk/briefings/labour-market-update-for-londonjune-2021/> 28.11.2021.

Les Smart Grids (2017). "IssyGrid, le premier smart grid français, atteint la maturité". <https://lessmartgrids.fr/issygrid-premier-smart-francais/> 25.03.2022.

Lee, Joyce, Zhao Feng (2020). GWEC: Global Wind Energy Report 2019. https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/08/Annual-Wind-Report_2019_digital_final_2r.pdf 19.02.2021.

Laughlin, Robert B. (2012). Solar Energy Perspectives, IEA, 19-22. <http://large.stanford.edu/courses/2016/ph240/sheu1/docs/iea-solar-2011.pdf> 28.02.2021.

Mayor of London. (2021). "Energy for Londoners". <https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/energy/energy-londoners> 28.11.2021.

Macrotrends (2020). 'London, UK Metro Area Population 1950-2021'. <https://www.macrotrends.net/cities/22860/london/population#:~:text=The%20curren>

[t%20metro%20area%20population,a%201.38%25%20increase%20from%202019](#)

28.11.2021.

Module 12. (t.y.). Energy efficiency technologies and benefits, UNIDO, 4-14.
https://www.unido.org/sites/default/files/2009-02/Module12_0.pdf 03.06.2022.

Macrotrends (2022). "Tokyo, Japan Metro Area Population 1950-2022".
<https://www.macrotrends.net/cities/21671/tokyo/population#:~:text=The%20current%20metro%20area%20population,a%200.11%25%20decline%20from%202019> 14.04.2022.

Macrotrends (2022). "Amsterdam, Netherlands Metro Area Population 1950-2022".
<https://www.macrotrends.net/cities/21930/amsterdam/population> 14.04.2022

Macrotrends (2020). "Netherlands Manufacturing Output 1969-2022".
<https://www.macrotrends.net/countries/NLD/netherlands/manufacturing-output> 14.04.2022.

Macrotrends (2020). "France Manufacturing Output 1960-2022".
<https://www.macrotrends.net/countries/FRA/france/manufacturing-output> 14.04.2022.

Miva (2021). The Economic and Environmental Benefits of Ecommerce. Miva.
<https://blog.miva.com/economic-environmental-benefits-of-selling-online> 29.06.2021.

Maayan, Gilad David (2020). How Big Data Impacts Smart Cities. Dataversity.
<https://www.dataversity.net/how-big-data-impacts-smart-cities/#:~:text=Big%20data%20can%20have%20an,%2C%20city%20budgets%2C%20and%20more.&text=Smart%20cities%20must%20provide%20security,predict%20the%20exact%20crime%20location> 30.06.2022.

Mazer, Steve (2020). "An Introduction to Smart Transportation: Benefits and Examples". DİĞİ. <https://www.digi.com/blog/post/introduction-to-smart-transportation-benefits> 02.07.2022.

Mr. Fill (2020). "What is Smart Waste:". <https://civic.ie/products-copy-1#:~:text=The%20Mr.,collection%20at%20a%20lower%20cost> 03.07.2022.

Maabir (2021). Nükleer Enerji. Maabir.com, Enerji Ticaret Platformu.
<https://maabir.com/nukleer-enerji-nedir-yararlari-ve-zararlari-nelerdir/> 04.07.2022.

- Narang, Kishor (2020). "5G and Smart Cities Interplay – Will 5G make smart cities a Common reality? IEEE Future networks. <https://ieee-wf-5g.org/5g-smart-citiesvertical/> 15.03.2021.
- NASA (2021). "Overview: Weather, Global Warming and Climate Change. Global Climate Change: Vital Signs of the Planet". <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vsclimate-change/> 11.03.2021.
- NOAA. (2019). "Coral reef ecosystems". <https://www.noaa.gov/education/resourcecollections/marine-life/coral-reef-ecosystems> 30.03.2021.
- NOAA. (2020). "Ocean Acidification". <https://www.noaa.gov/education/resourcecollections/ocean-coasts/ocean-acidification> 30.03.2021.
- NOAA SciJinks (2020). All About Weather scijinks.gov 24.02.2021.
- NEED Project (2018). "Intermediate Energy Infobook". <https://fdocuments.in/document/energy-consumption-needorg-2018-the-need-project-intermediate-energy-infobook.html?page=1> 09.06.2021.
- NOAA (2021). Global Monitoring Division of NOAA's Earth System Research Laboratory. www.esrl.noaa.gov 09.05.2021.
- NUNEZ, CHRISTINA (2019). "OZONE DEPLETION". National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/ozone-depletion> 08.04.2021.
- NEED (2018). NEED Project Primary and Secondary Energy Information Book. <https://www.need.org/need-students/energy-infobooks/> 24.04.2021.
- Patel, Mayuri (2018). Understanding the Role of Smart City & its Components in the IoT Era. E-Infochips. <https://www.einfochips.com/blog/understanding-the-roleof-smart-cityand-its-components-in-the-iot-era/> 12.02.2021.
- Paris Perfect (2022). "Average Annual Rainfall & Temperature in Paris". <https://www.parisperfect.com/plan-your-trip/practical-information/weather-in-paris.php> 14.04.2022.
- Pidcock, Roz (2015). The new satellite reveals the places on Earth most at risk from Ocean acidification. Carbon Summary. <https://www.carbonbrief.org/new-satellite-revealsplaces-on-earth-most-at-risk-from-ocean-acidification> 30.03.2021.
- PIB (2021). "Population in Brief". National Population and Talent Division, Strategy Group, Prime Minister's Office Singapore Department of Statistics. <https://www.population.gov.sg/files/mediacentre/publications/Population-in-brief-2021.pdf> 20.04.2022.

- Percival, Martin (2022). Smart Cities Need Edge Computing. TechRadar.
<https://www.techradar.com/features/smart-cities-need-edge-computing>
01.07.2022.
- Paz, Antoni (2019). New Technologies in Smart Cities. <https://www.e-zigurat.com/innovation-school/blog/new-technologies-smart-cities/>
29.12.2020.
- RMIT University (2019). "What are cyber-physical systems?".
<https://www.rmit.edu.au/news/c4de/what-are-cyber-physical-systems>
01.07.2022.
- Rys, Rick (2022). Smart Metering Improves Efficiency in Smart Cities. ARC Advisory Group. <https://www.arcweb.com/industry-best-practices/smart-metering-improves-efficiency-smart-cities> 02.07.2022.
- Rogers, Kara (t.y.). "Hydrofluorocarbon." Encyclopedia Britannica.
<https://www.britannica.com/science/hydrofluorocarbon> 23.05.2021.
- Rafferty, John P. (2021). The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Encyclopedia Britannica.
<https://www.britannica.com/explore/savingearth/montreal-protocol#:~:text=Montreal%20Protocol%2C%20formally%20Montreal%20Protocol,depletio n%20of%20Earth's%20ozone%20layer> 25.03.2021.
- Reilly, John. (2011). Greenhouse gases, water vapor and you. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change Massachusetts Institute of Technology. <https://globalchange.mit.edu/news-media/in-the-news/greenhouse-gases-water-vapor-and-you> 28.03.2021.
- Sciencing (2018). Human Effects on Freshwater Ecosystems".
<https://sciencing.com/human-impacts-freshwater-ecosystems-23308.html>
15.03.2021.
- Sidorenko, Irina (2019). How Smart Cities Use IoT-Based Parking Solutions. IoT for All. <https://www.iotforall.com/smart-parking-system> 28.12.2020.
- Somani, Sharad (2022). "Singapore will need to fast-track Green Plan initiatives while pushing for longer term ambitions". KPMG
<https://home.kpmg/sg/en/home/media/presscontributions/2022/02/singapores-green-plan-will-need-to-fast-track-initiatives-while.html> 26.03.2022.
- Smart City Press (2017). "Smart Management for Smart Cities".
www.smartcity.press 18.02.2021.
- Smart City Hub (2017). "Smart city, city of drones".
<https://smartcityhub.com/mobility/cityof-drones/> 19.02.2021

State Audit Office (2008). "The Changing Manufacturing Sector in Upstate New York: Growth Opportunities". A series of investigations from the State Audit Office.

<https://www.osc.state.ny.us/files/localgovernment/publications/pdf/manufacturingreport.pdf> 4.10.2021.

Statista. (2021). "Turkey: Gross domestic product (GDP) in current prices from 1986 to 2026(in Billion U.S. dollars)".

<https://www.statista.com/statistics/263757/gross-domesticproduct-gdpin-turkey/> 27.11.2021.

Statista (2020). "Gross domestic product (GDP) of the manufacturing industry in Singapore from 2011 to 2020".

<https://www.statista.com/statistics/625430/gdpof-themanufacturing-industry-in-singapore/> 27.11.2021.

Statista (2019). " Gross domestic product of London from 1998 to 2019(in million GBP)". <https://www.statista.com/statistics/378972/gdp-of-london/> 29.11.2021.

Statista (2020). "United Kingdom: Distribution of gross domestic product (GDP) Across economic sectors from 2010 to 2020"

<https://www.statista.com/statistics/270372/distribution-of-gdp-across-economicsectors-in-the-united-kingdom/> 29.11.2021.

Statista (2022). " Japan: Gross domestic product (GDP) in current prices from 1986 to 2026(in billion U.S. dollars)".

<https://www.statista.com/statistics/263578/gross-domestic-product-gdp-of-japan/> 14.04.2022.

Statista (2020). " Netherlands Household Income per Capita".

<https://www.ceicdata.com/en/indicator/netherlands/annual-household-incomeper-capita#:~:text=Capita%20in%202020%3,Netherlands%20Annual%20Household%20Income%20per%20Capita%20reached%2040%2C048.820%20USD%20in,table%20below%20for%20more%20data> 14.04.2022.

Statista (2021). " Travel distance per year among private car owners in Japan as of July 2021". <https://www.statista.com/statistics/645317/japan-share-passenger-car-travel-distance/> 14.04.2022.

Statista (2022). " Forecasted population of Paris in France from 2019 to 2050(in million inhabitants)". <https://www.statista.com/statistics/1047271/forecast-paris-population-france/> 14.04.2022.

- Statista(2022). " Leading European cities by gross domestic product in 2017/18(in billion euros)". <https://www.statista.com/statistics/923781/european-cities-by-gdp/> 14.04.2022.
- Stanley, Morgan (2022). Nuclear Energy. National Geographic. <https://education.nationalgeographic.org/resource/nuclear-energy> 04.07.2022.
- Shinn, Lora (2021). Renewable Energy: The Clean Energy Facts. NRDC. <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts> 05.07.2022.
- Shikolo, Boris (2022). Smart Building Technology: Concept, Features, and Application.Science Soft. <https://www.scnsoft.com/blog/smart-buildings> 03.07.2022.
- Tan, Allan (2020). Opportunities for greater AI use in smart cities. <https://futureiot.tech/opportunities-for-greater-use-of-ai-in-smart-cities/> 05.02.2021.
- Thales Group (2019). "Secure, sustainable smart cities and the IoT". <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-andsecurity/iot/inspired/smart-cities> 19.04.2021.
- Trade Economics (t.y.). "Turkey Inflation Rate". <https://tradingeconomics.com/turkey/inflationcpi> 27.11.2021.
- Trade Economics (2020). 'Singapore GDP'. <https://tradingeconomics.com/singapore/gdp#:~:text=GDP%20in%20Singapore%20is%20expected,according%20to%20our%20econometric%20models> 27.11.2021.
- TÜİK (2021). "Türkiye İstatik Kurumu. 'İstatik Veri Portalı". <https://data.tuik.gov.tr/> 27.11.2021.
- Trading Economics (2018). " Singapore - Agricultural Land (% Of Land Area)". [https://tradingeconomics.com/singapore/agricultural-land-percent-of-land-areawb-data.html#:~:text=Agricultural%20land%20\(%25%20of%20land%20area\)%20in%20Singapore%20was%20reported,compiled%20from%20officially%20recognized%20sources](https://tradingeconomics.com/singapore/agricultural-land-percent-of-land-areawb-data.html#:~:text=Agricultural%20land%20(%25%20of%20land%20area)%20in%20Singapore%20was%20reported,compiled%20from%20officially%20recognized%20sources) 28.11.2021.
- Taşımacılar.com (2021). " ESHOT ,100 adet elektrikli otobüs alacak". <https://www.tasimacilar.com/toplu-tasima/eshot-100-adet-elektrikli-otobus-alacak-22385h> 18.02.2022.
- Tokyo Metropolita Government (2021). " Tokyo Metropolis Population Overview".

- <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2021/08/30/03.html>).
22.03.2022.
- Trading Economics (2018). "Japan - Agricultural Land (% Of Land Area)". <https://tradingeconomics.com/japan/agricultural-land-percent-of-land-area-wb-data.html> 14.04.2022.
- Trading Economics (2022). "Japan Employment Rate". <https://tradingeconomics.com/japan/employment-rate> 14.04.2022.
- Trading Economics (2018). "Netherlands - Agricultural Land (% Of Land Area)". [https://tradingeconomics.com/netherlands/agricultural-land-percent-of-land%20%20areawb%20data.html#:~:text=Agricultural%20land%20\(%25%20of%20land%20area\)%20in%20Netherlands%20was%20reported,compiled%20from%20officially%20recognized%20sources](https://tradingeconomics.com/netherlands/agricultural-land-percent-of-land%20%20areawb%20data.html#:~:text=Agricultural%20land%20(%25%20of%20land%20area)%20in%20Netherlands%20was%20reported,compiled%20from%20officially%20recognized%20sources) 14.04.2022.
- Thangarathinam, Thiru (2019). Three Key Elements Of A Successful Smart City. Forbes Technology Council. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/11/14/three-key-elements-of-a-successful-smart-city/?sh=5c30429f31d4> 28.06.2022.
- The World Bank. (2019). "Urban Population". <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS> 08.12.2020
- The World Bank (2020). "Labor force, total- France". <https://data.worldbank.org/indicator/SL.TLF.TOTL.IN?locations=FR> 14.04.2022.
- TÜİK (2022). "Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2021" <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari\2021-45500-> 2.13.2022.
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2020). "Petrol Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu" <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-104/petrolaylik-sektor-raporu> 21.04.2022.
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2020). "Doğal Gaz Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu". <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/yillik-sektor-raporu> 21.04.2022.
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2020). "Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu". <https://www.epdk.gov.tr/> 21.04.2022.
- TSKB (2021). "Enerji Görünümü". <https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2021.pdf> 18.04.2022.

- US EPA (2019). Climate Change Adaptation Resource Center (ARC-X).
<https://www.epa.gov/arc-x> 08.03.2021.
- US EPA (2017). "The Effects of Climates on Forests".
https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-forests_.html#:~:text=Climate%20change%20could%20alter%20the,can%20recover%20from%20a%20disturbance 15.03.2021.
- US EIA (2021). "Natural gas explained". <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/> 14.06.2021.
- US EPA. Greenhouse gas emissions. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks> 28.03.2021.
- US IEA (2021). "New York State Energy Profile".
<https://www.eia.gov/state/?sid=NY>
03.11.2021.
- URBANET (2016). "The world urban population | Infographics"
- <https://www.urbanet.info/world-urban-population/> 08.12.2020.
- World Bank. (2019). 'Labour, total - Singapore'.
<https://data.worldbank.org/indicator/SL.EMP.SELF.ZS?locations=SG>
26.11.2021.
- Weather Spark (2021). "Climate and Average Weather Year Round in London United Kingdom" <https://weatherspark.com/y/45062/Average-Weather-in-London-UnitedKingdom-Year-Round#:~:text=Climate%20and%20Average%20Weather%20Year,or%20above%2084%C2%B0F> 30.11.2021.
- World Population Review (2022). "London Population 2022".
<https://worldpopulationreview.com/world-cities/london-population>
18.03.2022.
- WPR (2022). "Richest City in the World".
<https://worldpopulationreview.com/world-city-rankings/richest-city-in-the-world> 14.04.2022.
- Weather Spark (2022). "Climate and Average Weather Year Round in Tokyo".
<https://weatherspark.com/y/143809/Average-Weather-in-Tokyo-Japan-Year-Round> 14.04.2022.
- Weather Spark (2022). "Climate and Average Weather Year Round in Amsterdam, Netherlands".
<https://weatherspark.com/y/51381/Average-Weather-in->

[Amsterdam-Netherlands-Year-Round](#) 14.04.2022.

Weather & Climate (2022). "Climate in Tokyo (Tokyo Prefecture), Japan".
<https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,Tokyo,Japan> 14.04.2022.

World Population Review (2022). "Paris Population 2022".
<https://worldpopulationreview.com/world-cities/paris-population>
14.04.2022.

Winstedt, Richard O. (2022). Singapore. Britannica
<https://www.britannica.com/place/Singapore> 05.07.2022.

Zhang, Yahong (2019). "3D Technology in Business: Bringing Imagination to Life. Hapticmedia" <https://hapticmedia.com/blog/3d-technology/> 28.01.2021.



ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Rojaye, Karadağ'da tamamladı. 2013 yılında öğrenim hayatını Kocaeli, Türkiye'de devam etti. 2014 yılında Türkçe hazırlığını tamamladıktan sonra Kocaeli Üniversitesi Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü'nde başladı. Lisans hayatını 2018'da tamamladıktan sonra 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Kentleşme ve Çevre Sorunları Programı'nda yüksek lisans eğitimine başladı



