

Dünya ve Türkiye’de Enerjide Büyümeler, Oranlar ve Kıyaslamalar

Bariş Sanlı, barissanli.com

1.Giriş	1
2.Metodoloji	1
3.Enerji Görünümü	1
3.1.Enerji Kaynaklarındaki Büyüme Oranları	1
3.2.Dünyadaki Büyük Fosil Yakıt Üreticileri ve Payları	8
3.3.Türkiye	10
3.4.Türkiye ve Dünya	13

1.Giriş

2020 yılı Covid19 sebebiyle Dünya’da ve Türkiye’de enerji talebini, emisyonları ciddi oranda düşürdü. BP’nin 8 Temmuz 2021’de yayınlanan BP istatistik değerlendirmesi raporunda¹ ve veri setinde bu değişim net olarak da belirtilmiştir. Bu raporda, açık kaynak olarak ücretsiz ve küresel enerji verilerinin bölüştüğü BP istatistik verileri ile Türkiye ve Dünya’daki enerji gelişmelerine dair uzun dönemli trendleri paylaşmaktır.

2.Metodoloji

BP istatistik veri setinin konsolide edilmiş Excel dosyası² üzerinden, Jupyter notebook³ üzerinden Python kullanılarak veriler yeniden şekillendirilmiş, “seaborn”⁴ gibi kütüphaneler ile de farklı grafikleme yöntemleri kullanılmıştır. Veri görselleştirilme aşamasında parametrelerin tek tek grafiklenmesi yerine, daha fazla parametreyi seçilebilir ölçüde aynı grafikte göstermek için renk paleti özellikle canlı (“seaborn-bright”) seçilmiştir. BP istatistiklerinde dikkat edilmesi gereken bir çok nokta vardır. Bunlardan bir tanesi de yenilenebilir içinde hidroelektrik kaynaklarının olmamasıdır. IEA’e göre hidroelektrik yenilenebilir kapsamına girmektedir⁵. BP’de ise bu ayrıdır. Kod dosyası ise “barissanli.com/calismalar/2021” adresinden “.ipynb” formatında Ağustos ayından itibaren erişilebilir.

3.Enerji Görünümü

3.1.Enerji Kaynaklarındaki Büyüme Oranları

Dünya enerji ve elektrik talep artışında yıldan yıla değişimler çok farklı olabilir ama 5 yıllık hareketli ortalamaların yüzdesel değişimine baktığımızda en çok göze çarpan 2000-2008 dönemidir. Buna kısaca Çin etkisi de diyebiliriz. Arkasından gelen 2008 krizi ve sonra dünya ekonomisinin yavaş yavaş toparlanması petrol büyüme rakamlarından takip edilebilir. Kömür tüketiminde 2002-2008 dönemindeki hızlı artış ve son 5 senedeki düşüş de gözden kaçmamalıdır. Elektrik ve birincil enerjinin birbirini takip etmesi de dikkate değerdir.

¹ BP Dünya Enerjisinin istatistiksel değerlendirmesi raporu, 8 Temmuz 2021, BP, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html>

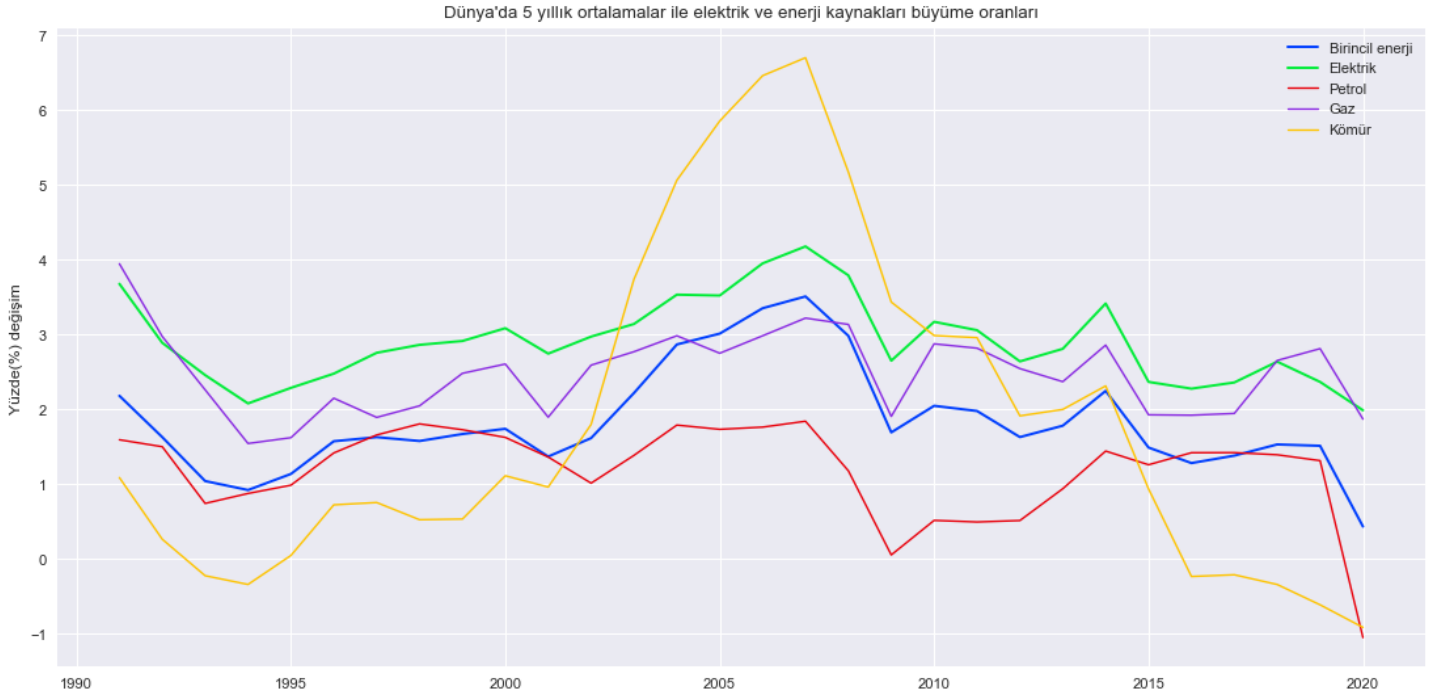
² BP Dünya Enerjisinin istatistiksel değerlendirmesi konsolide veri seti, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/xlsx/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-consolidated-dataset-narrow-format.xlsx>

³ Jupyter Notebook, <https://jupyter.org>

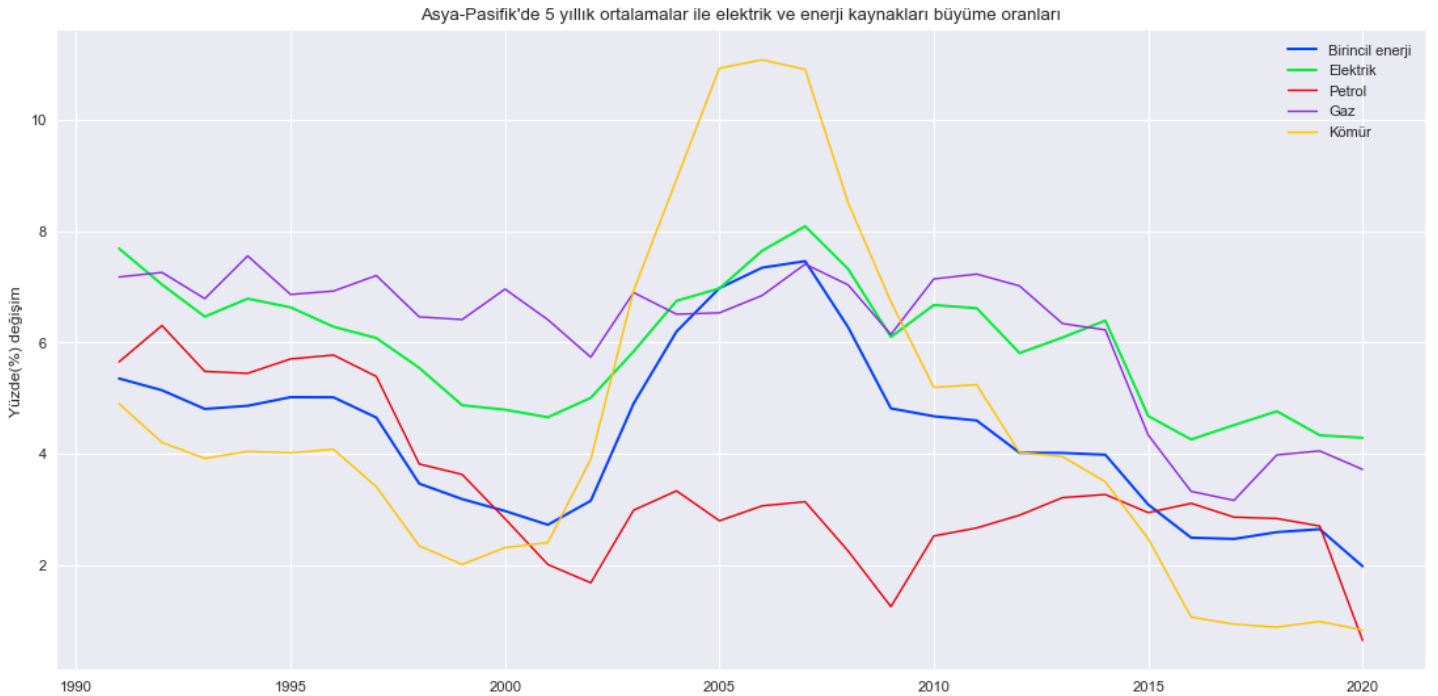
⁴ Seaborn, Python veri görselleşmesi kütüphanesi, <https://seaborn.pydata.org>

⁵ Hydropower Special Market Report, IEA, Haziran 2021, <https://www.iea.org/reports/hydropower-special-market-report>

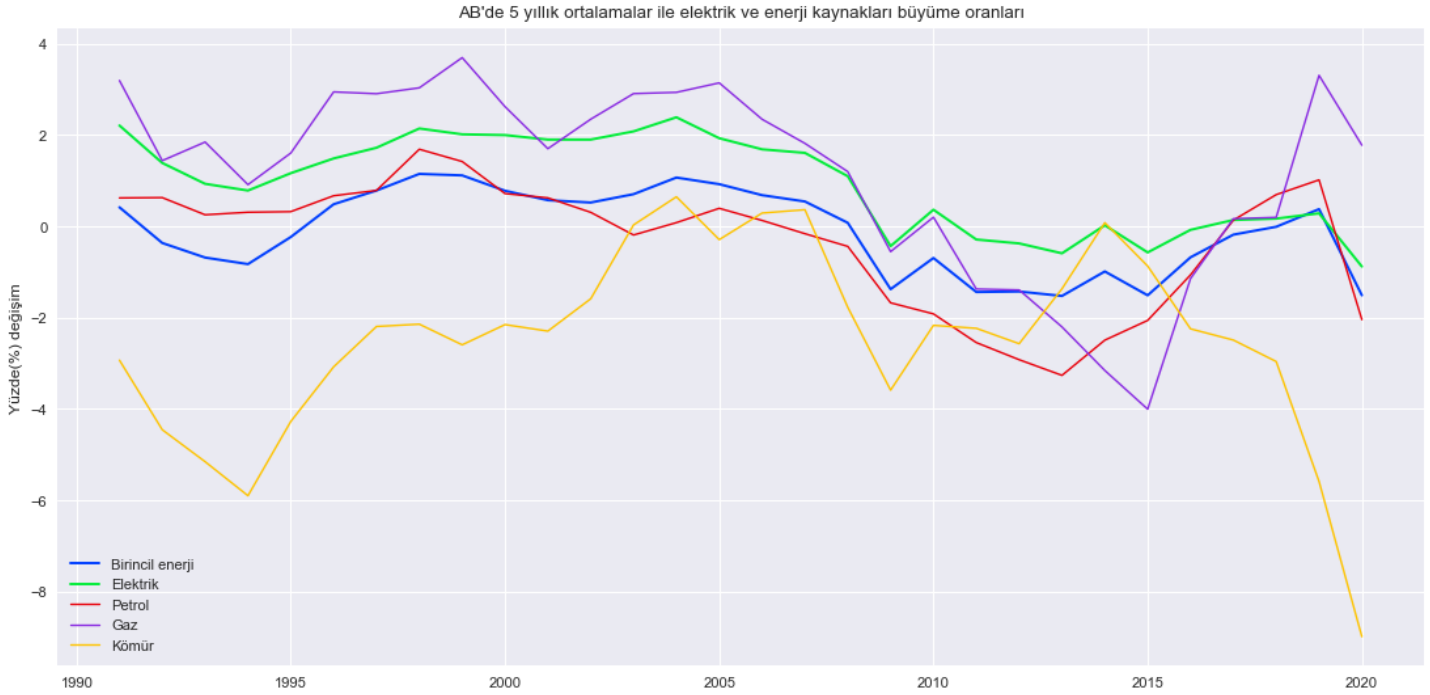
Fakat uzun vadede petrol talebi hep %1+ civarında olurken, birincil ve elektrik enerjisinde kademeli yavaşlama görülmektedir.



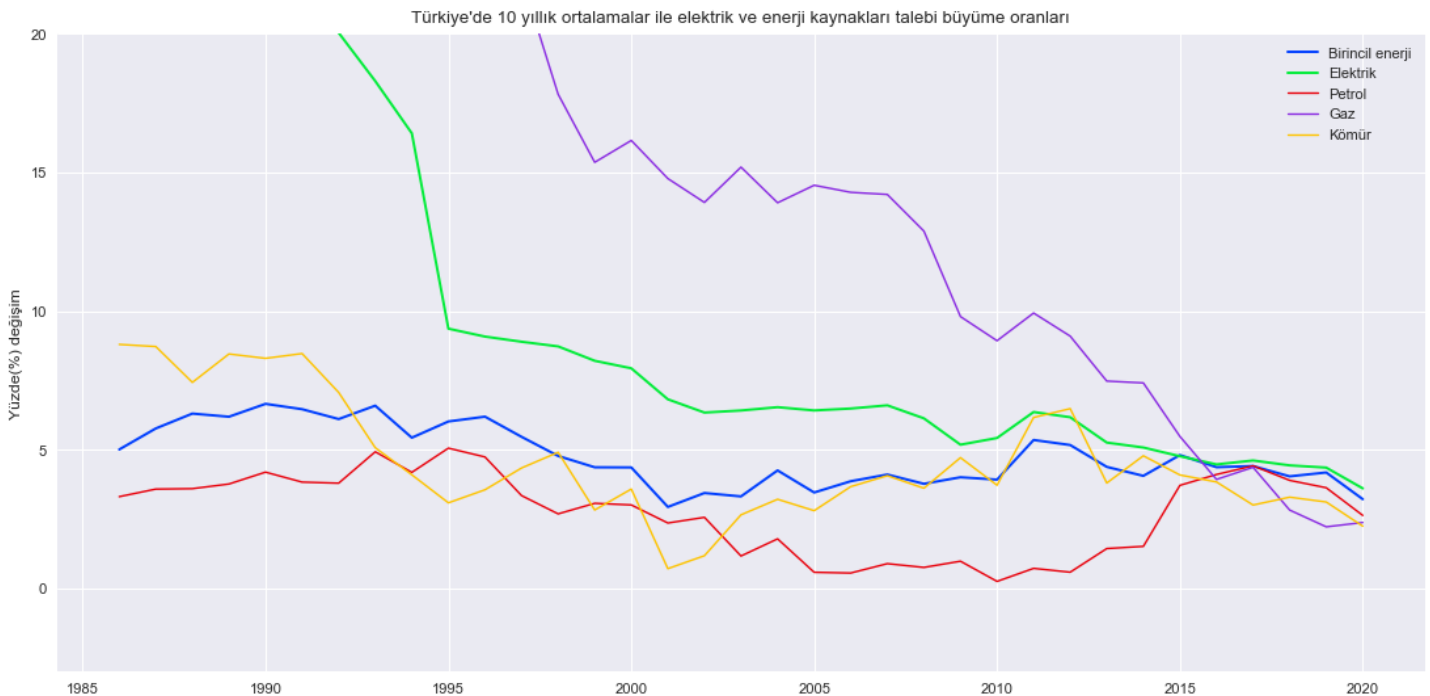
Daha detayda Asya-Pasifik bölgesine bakarsak kömürün artışının özellikle çok daha yüksek olduğu (%10+) görülecektir. Dünyaya kıyasla Asya-Pasifik'teki enerji talebindeki yavaşlama çok daha belirgindir. Dünya ortalamasında %2-3 civarında olan büyümeler Asya-Pasifik'te %4-6 civarındadır.



Avrupa Birliğinde(“AB”)’de ise kömürün çok uzun zamandır (30 yıl) zaten anlamlı bir büyüme göstermediği de görülebilir. Gaz(“doğal gaz”) hariç tüm talep artışları ya çok düşük ya da negatif bölgededir. Petrol talebinde 2008 krizinin etkisi net olarak görülebilmektedir. Fakat bu etkinin 2019’a doğru kaybolduğu ve 2020’de tekrar sekteye uğradığı da gözden kaçmamalıdır.

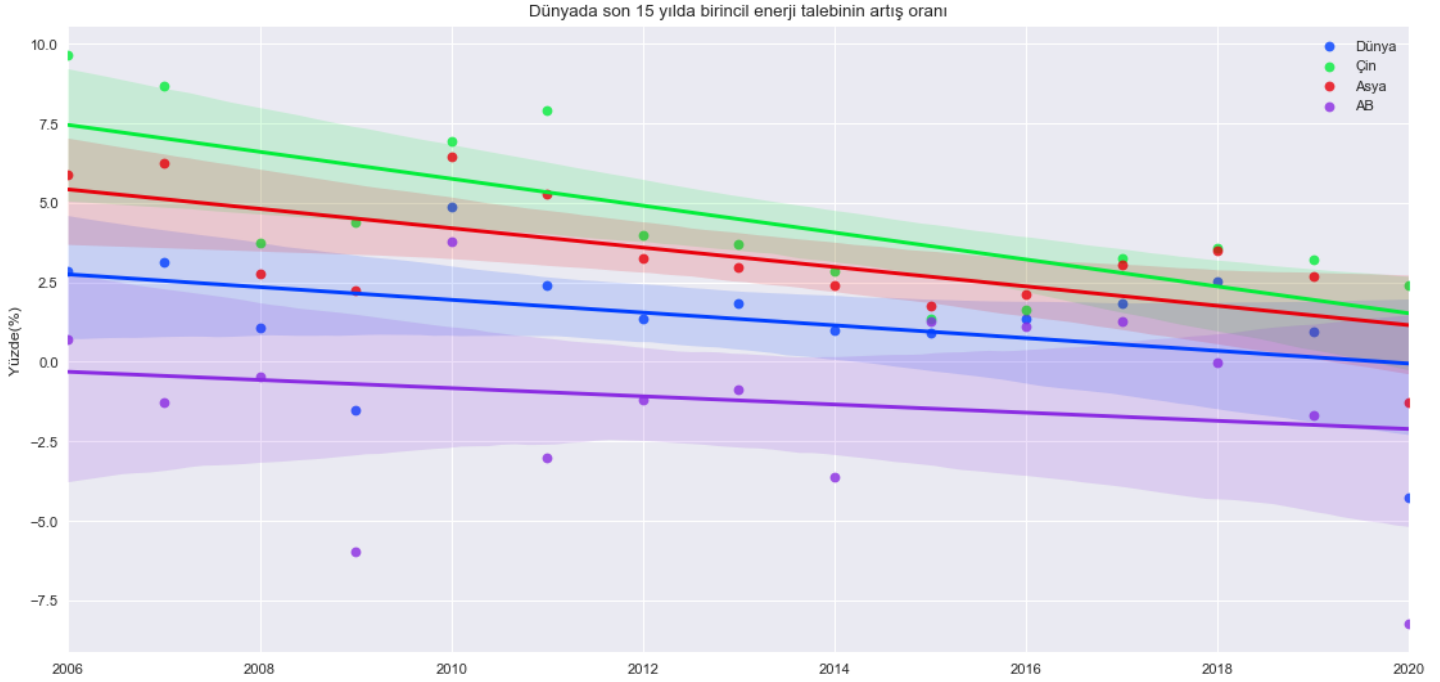


Türkiye özelinde ise elektrik ve doğalgazdaki büyüme oranlarının son 5 yılda %5 altında bir rakama yakınsadığı rahatlıkla görülmektedir. Bunun temel sebebi tüm modern enerji kaynaklarındaki penetrasyonun tamamlanması ile büyümenin sadece mevcut tüketicilerin tüketim artışlarından kaynaklanıyor olması olabilir. Birincil enerji talebi oldukça kararlı olurken, 2015 sonrasında petrol talebindeki artış da önemlidir.



Şimdi bir de Dünya’da Çin, Asya ve AB bölgelerinde kaynakların değişimine bakmakta fayda var. Aşağıdaki grafiklerde noktalar veri noktası, gölgeli alanlar güven aralığı (“confidence interval”) ve çizgiler de regresyon-
ilintilerdir.

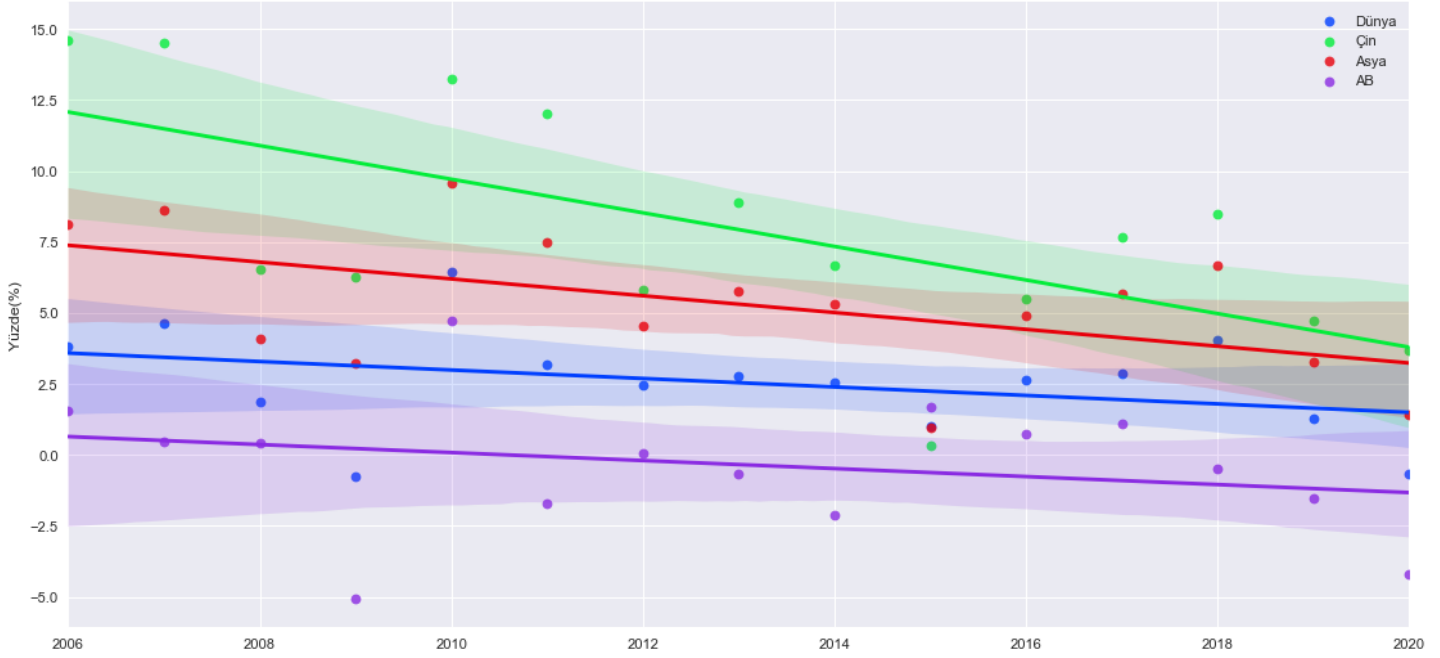
Çin ve Asya’da birincil enerji talep artışı %7.5-5’lerden %2’ler civarına yaklaşmıştır. Dünya genelinde ise birincil enerji artışının büyümesi durmuş gibidir. AB’de ise çok uzun zamandır birincil enerji artışı negatif bölgededir. Bunun sebeplerinden ikisi de elektrik oranının ve yenilenebilirin artmasıdır⁶.



Birincil enerji yerine elektrik talep artışına bakarsak AB’nin elektrik talep artışının da 2010’larda küçülme eğilimine girdiği görülebilir. Çin’deki elektrik talep artışının hızlı düşüşü dikkat çekicidir. Dünya elektrik talep artışı da %1.5-2.5 civarında devam etmektedir.

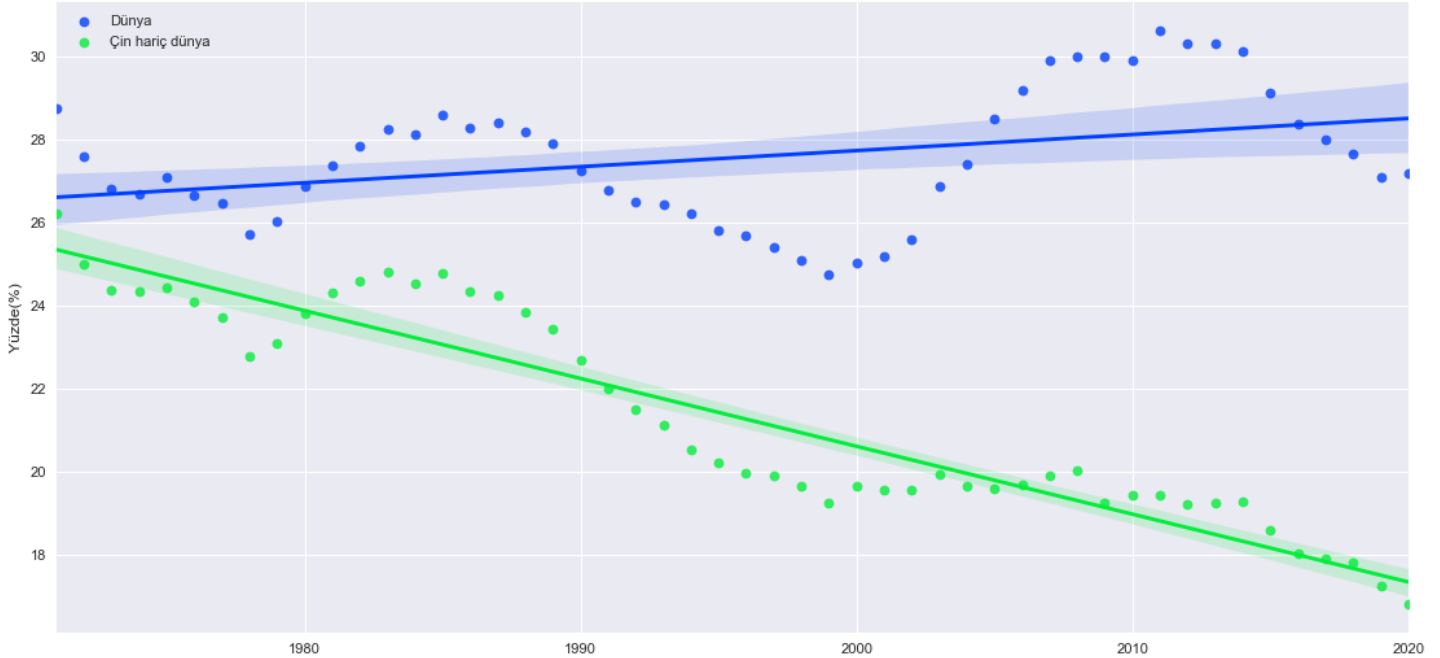
⁶ Enerji sisteminde yenilenebilir miktarı arttıkça, enerji muhasebesi anlamında bir çoğu %100 enerji dönüşümü gibi hesaplanarak, toplam hesabı etkiler.

Dünyada son 15 yılda elektrik talebinin artış oranı



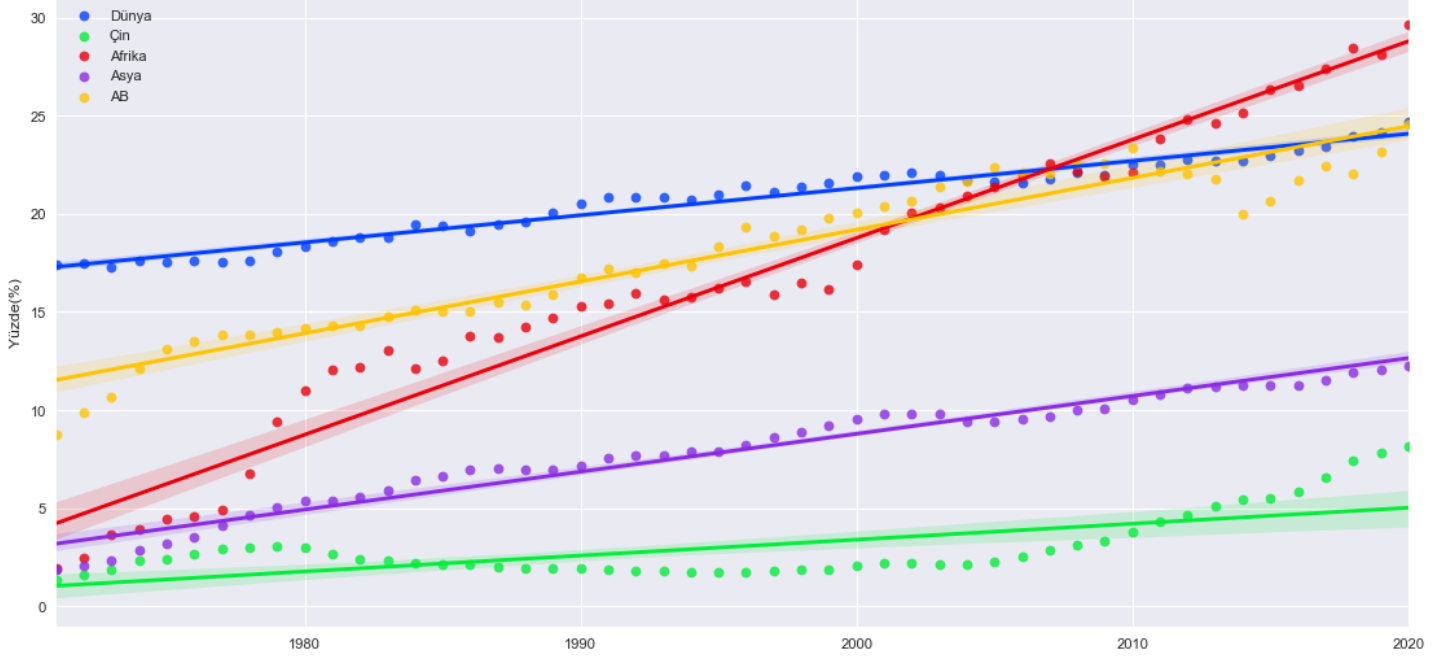
Kömür tüketimine geldiğimizde ise Çin ve Hindistan'ın etkisi çok çok önemlidir. Bu sebeple dünya kömür talebinin toplam birincil enerji talebine oranında önce Dünya'ya sonra da Çin haricindeki dünyaya bakmakta fayda vardır. Aşağıdaki grafikte, Çin harici dünyada kömür tüketimindeki hızlı düşüşü net olarak görülmektedir.

Dünyada son 50 yılda Çin ve Dünyanın geri kalanının birincil enerjideki kömür oranı



Birincil enerjideki gaz tüketim oranına baktığımızda ise tüm bölgelerin birbirinden ayrıştığı görülebilir. Son yıllardaki Çin'in tüketimindeki artışı dahil etmezsek, gaz talebi Afrika hariç en çok AB'de artmaktadır. Asya-Çin'de kömürün hakimiyeti gaza yeni yeni yer açmaktadır. Afrika'da ise, Kuzey Afrika'daki tüketim tüm istatistiği etkilemektedir.

Dünyada son 50 yılda birincil enerjideki gaz tüketim oranı



Petrol tüketiminde ise 1970'lerde %50'ler civarında olan petrolün payı yerini giderek gaz ve diğer kaynaklara bırakmaktadır. Kömür artışı ile Asya-Pasifik'teki düşüş en yüksek düşüştür. AB'de ise son yıllarda petrolde bir güçlenme vardır.

Dünyada son 50 yılda birincil enerjideki petrol tüketim oranı



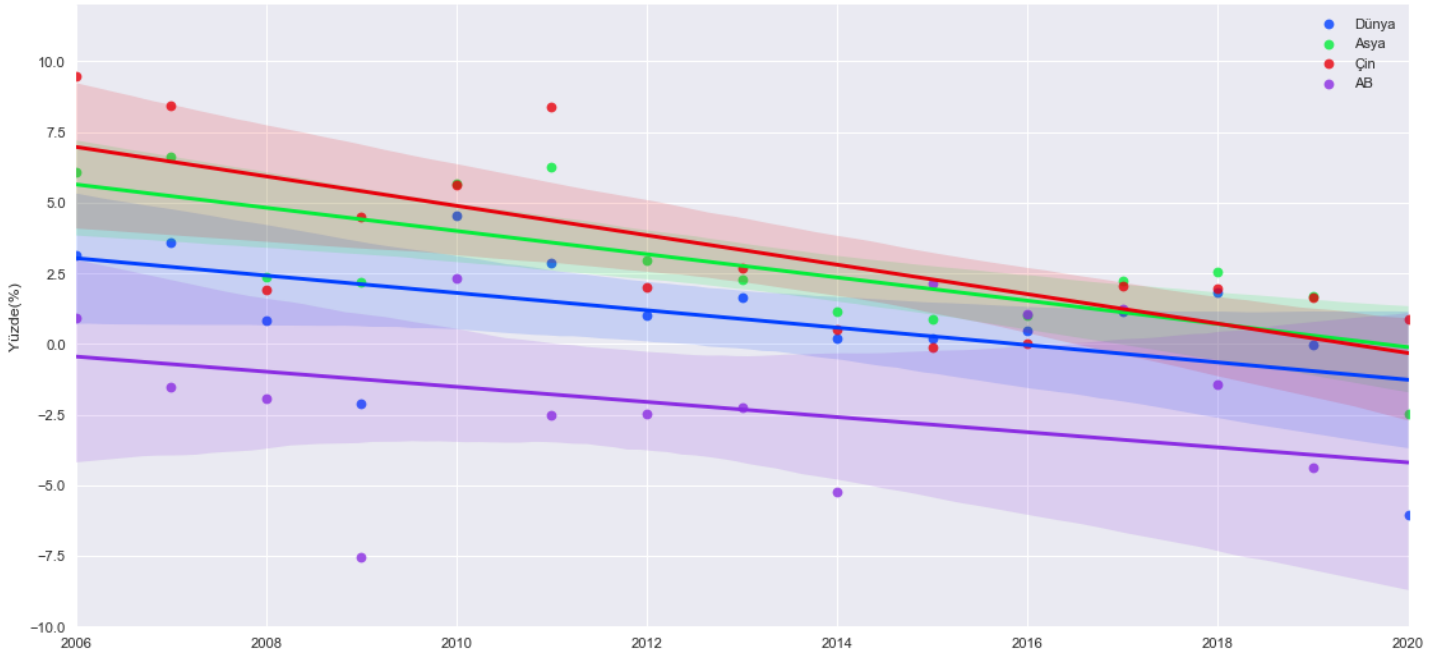
Toplam elektriğin birincil enerjiye oranına baktığımızda Çin'in elektriğin payını ne kadar hızlı arttırdığı da görülmektedir. AB'de elektriğin oranı 10 yılda neredeyse %2 artmıştır. Aynı süreçte, Çin'deki artış %4'e daha yakındır.

Dünyada son 30 yılda Çin hariç ve Çin dahil dünyada elektriğin birincil enerjiye oranı



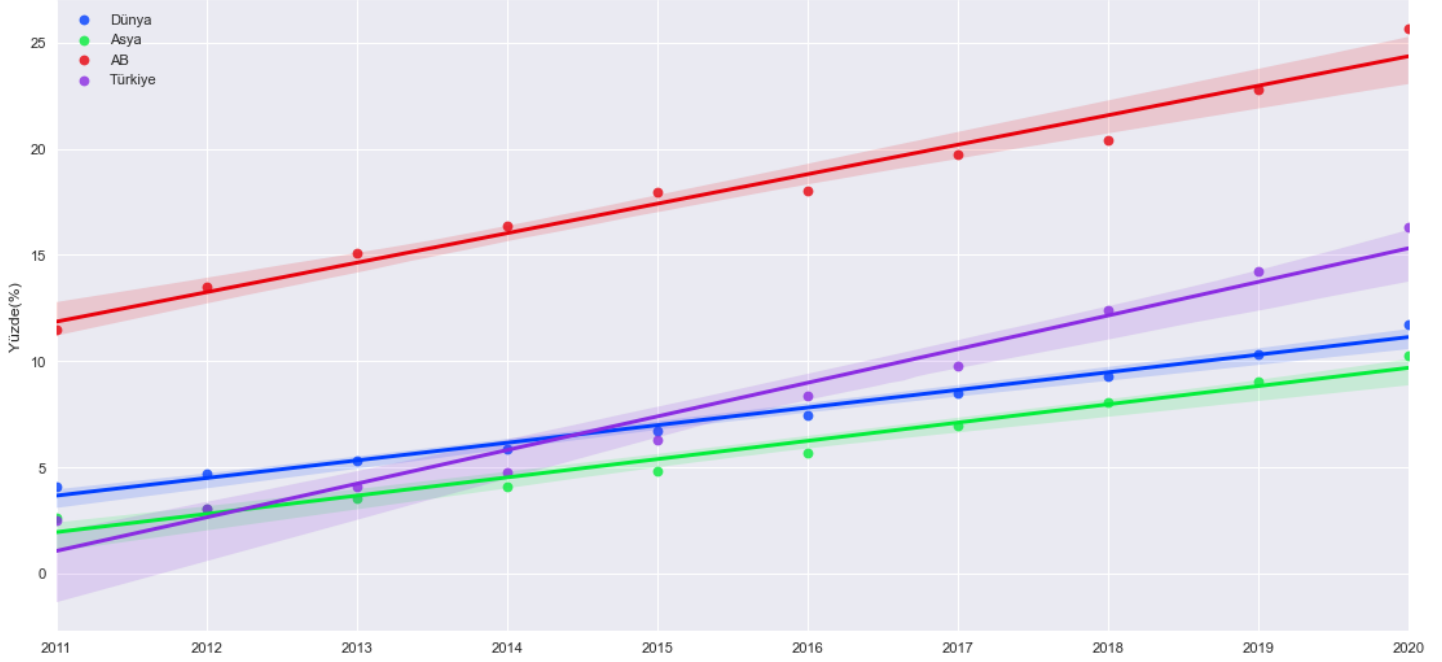
Toplam enerjideki CO2 artışlarına baktığımızda ise Çin'in CO2 emisyon artışında hızlı bir düşüşü görülmektedir. AB ise emisyon artışlarını 2014'ten itibaren negatif bölgeye çekmeyi başarmıştır. Grafikte yanıltıcı olabilecek kesim ise, 2020 verisinin bir ayırık ("outlier") olması sebebiyle tüm ilintiye daha da negatif bölgeye çekmesidir.

Dünyada son 15 yılda CO2 emisyonlarında artış oranı



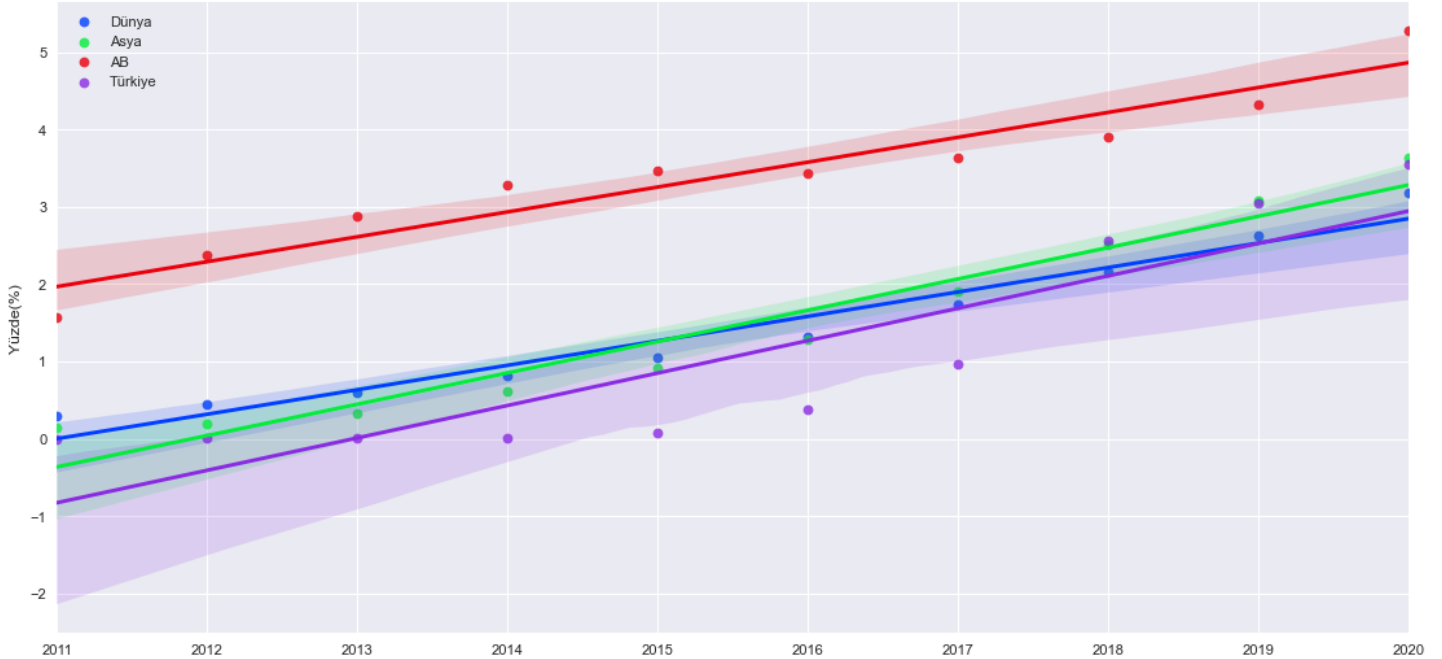
Elektrikte toplam güneş ve rüzgar oranında ise AB'nin açık ara bir üstünlüğü vardır. Türkiye'nin hızlı yükselişi de kolayca görülmektedir. Dünya'da ise bu oranın daha yeni yeni %10'u geçtiği, Asya'da ise %10'un altında kaldığı görülebilmektedir.

Dünyada son 10 yılda rüzgar ve güneş üretiminin toplam elektrik üretimine oranı



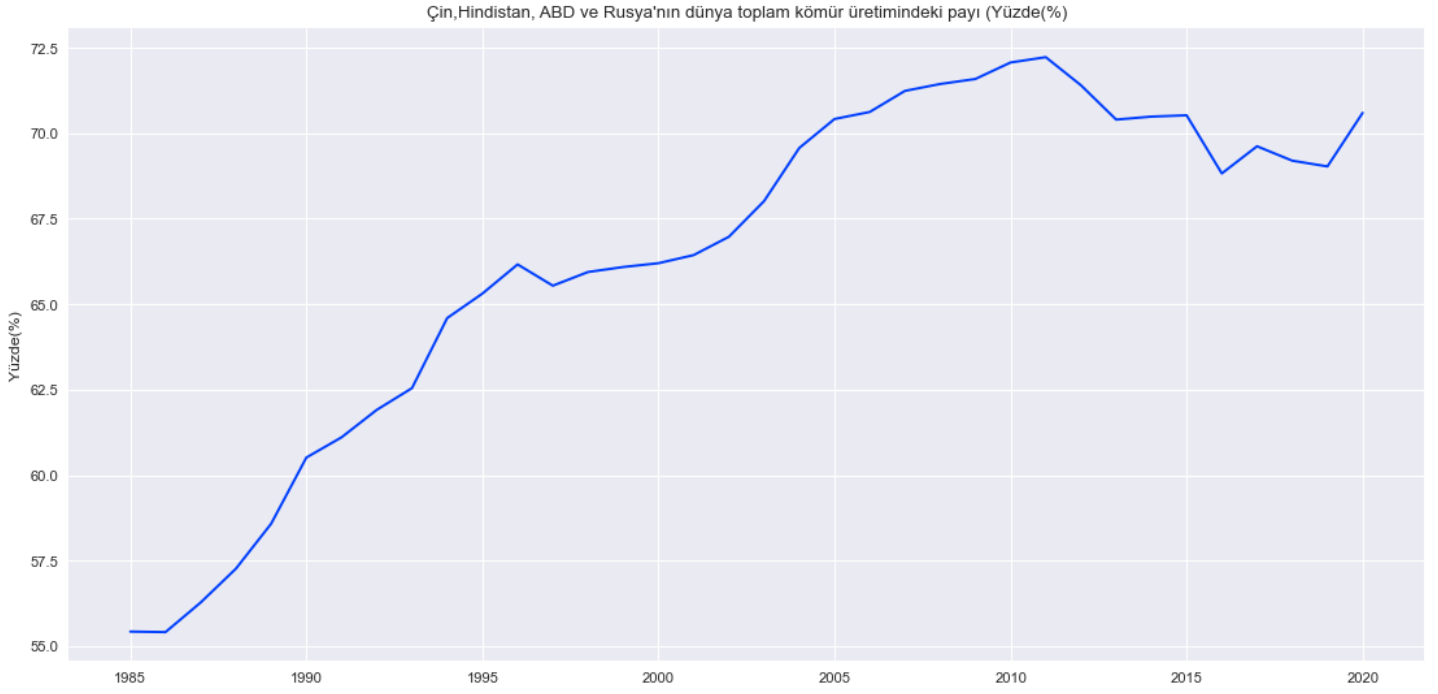
Daha özel olarak güneş üretimine bakarsak, AB'nin daha yeni %5'in üzerine çıktığı görülebilir. Türkiye burada da hızlı bir yükseliş göstermiştir. Ama Asya'da, güneşin elektrikteki oranı çok daha yüksektir.

Dünyada son 10 yılda güneş üretiminin toplam elektrik üretimine oranı

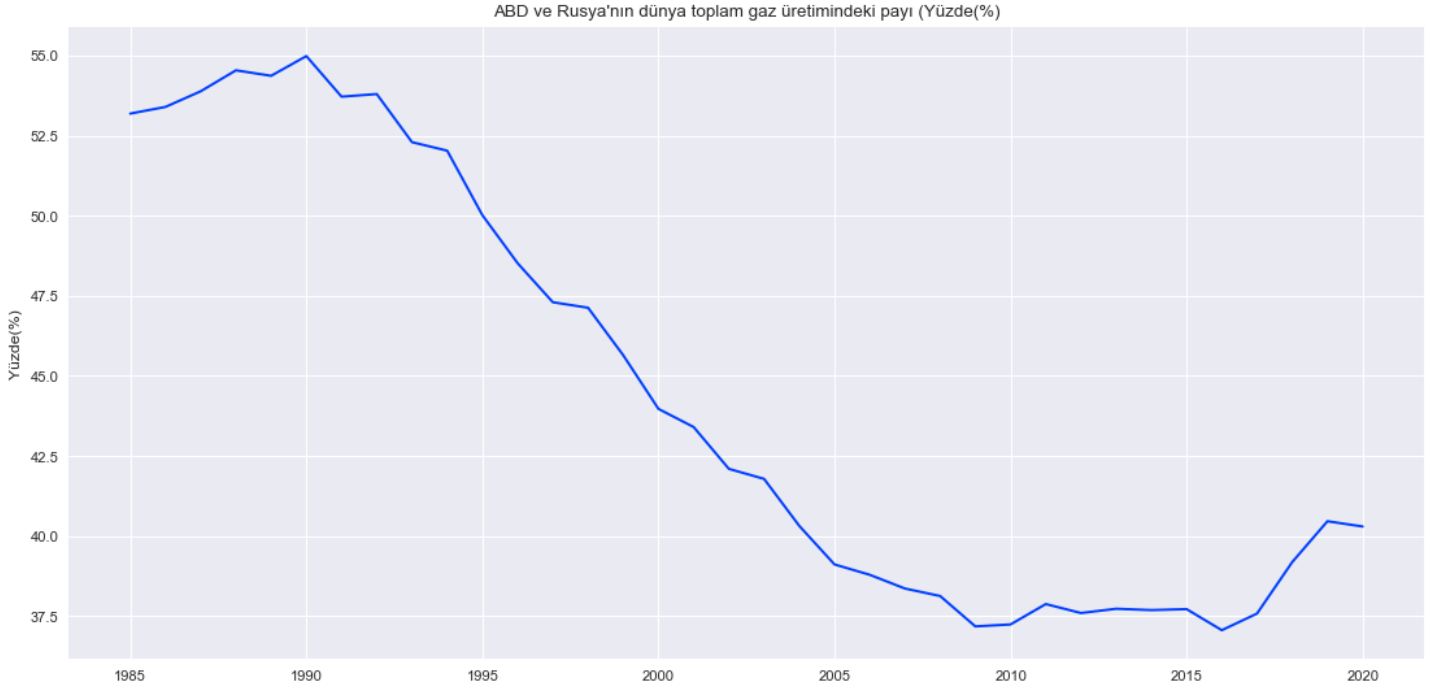


3.2.Dünyadaki Büyük Fosil Yakıt Üreticileri ve Payları

Kömür üretiminde Çin, Hindistan, ABD ve Rusya'nın tüm kömür üretimindeki payı %70 civarındadır.

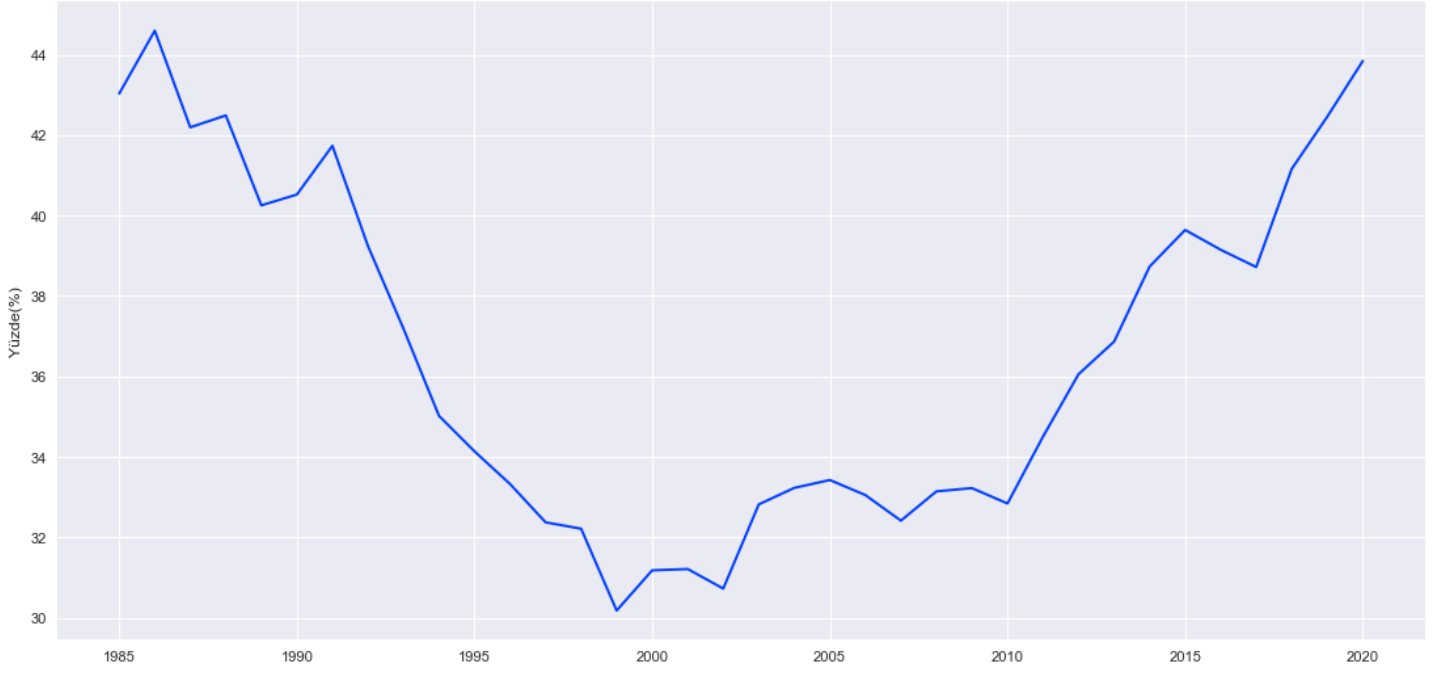


Gaz üretiminde ise ABD ve Rusya'nın payları %42 civarında sabitlenmiş gibidir. ABD'deki üretim düşüşü ve daha sonra şeyl ile bu üretimin tekrar artması toplam payda artışı getirmiştir.



Petrol üretiminde ise 10 milyon varil/gün (mv/g) olan 3 üreticinin payına bakmakta fayda vardır. ABD, Rusya ve Suudi Arabistan'ın dünyadaki toplam üretimdeki payları tekrar 1985 yılındaki seviyelerine geri gelmiştir.

ABD, Rusya ve Suudi Arabistan'ın dünya toplam petrol üretimindeki payı (Yüzde(%))

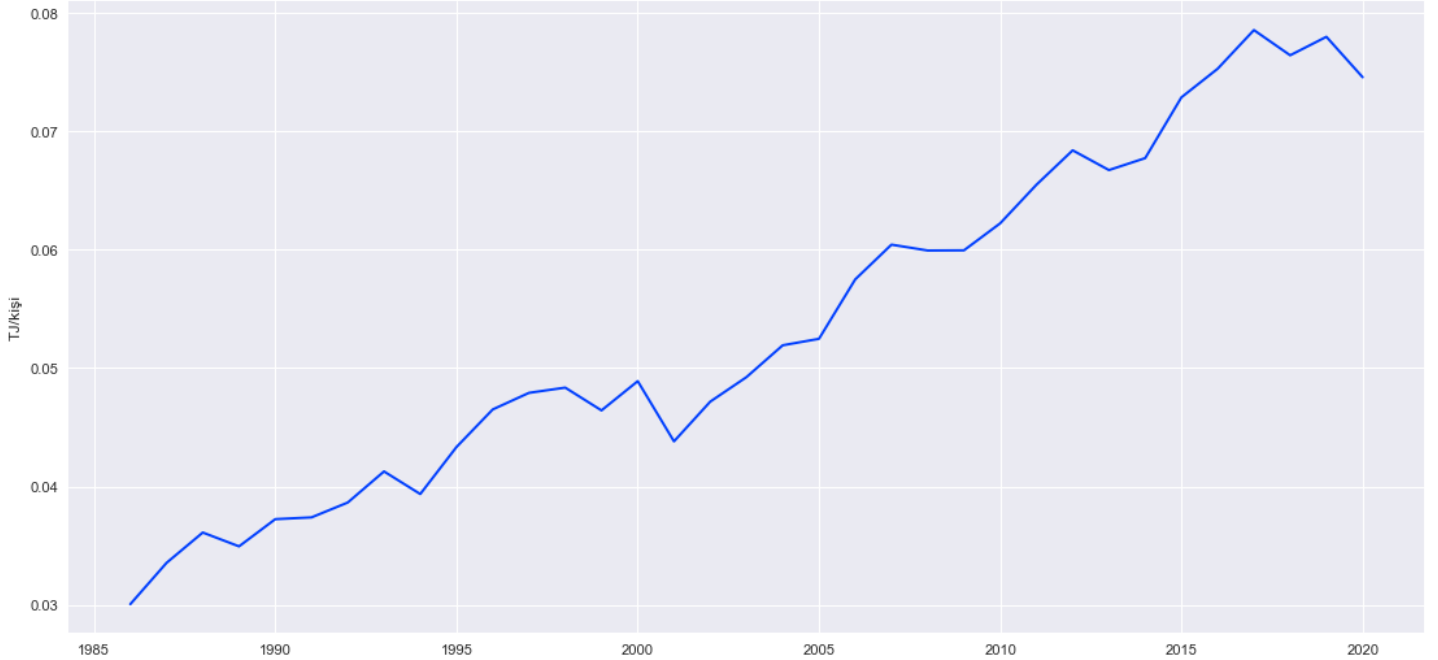


3.3.Türkiye

3.3.1.Kişi Başı Değerler

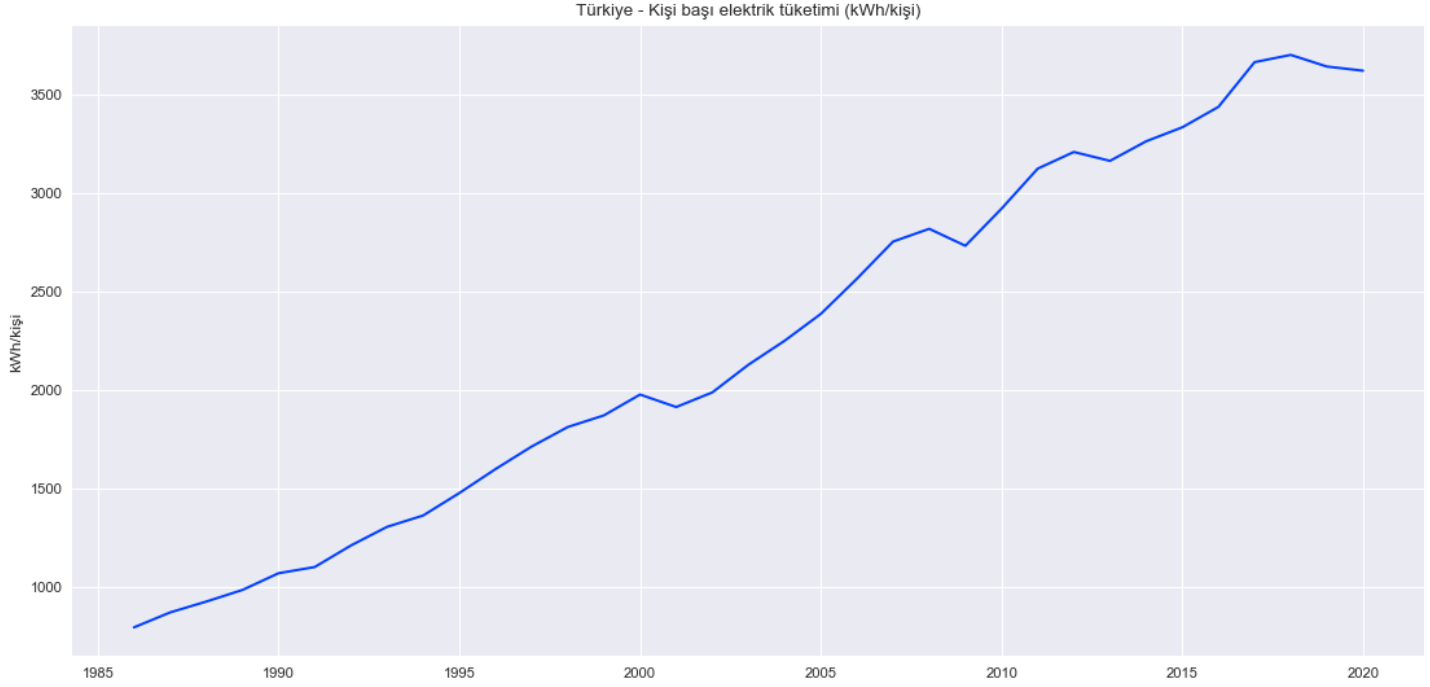
Türkiye'de öncelikle kişi başı tüketimlere bakalım. Kişi başı birincil enerji tüketiminde, Türkiye'nin 2001 krizinde yaşadığı kırılganlık ve sonrasında 2017 sonrasındaki plato seviyesi rahatlıkla görülebilmektedir.

Türkiye - Kişi başı enerji tüketimi (TJ/kişi)

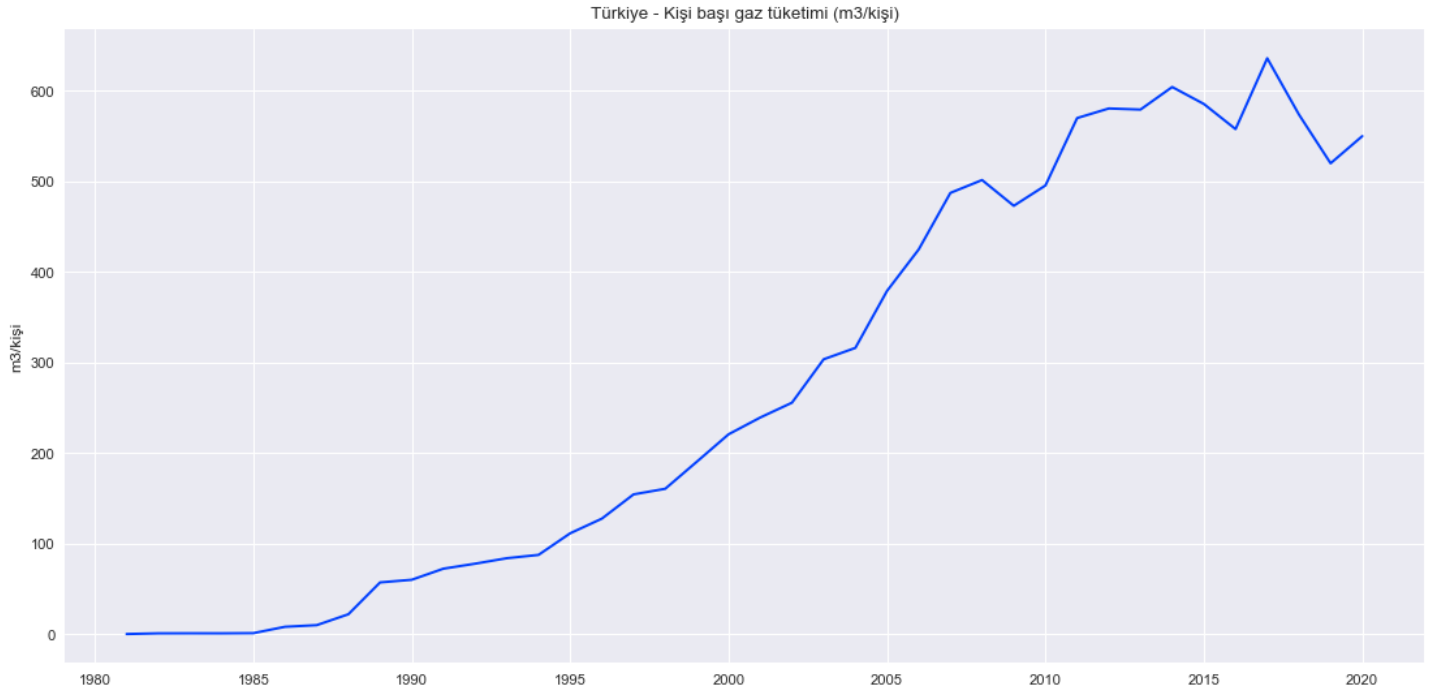


Kişi başı elektrik talebi ise daha düzgün bir eğri izlemektedir. Gerçekte kişi başı birincil enerji talebinin daha gırlıtlı çıkıntılı olmasının sebeplerinden biri de doğalgaz ile hidroelektrik kaynakların payı ve kuraklıktır.

Talep artışının eğrisi de çok önemli. 2021 yılı öncü verileri %4-5 civarında bir artış göstermektedir. Uzun vadeli olarak eğrinin hareketini görmek için 2023-2025 dönemi önemli olacaktır.

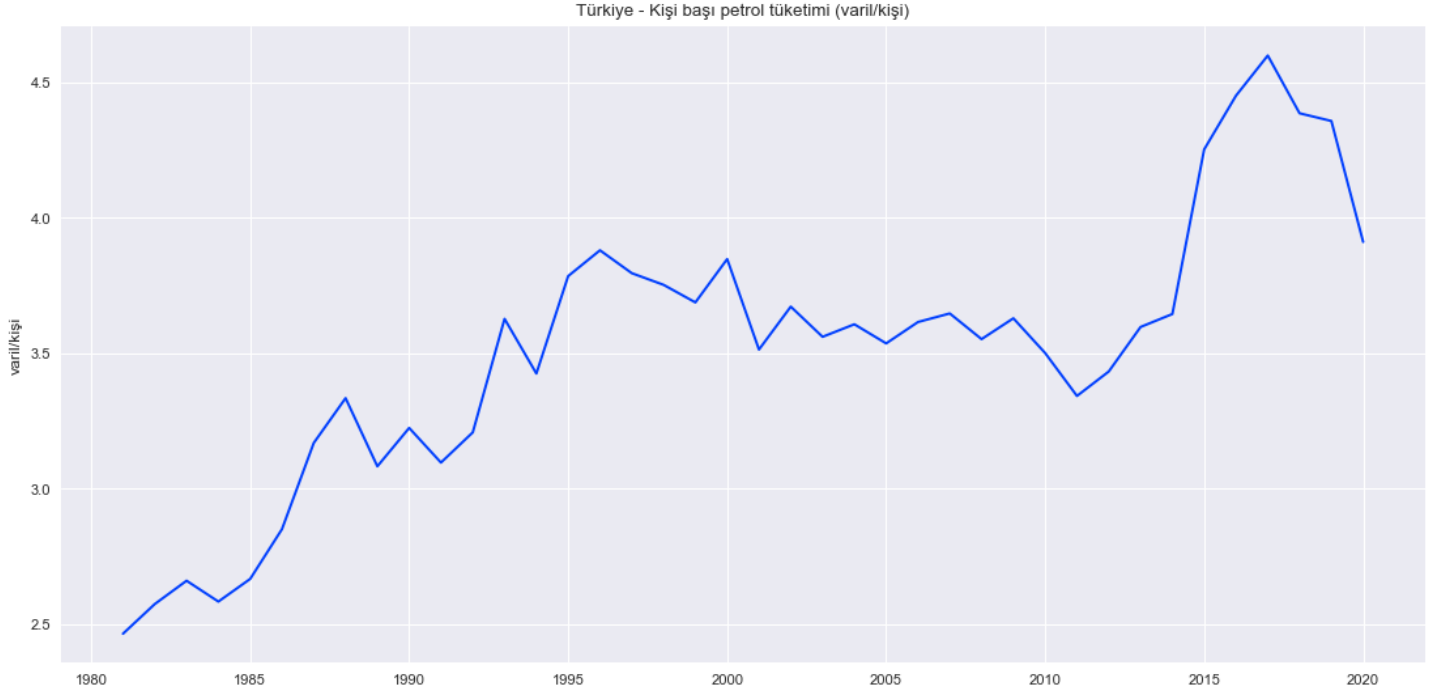


Doğalgaz talebine baktığımızda ise kişi başı gaz tüketiminin 600 m³/kişi civarında kaldığı görülebilir. Yağış yüksekliği ve covid19 sebebiyle 500 m³'e yaklaşan talep, tekrar 600 m³ civarına gelebilir. Burada 2010'a kadar olan dönemi de Türkiye'de doğalgazın yaygınlaştırılması dönemi olarak görmek faydalı olacaktır.

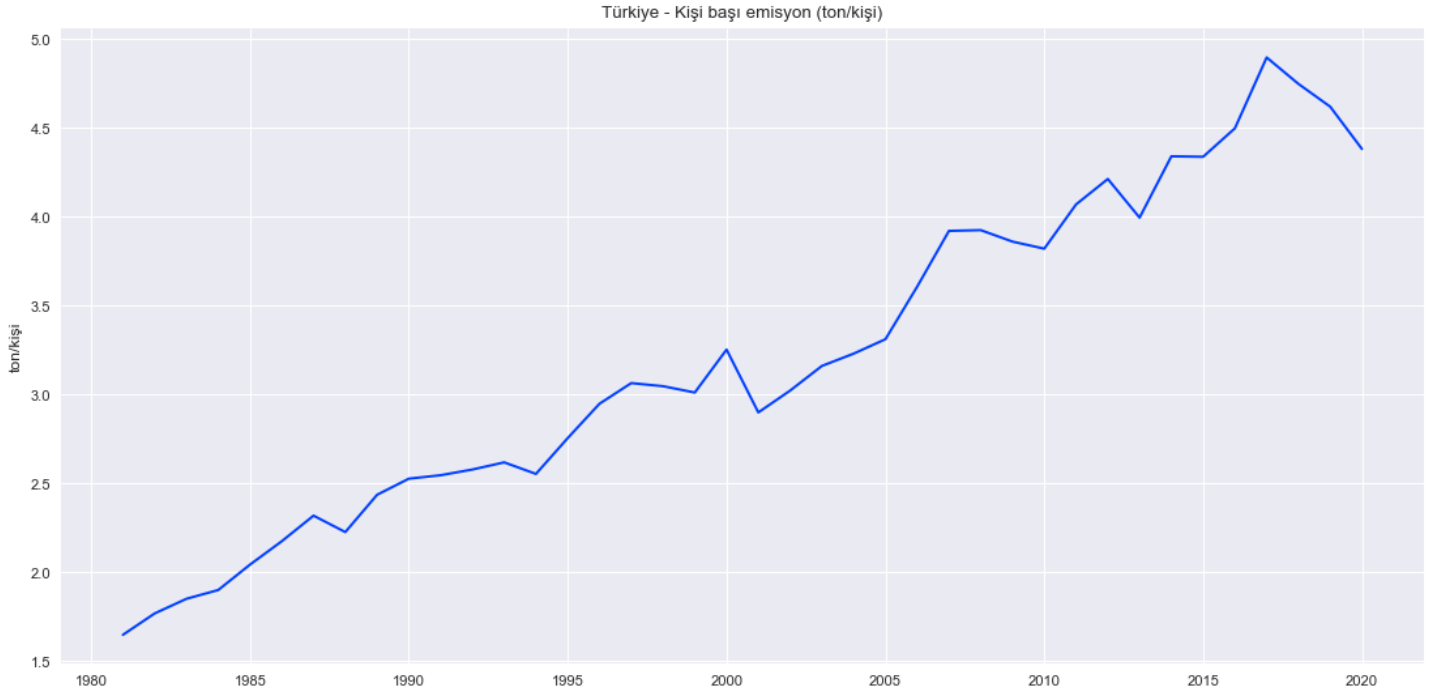


Kişi başı petrol tüketiminde ise, 2015 sonrasında ilginç ve şaşırtıcı bir artış görülmektedir. Türkiye petrol talebi bu dönemde kısa bir sürede %10'un üzerinde artmış, daha sonra ise covid19 sebebi ile 2014 seviyelerine geri

düşmüştür. Fakat son gelen rakamlara göre petrol talebi hala çok canlı ve hızlıdır. Hala jet yakıt talebinin eksikliği kısmen hissedilse de tekrar eski seviyelerine 2-3 yıl içerisinde çıkması beklenebilir.



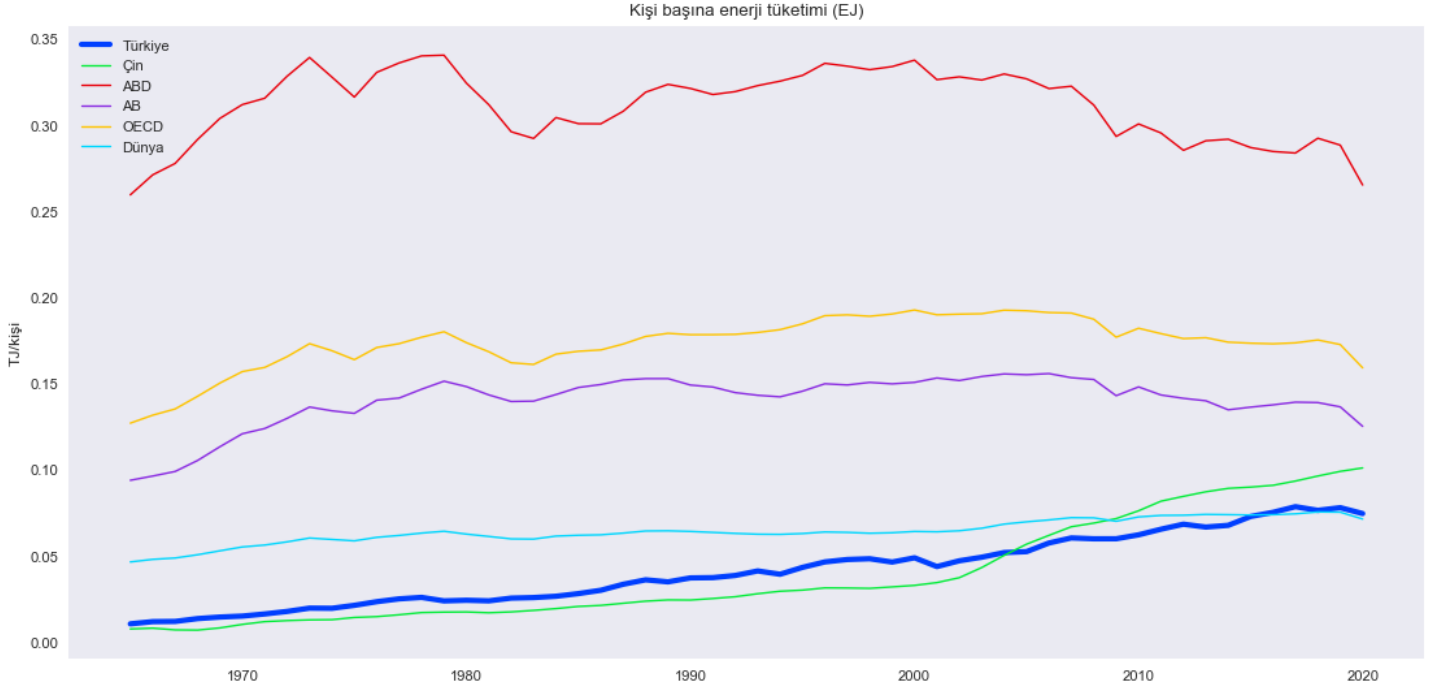
Türkiye’de kişi başı emisyonların değişiminde ise hidroelektriğin yoğun olduğu dönemlerde ve kuraklık dönemlerindeki iniş ve çıkışlar rahatlıkla seçilebilmektedir. Kişi başı emisyonlarda 4.5 ton CO₂ /kişi seviyeleri bir süre daha kalıcı görülmektedir.



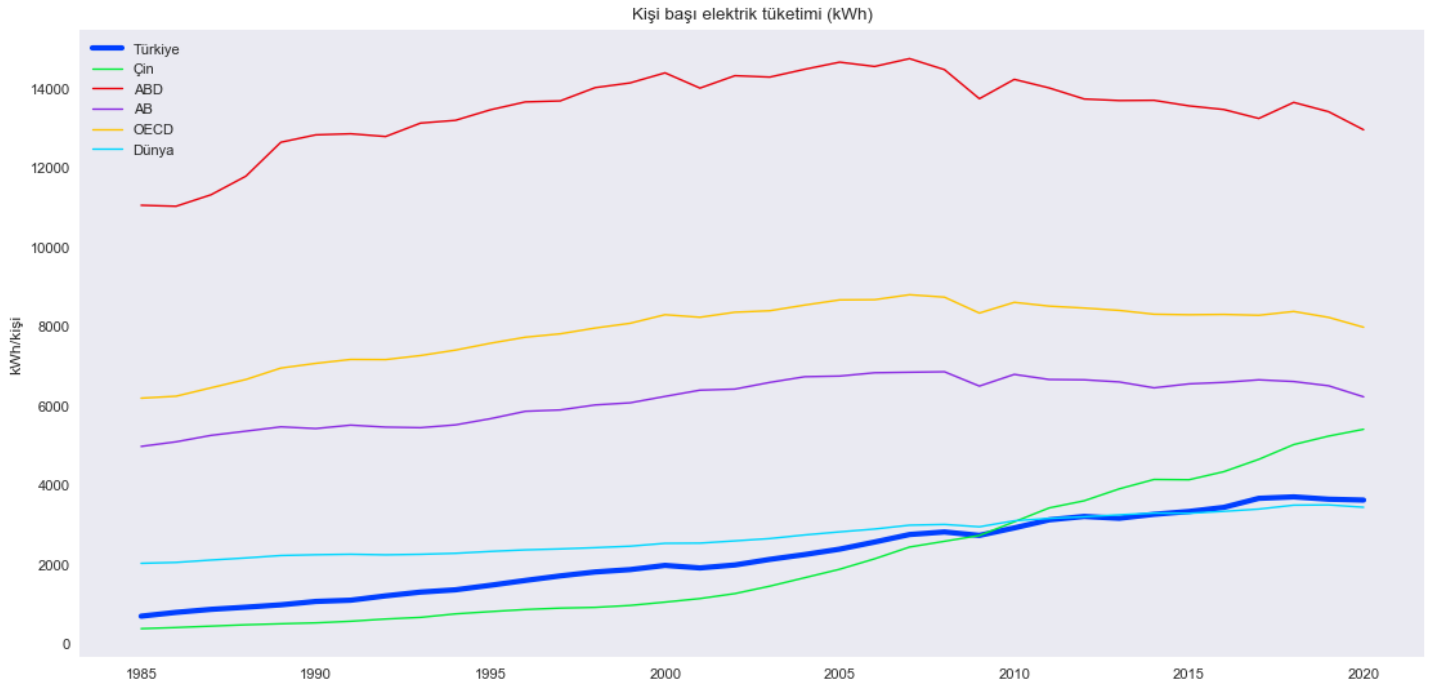
3.4. Türkiye ve Dünya

3.4.1. Kişi başı verilerde kıyaslama

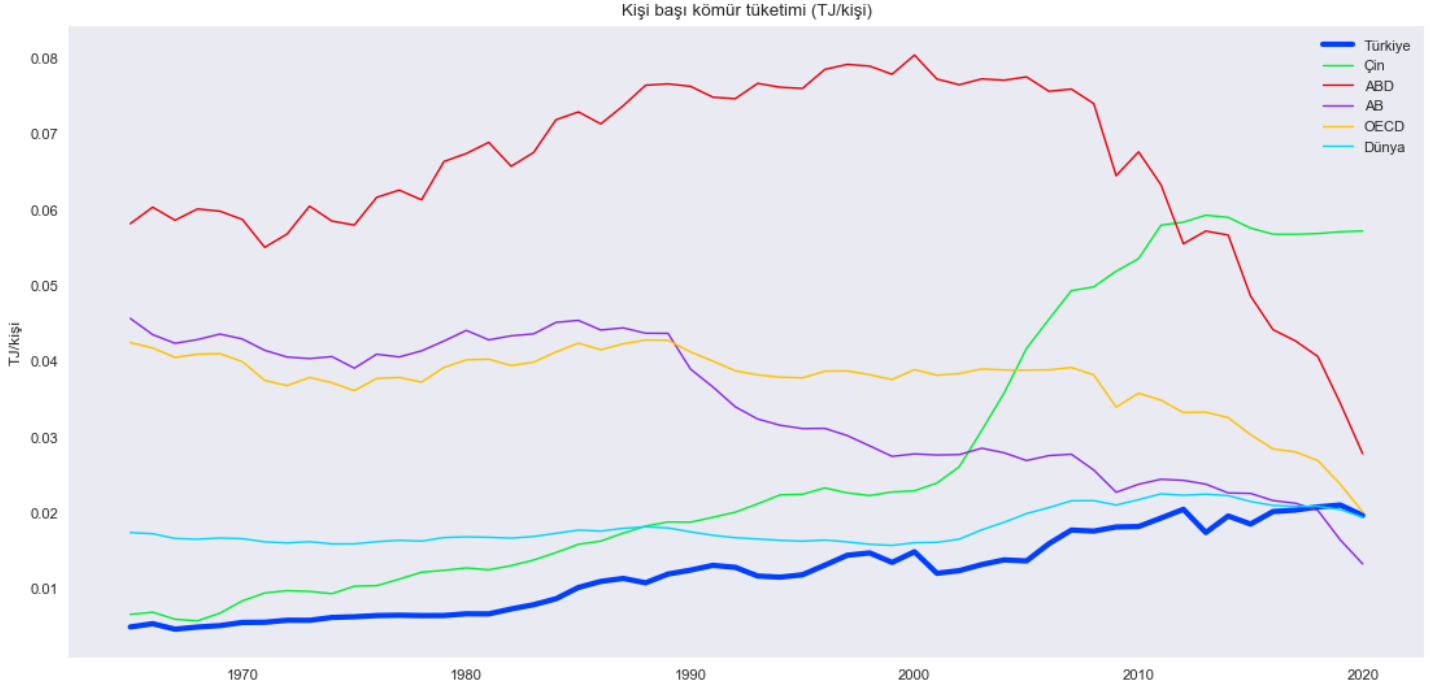
Türkiye enerji istatistiklerini diğer ülke ve bölgelerle kıyaslamalı görmek de, tüm resmi anlamak açısından faydalı olacaktır. Öncelikle kişi başı tüketim değerlerini kıyaslayarak başlanabilir. Kişi başı birincil enerji tüketiminde Türkiye, Dünya seviyesini yeni yakalamıştır. OECD, ABD ve AB tüketimleri ise, Türkiye'nin çok üzerindedir. Çin'in de 2000lerin ortasında Türkiye'yi geçtiği görülebilir.



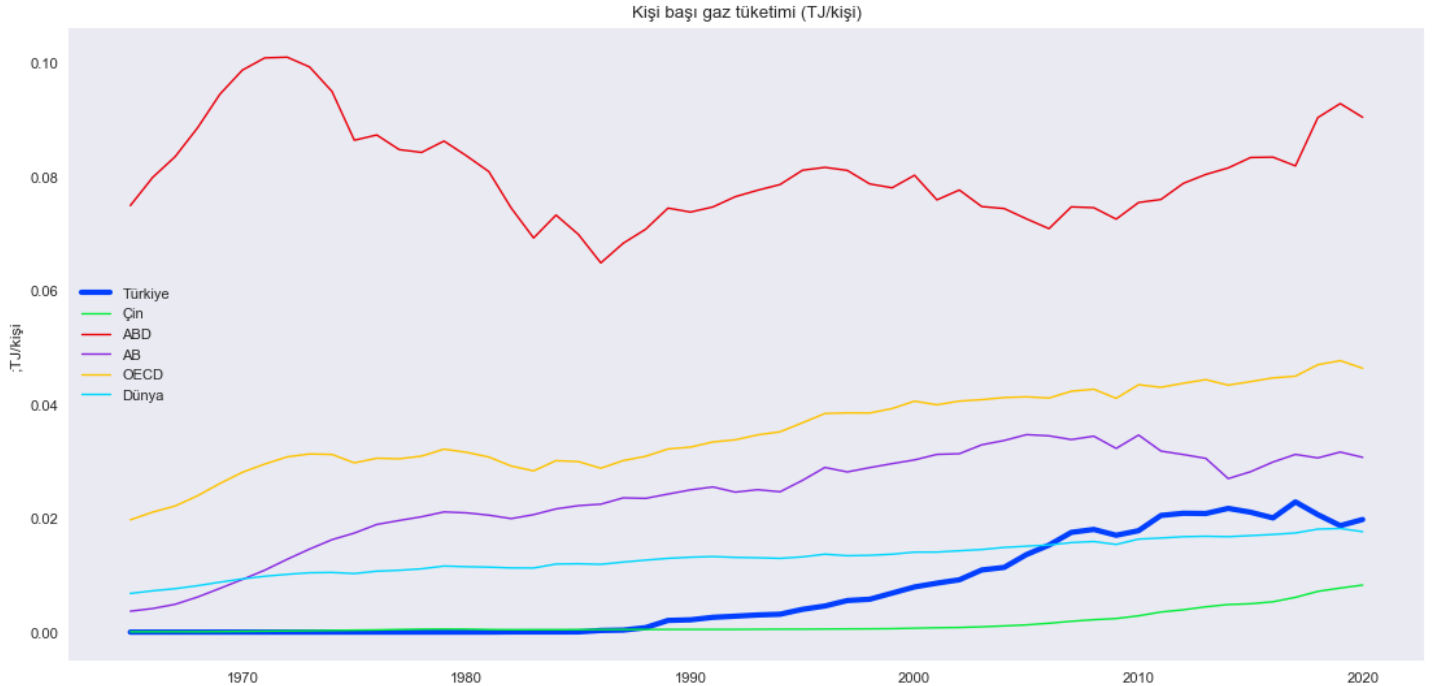
Kişi başı elektrik tüketiminde de benzer durum söz konusudur. Fakat Çin'in buradaki hızlı artışı ve AB'ye yaklaşması daha hızlıdır. ABD'de birincil enerjide görülen düşüş, elektrikte görülmemektedir. Diğer ülke ve bölgeler için de elektrik tüketiminde kişi başına düşüşler çok enderdir.



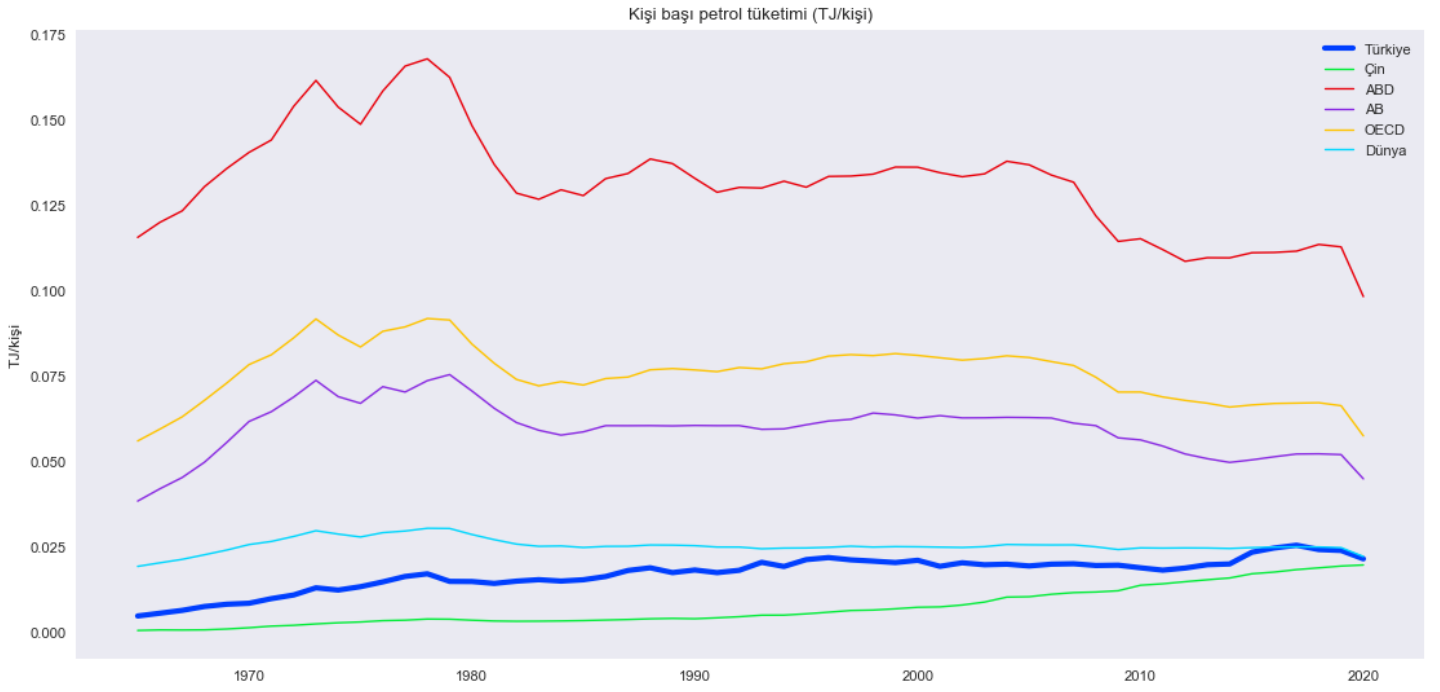
Kişi başı kömür tüketiminde ise, ABD'nin çok çarpıcı bir düşüşü vardır. Çin'in ise 10 yıldır yaklaşık sabit kaldığı görülebilir. Türkiye son yıllarda dünya ile aynı uyumda gitmektedir.



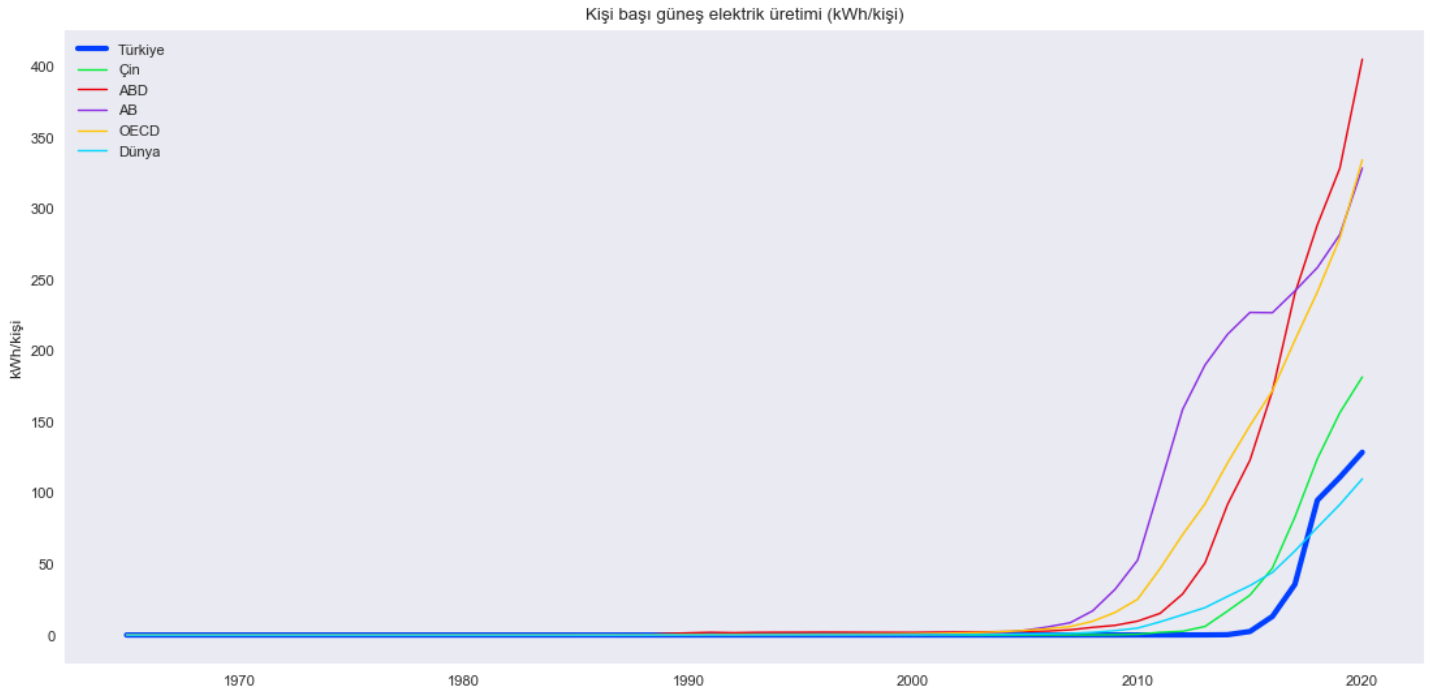
Kişi başı gaz tüketiminde ise Türkiye 1990-2010 döneminde gaz tüketimini hızla arttırmış ve sonrasında daha kararlı kalmıştır. ABD'de ucuz gaz fiyatları sebebiyle tüketim artışı devam ederken, AB'de de bir 2012-2013 sonrası platoda hareket edilmektedir.



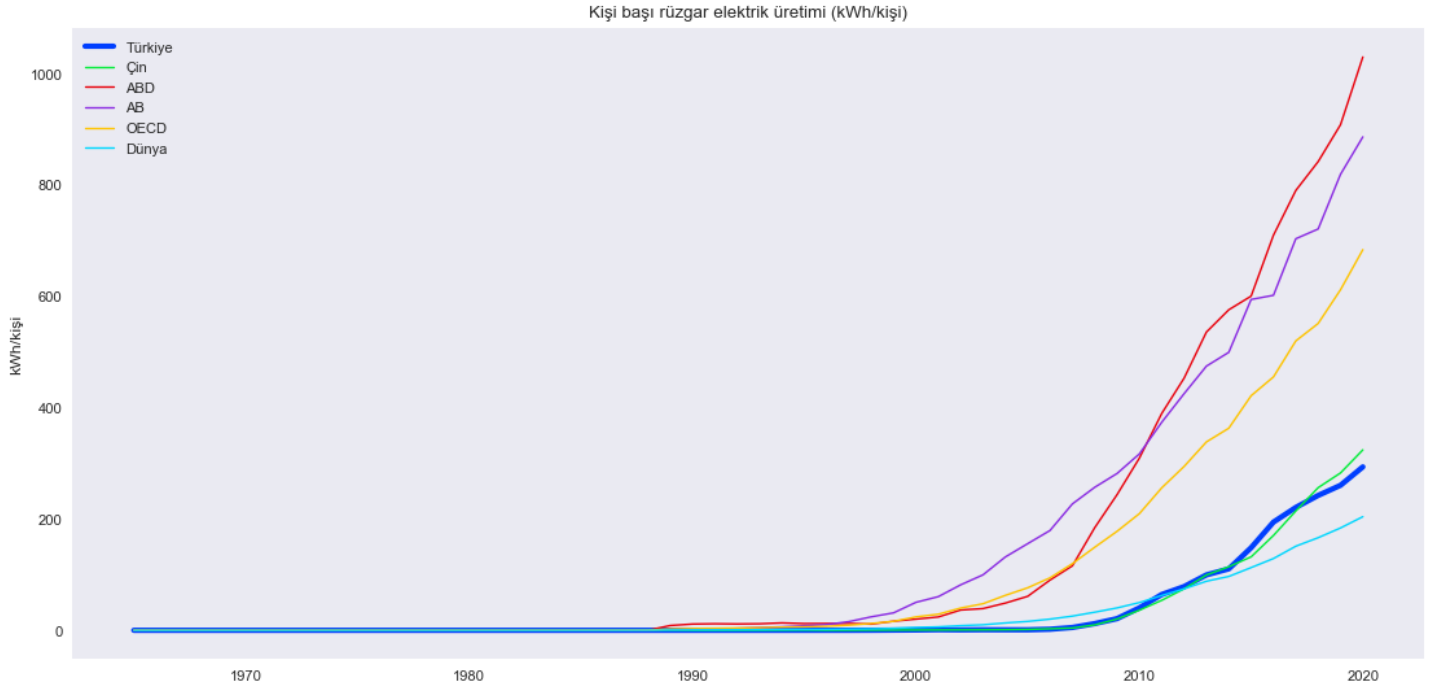
Kişi başı petrol tüketiminde ise Türkiye, Çin'in üstünde, dünya ile aynı seviyelerdedir. Fakat diğer fosil kaynaklarda olduğu gibi ABD, AB ve OECD'nin seviyesi oldukça yukarıdadır. Petrol talebi covid krizinin de en net göstergesi olmuştur. Genelde ekonomik krizlerde elektrik daha tepkisel iken, petroldeki düşüşün devamlılığı soru işaretidir. Krizlerden sonra toparlanan elektrik talebi gibi geri gelmesi olasıdır.



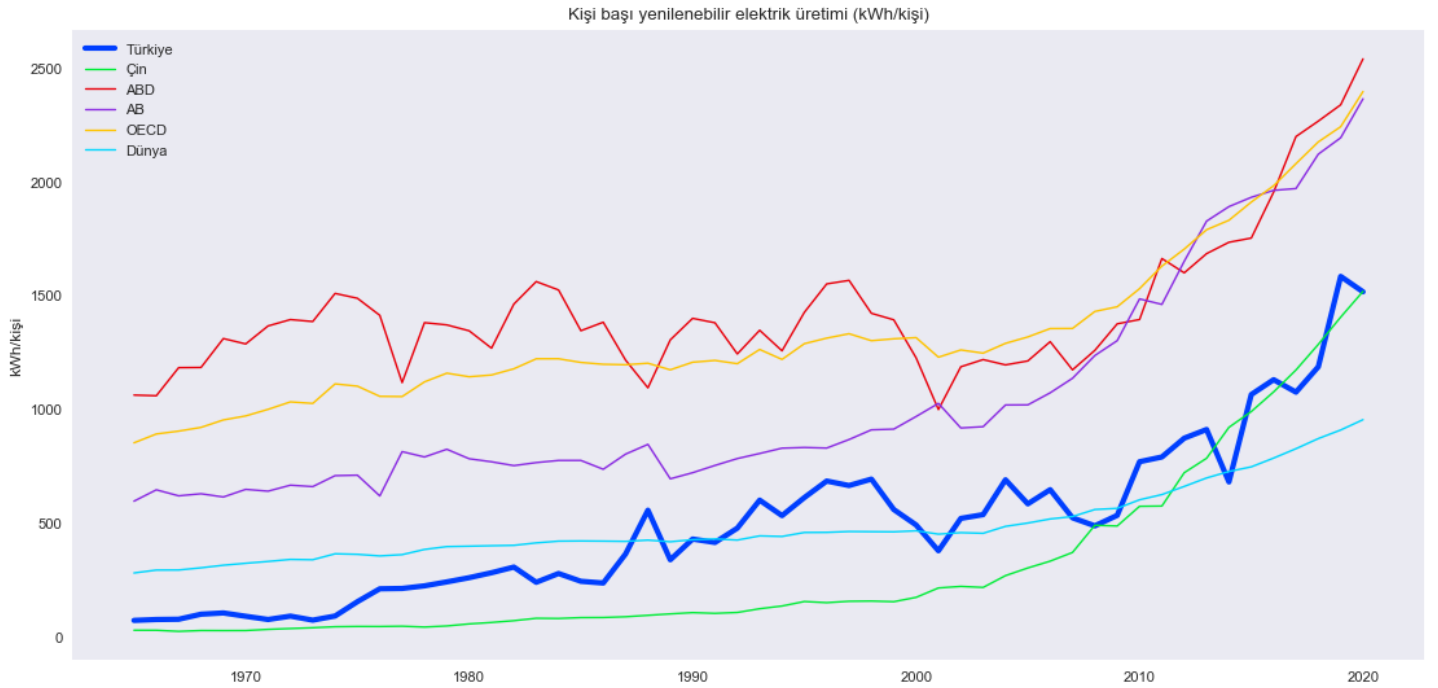
Kişi başı güneş üretiminde ise, Türkiye 2017'ye kadarki dönemde hızla Çin'e yaklaşmış ama daha sonra hız kesmiştir. ABD, AB ve OECD'de çok daha büyük bir oranda kişi başı güneş üretimi vardır.



Kişi başı rüzgar üretiminde ise Türkiye, Çin'e benzeşmektedir. Dünyada ise rüzgar üretim artışı yavaşlamıştır.

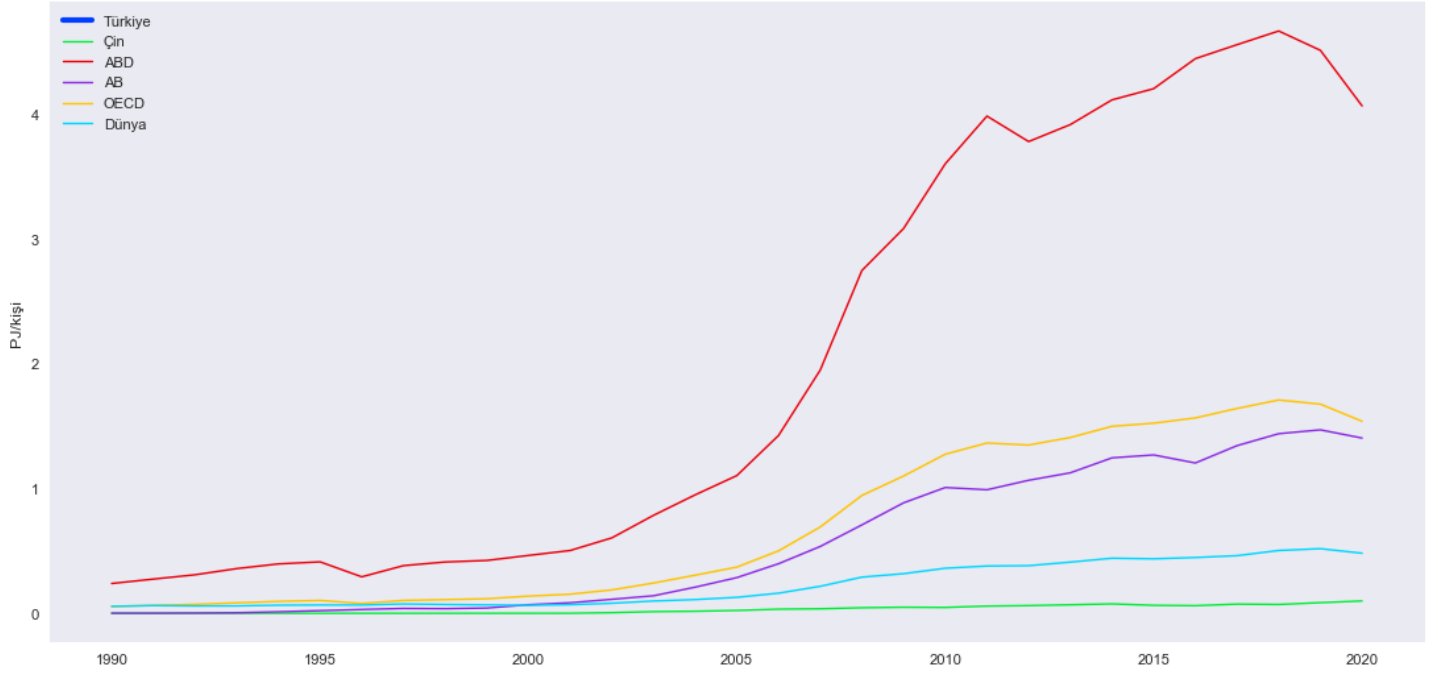


Kişi başı yenilenebilir elektrik üretiminde (hidro dahil), Türkiye yine benzer şekilde Çin'e yaklaşmaktadır. Hidroelektrik de dahil olduğunda Türkiye, diğer OECD, AB ve ABD gibi gelişmiş ülkelerle arayı kapatmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilirdeki hızlı artışının küresel bir eğilime paralel olup olmadığı incelenebilir, fakat dünyanın tamamında benzer bir ivme görülmemektedir.



Belki de en ilginç nokta, yenilenebilirin her alanında yer alan Türkiye'nin yenilenebilir yakıt(biyodizel, biyoetanol) alanında istatistiksel olarak yer almamasıdır. Bunun sebeplerini de araştırmak gerekir.

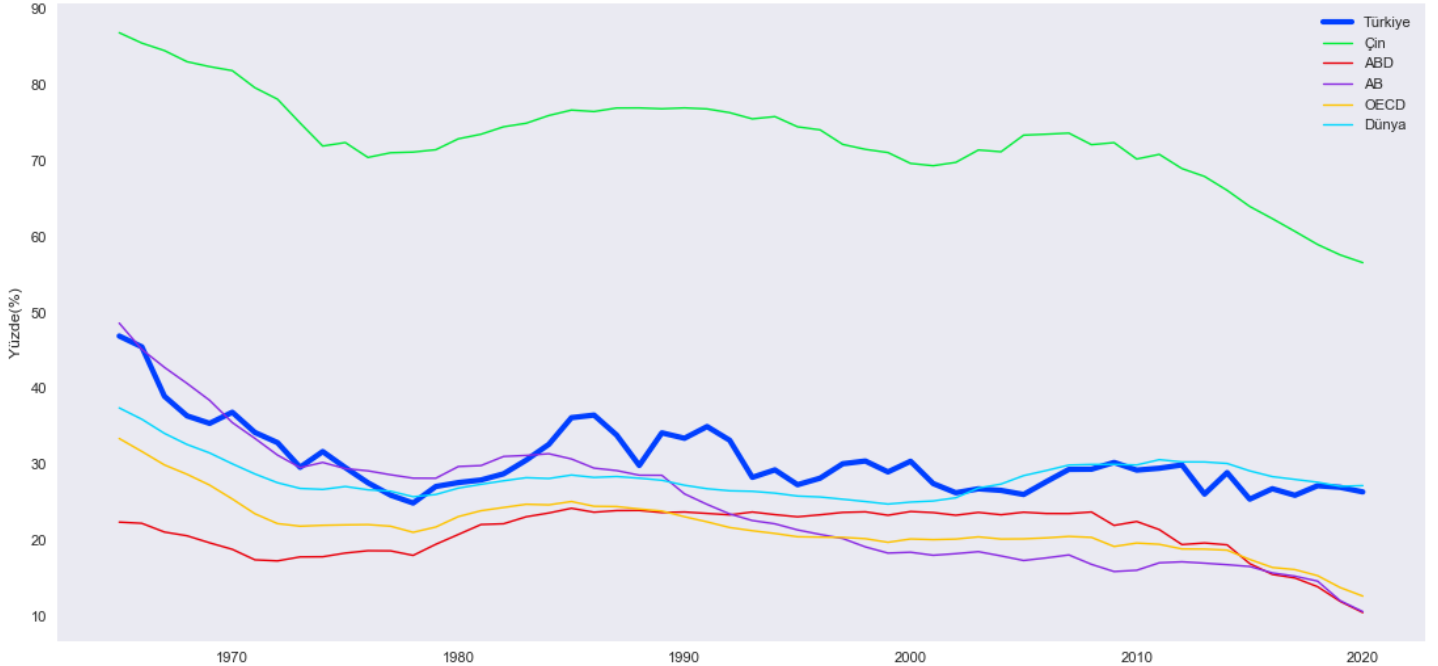
Kişi başı yenilenebilir yakıt üretimi (GJ/kişi)



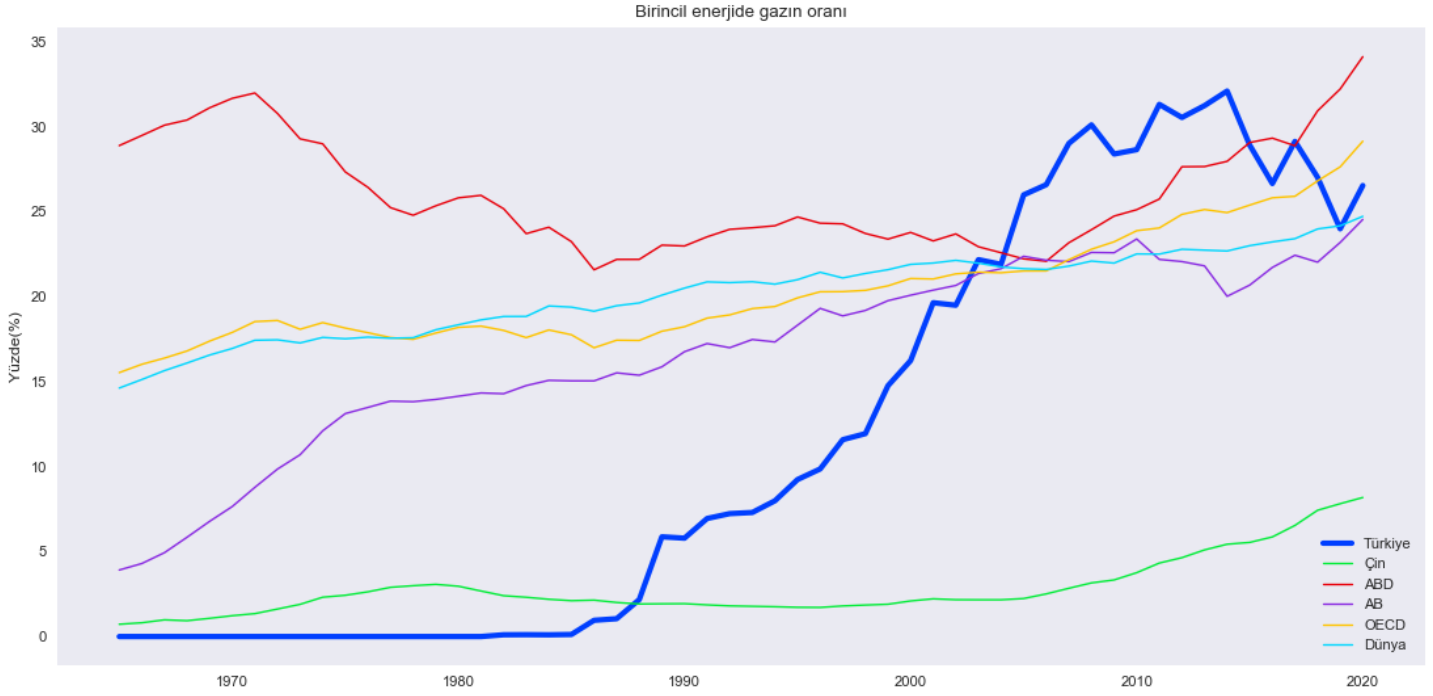
3.4.2. Birincil enerjiye oranlarda kıyaslama

Kömürün birincil enerjideki payında Çin apayrı bir yerdedir. %60ların üzerinde kömür tüketimi ile dünyanın neredeyse iki katı bir seviyededir. Türkiye dünyaya paralel hareket etmektedir. ABD-AB ve OECD'de ise ana faktör gaz olmak üzere kömürün payı giderek yerini gaza bırakmıştır.

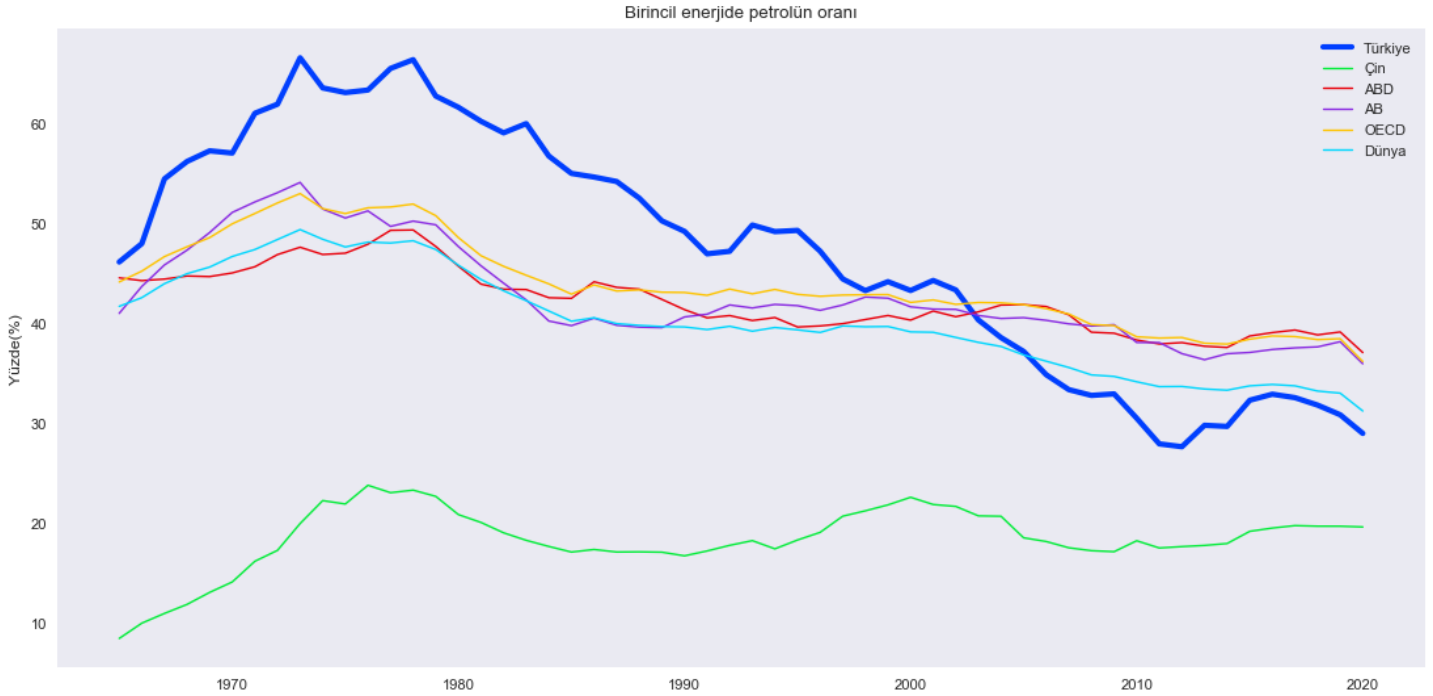
Birincil enerjide kömürün oranı



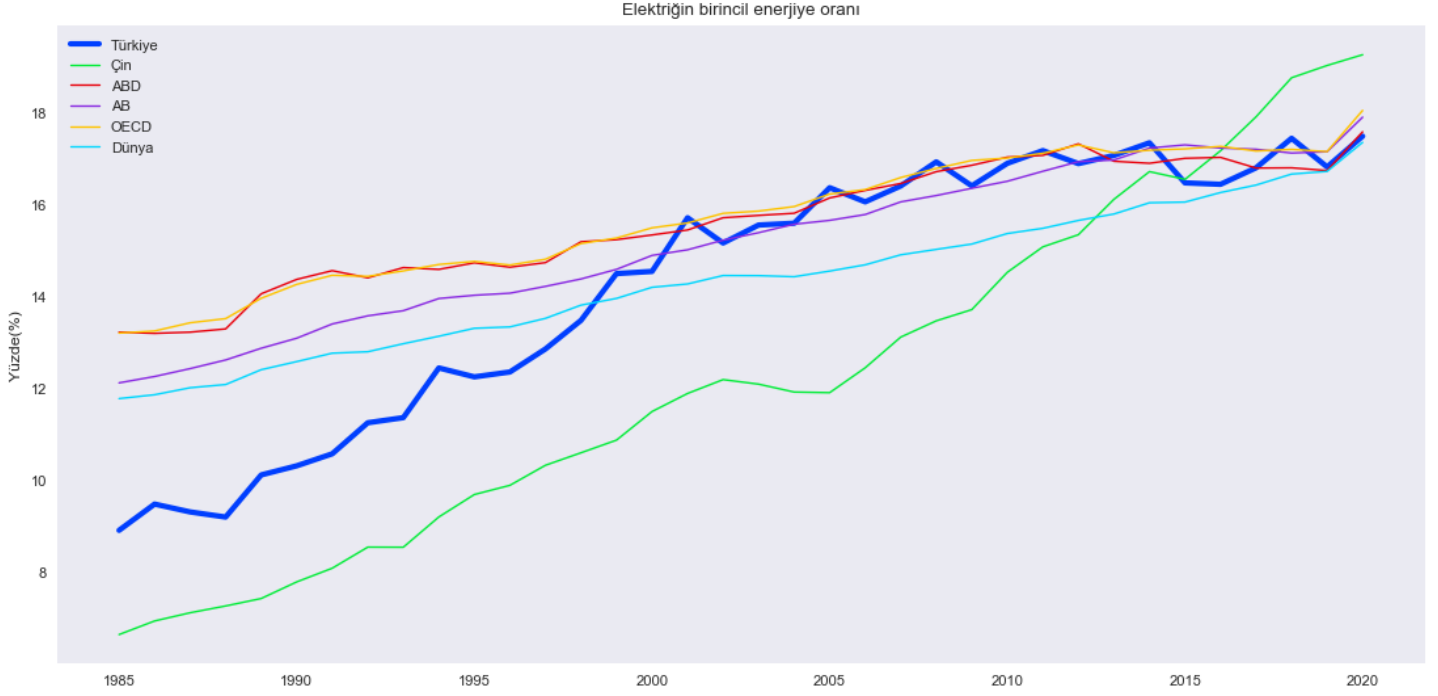
Gazın payında ise, OECD ve gelişmiş ülkelerde artan pay net olarak görülmektedir. Türkiye’de ise hidroelektrik ve yenilenebilir etkisi ile bu pay önce düşmüş sonra da sabitlenmiştir. Çin’de gazın çok düşük bir payı olduğu ve 2008 sonrasında hızlandığı da görülebilir.



Petrolün birincil enerjideki payında ise, Türkiye çok daha düşük bir noktadadır. Çin’in en aşağıda olma sebebi, kömürün göreceli çok yüksek payıdır. Birincil enerjide petrolün payı 2010’larda en düşük seviyesini görmüştür.

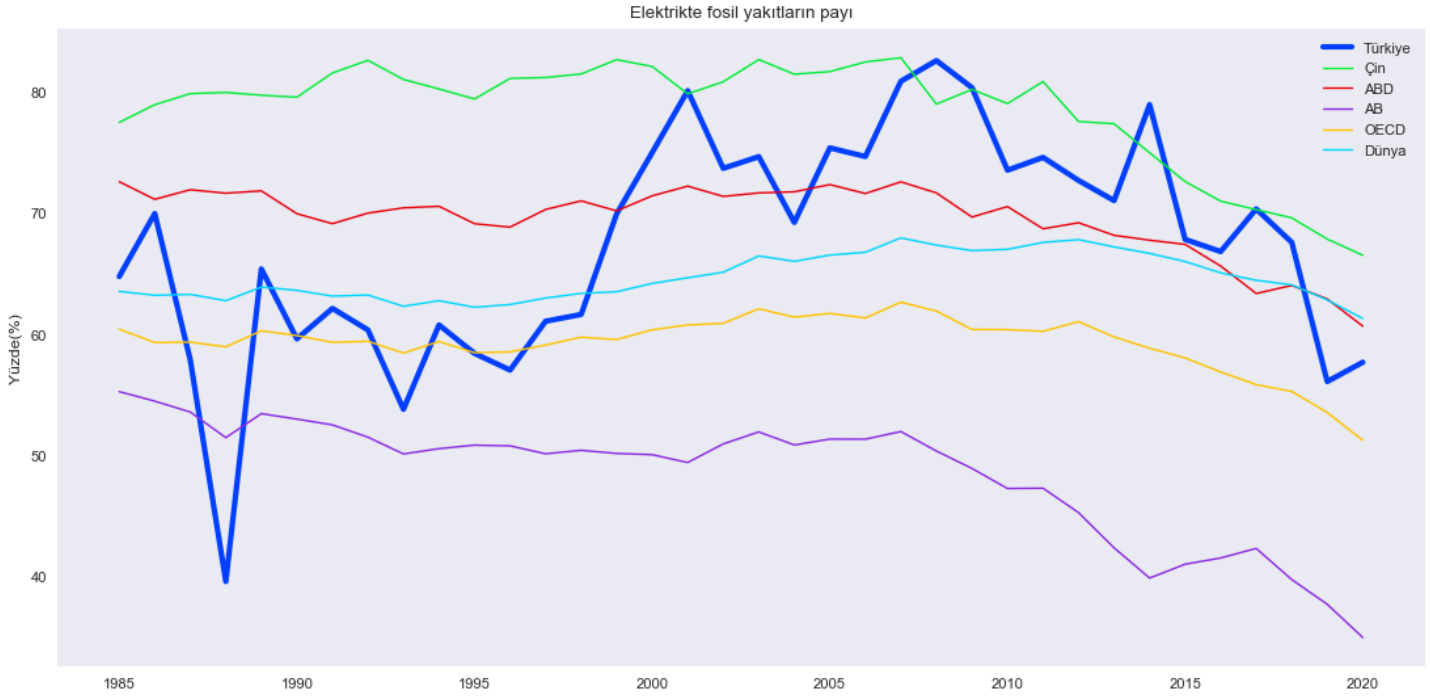


Decarbonizasyon politikalarındaki önemli noktalardan biri de elektriğin toplam enerjideki kullanımının artmasıdır. Yani elektrifikasyon diyeceğimiz bu süreçte, daha fazla fosil yakıt-araç yerini elektriğe bırakmaktadır. Çin haricinde elektriğin oranında önemli bir artış görülmemektedir. 2020’de covid sebebiyle ulaştırma ve petrolün darbe alması, göreceli olarak elektriğin oranını yükseltmiştir. Ama son 20 yılda tüm dünya benzer bir noktada seyretmektedir.

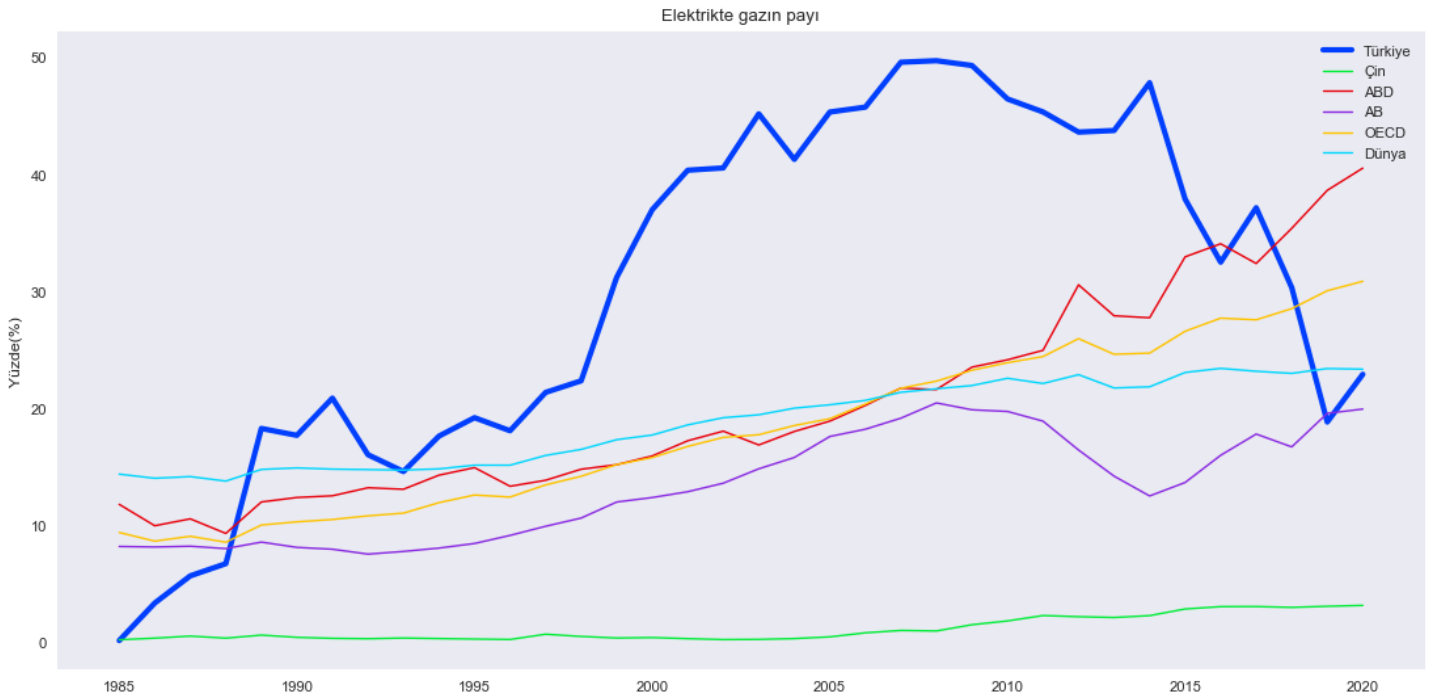


3.4.3. Elektrikte yakıt payları

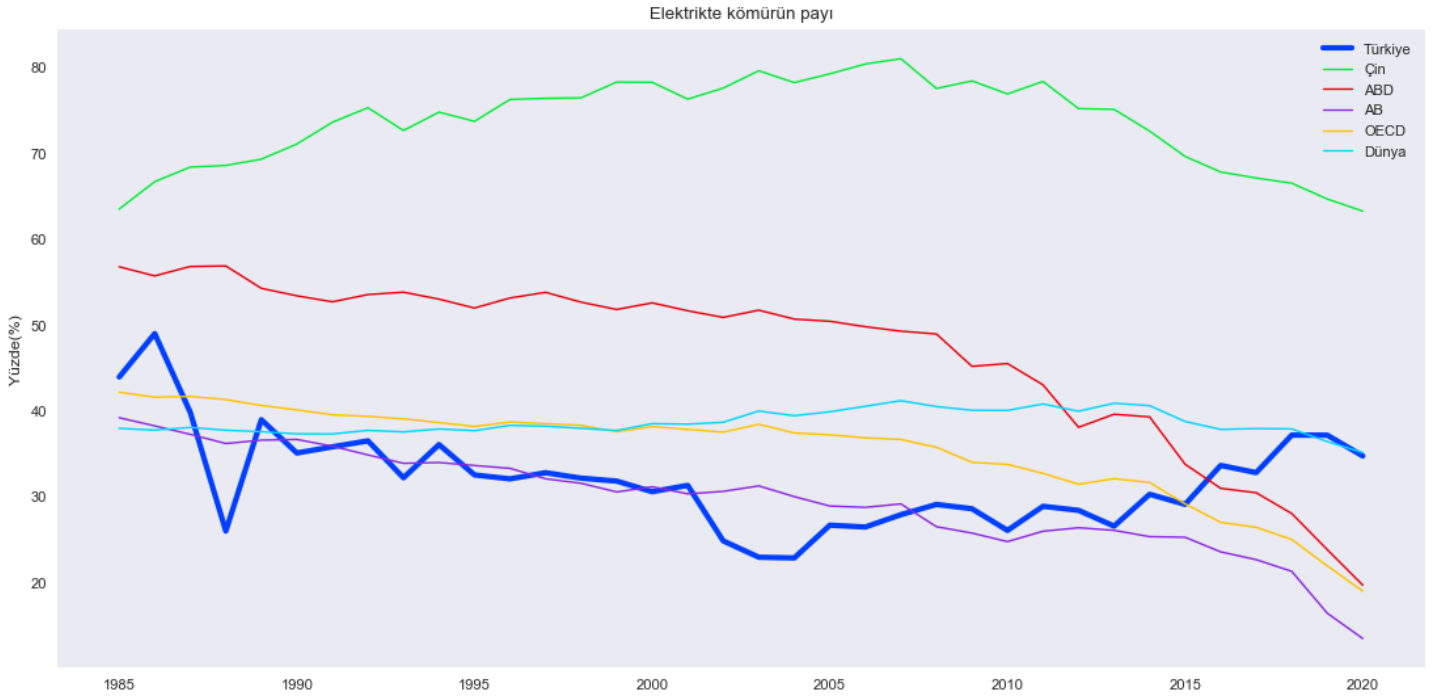
Elektrik içinde fosil yakıtların payı tüm dünyada düşmektedir. Türkiye’de bu düşüş çok hızlı olmuştur. ABD ise son 5 yılda dünya ile ortak bir eğride devam etmektedir.



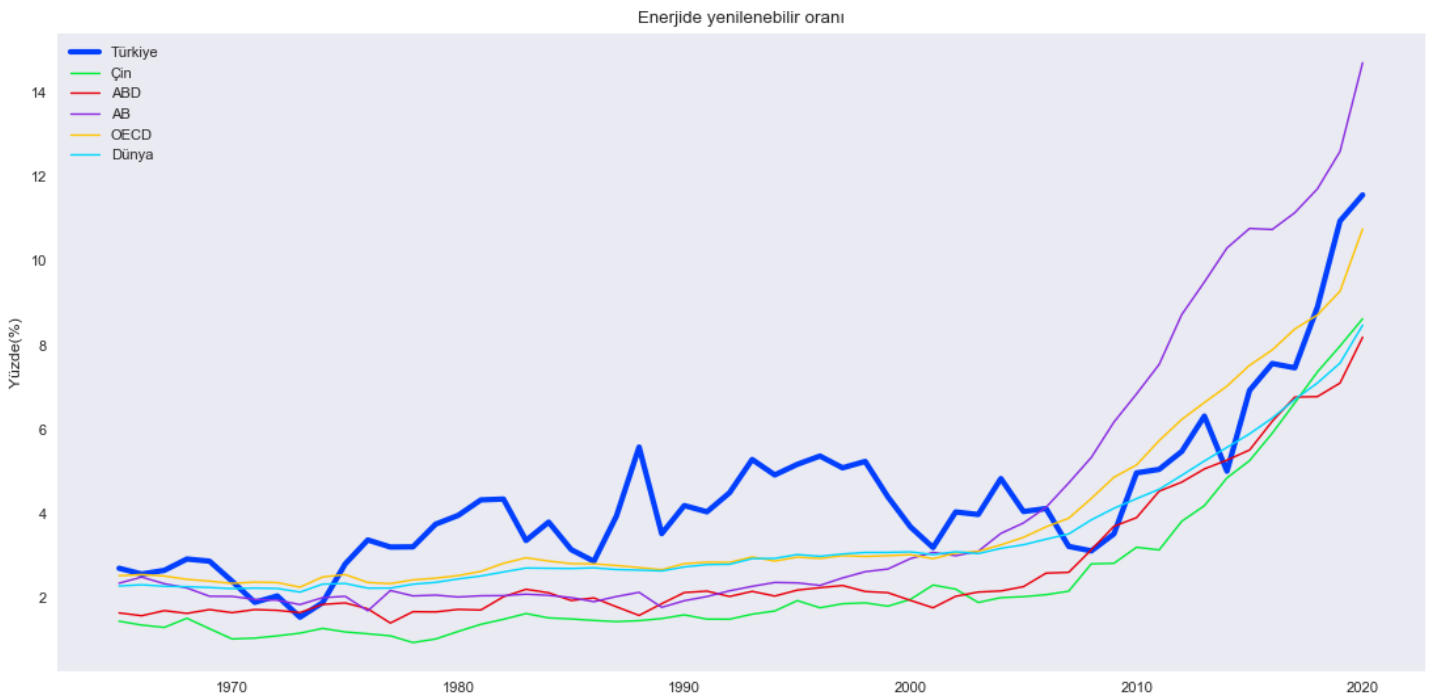
Gazın payında ise, Türkiye’de tekrar çok sert bir düşüş görülmektedir. 2010’larda %40ların üzerinde olan doğalgazın payı %20’ler seviyesine düşmüştür. Bu sırada ABD ve OECD’de de bir yükseliş görülmektedir. Türkiye 30 yıl kadar sonra AB ile aynı seviyeye gerilemiştir.



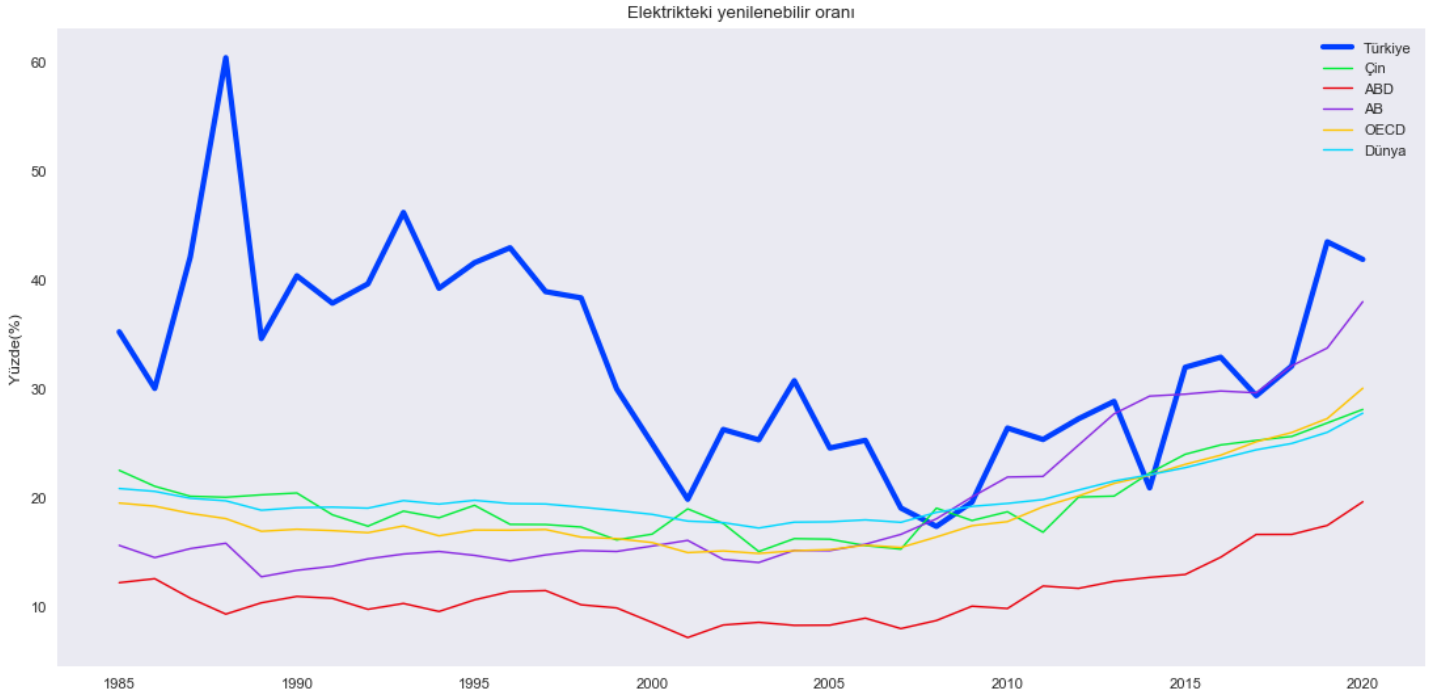
Elektrikte kömürün payında ise 2015 sonrası artışın durulduğu görülebilir. Türkiye uzun süre AB ile aynı çizgide devam ederken 2012lerden sonra bir ayrışma yaşanmıştır. ABD’de de 2010’dan sonraki sert düşüş görülmektedir.



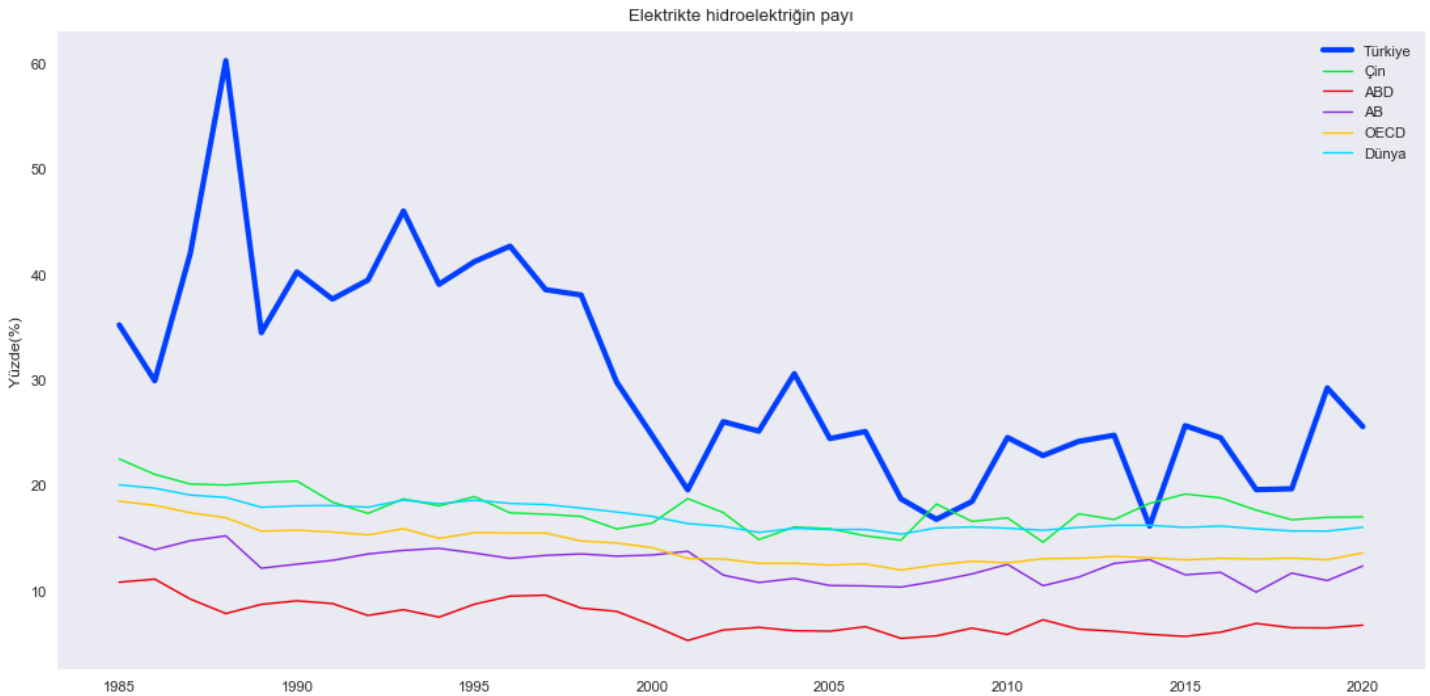
Birincil enerjide hidroelektrik dahil yenilenebilir oranında Türkiye, AB hariç diğer bölge/ülkelerin üzerindedir. ABD, Çin ve dünya ortak hareket etmektedir. Türkiye, OECD ülkelerine benzer şekilde enerjide yenilenebilir payını arttırmıştır. Buradaki eksik parça biyoyakıtlardır.



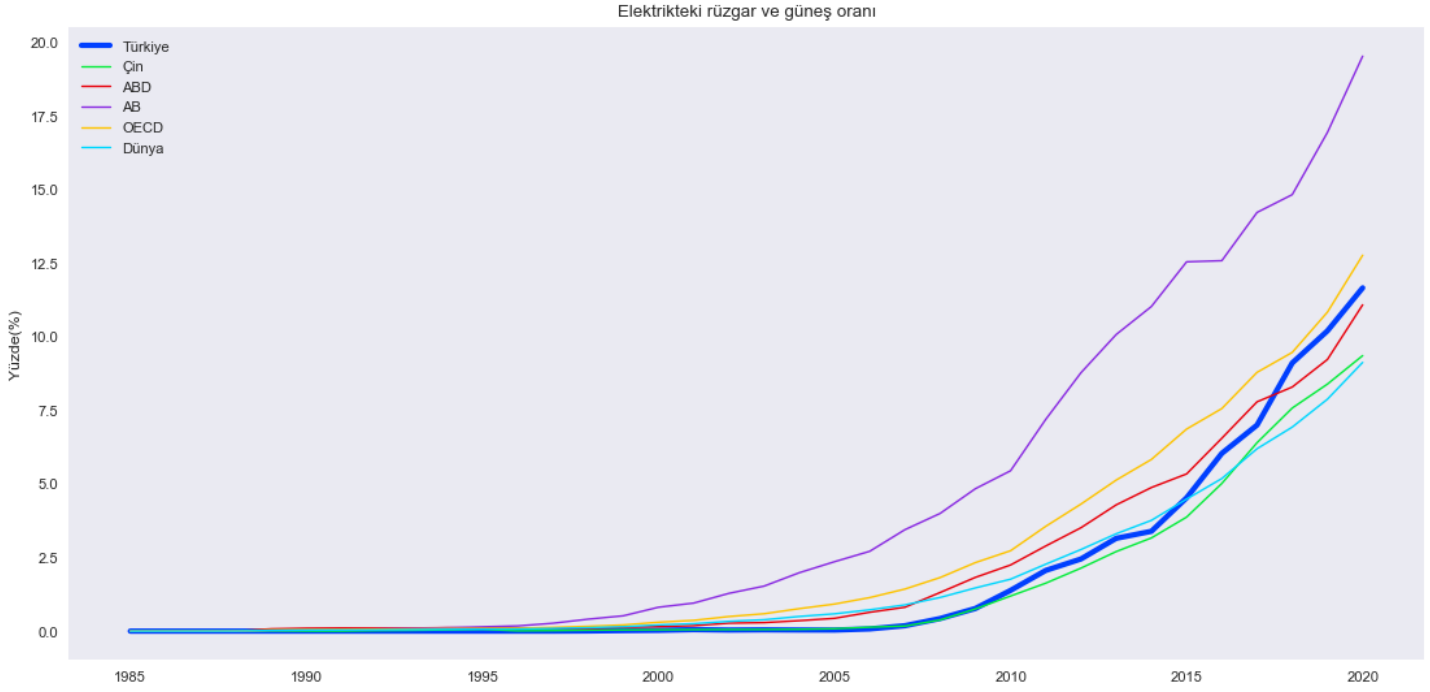
Birincil enerjiden sonra, elektrikteki yenilenebilir (hidro dahil) oranına baktığımızda ise Türkiye AB dahil diğer bölge/ülkeleri geride bırakmaktadır. Türkiye'nin 2008 sonrası AB ile ortak güzergahta hareket ettiği, daha sonra ayrıştığı kolaylıkla görülebilir. Türkiye'de kuraklık gibi mevsimsel faktörler iniş-çıkış olarak eğriyi etkilemektedir.



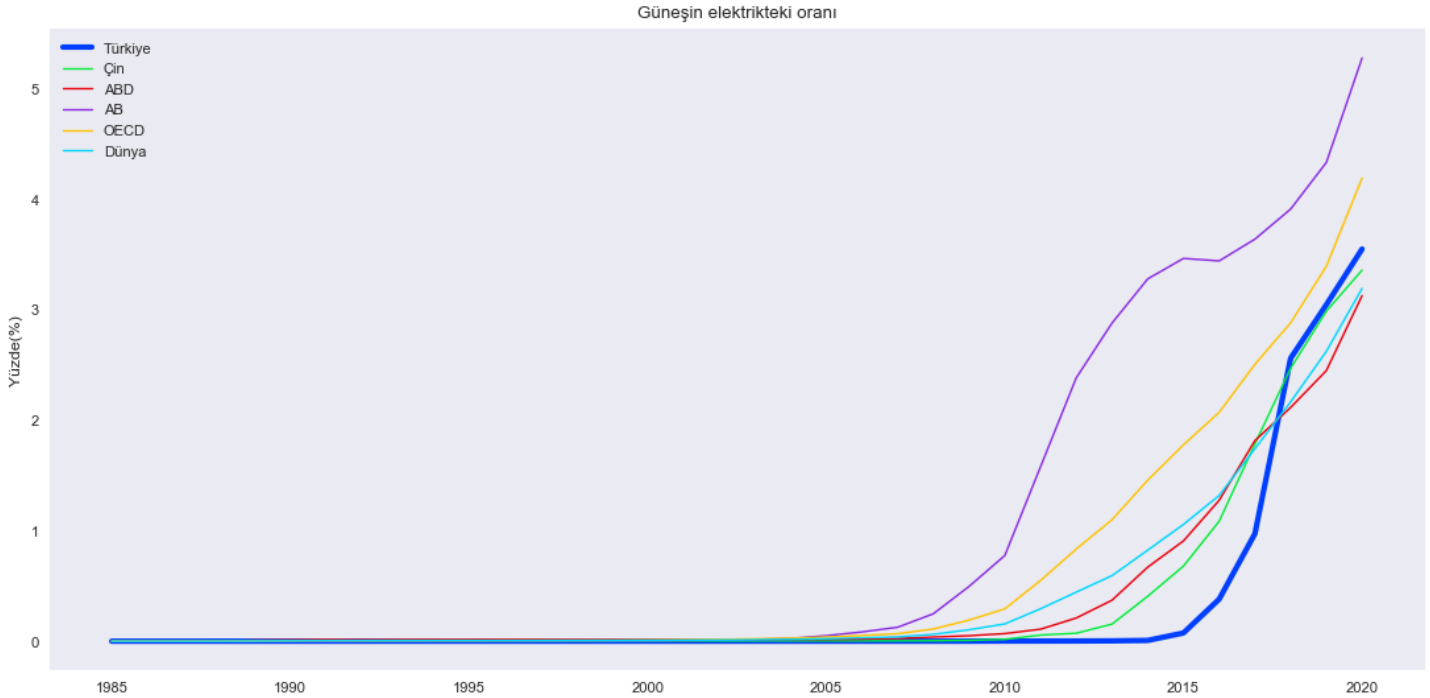
Elektrikte hidroelektriğin payına baktığımızda ise yukarıdaki grafik (toplam yenilenebilir elektrik) ile son 10 yıldaki ayrışma rahatlıkla görülebilmektedir. Kurak yıllarda hidroelektrik payı %18'lere yaklaşmakta, ıslak yıllarda ise %28-30 bandına ulaşmaktadır.



Elektrikte rüzgar ve güneş özelinde bakarsak, Türkiye Çin'e benzer başladığı oranlardan hızla OECD ülkelerinin oranına yaklaşmıştır.

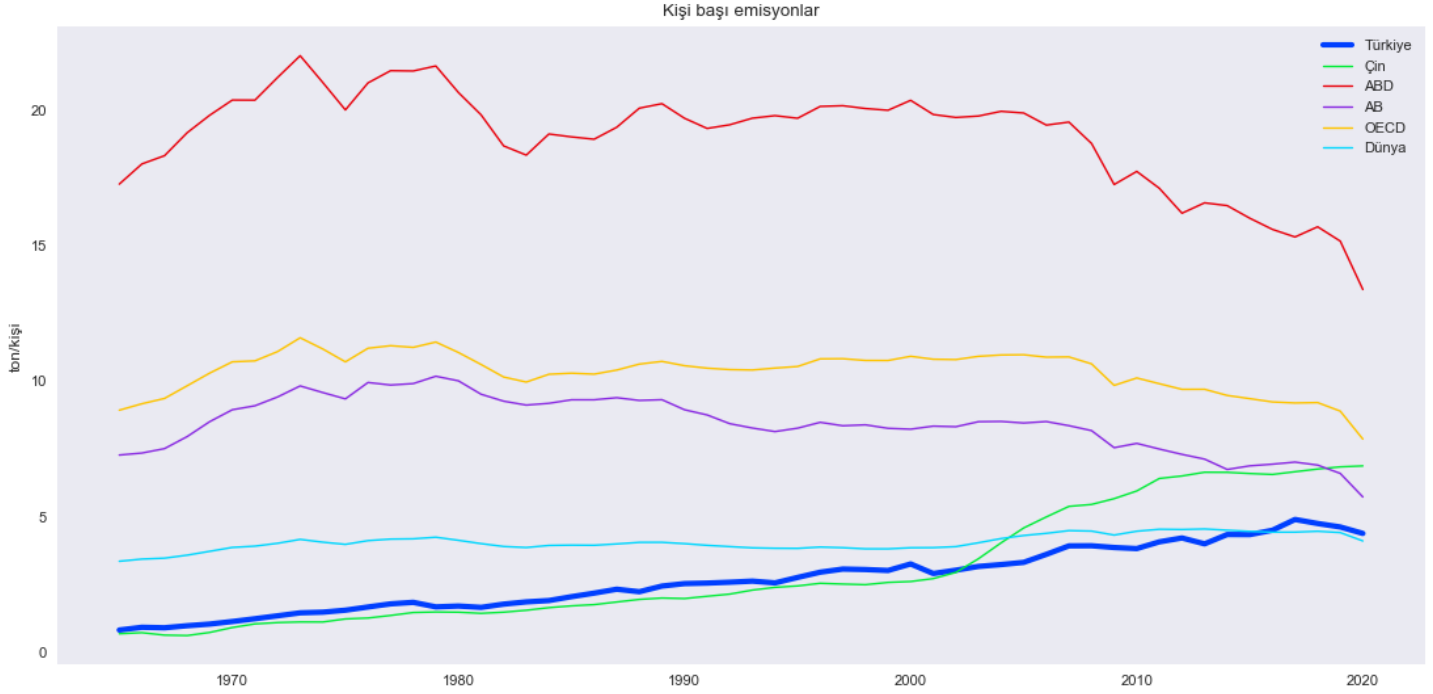


Güneşin elektrik üretimindeki payında ise Türkiye'nin diğer ülkelerden çok farklı bir artış yaptığı görülebilir.



3.4.4. Kişi başı emisyonlar

Kişi başı emisyonlarda Türkiye son 3 yıla kadar kararlı bir artış görmüştür. Çin'in 2000 sonrası emisyon artışı net olarak görülebilmektedir. Türkiye şu aşamada dünya ile benzer bir seviyededir.



BP istatistiklerinde CO2 emisyonlarına fosil yakıt tüketimleri için hesaplandığından, elektrik için ayrı bir emisyon verisi yoktur. Emisyon faktörleri ile hesaplanabilir. Fakat veriyi kullanırsak birincil enerji başına emisyonda Türkiye'nin bir düşüş sürecinde olduğu ama OECD, AB ve ABD'nin daha hızlı düştüğü görülmektedir. Bunun bir kısmının sebebi gaz, diğeri de yenilenebilirdir.

