

TURKEY ENERGY OUTLOOK | 2020



Executive Summary

Yönetici Özeti

**Sabancı
Üniversitesi**

IICEC

SABANCI UNIVERSITY
ISTANBUL INTERNATIONAL
CENTER FOR ENERGY AND CLIMATE



SABANCI UNIVERSITY
ISTANBUL INTERNATIONAL
CENTER FOR ENERGY AND CLIMATE

About IICEC

The Sabancı University Istanbul International Center for Energy & Climate (IICEC) is an independent Center at Sabancı University that produces energy policy research and uses its convening power at the energy crossroad of the world. Utilizing this strategic position, IICEC provides national, regional and global energy analyses as a research and an international networking center. Since it was established in 2010, IICEC has leveraged Istanbul's strategic position to host high-level Forums featuring sector leaders from government, international organizations, industry and academia fostering substantive discussion among key stakeholders with the aim of charting a sustainable energy future. IICEC also hosts seminars and webinars on important energy policy, market and technology areas.

As a research center in one of the most reputable universities in its region, IICEC has built a comprehensive technological and economic overview of the Turkish energy economy, published research reports on a wide variety of energy and climate topics and supports energy education at Sabancı University. IICEC also provides concise analyses of key energy market developments for policy makers and energy professionals with busy agendas. IICEC emphasizes a holistic and quality analytic approach integrating energy policy objectives with technological assessments, economic analyses, market drivers, regulatory factors and reflecting business acumen.

<https://iicec.sabanciuniv.edu>

 [iicec-sabanci-university-istanbul-international-center-for-energy-and-climate](https://www.linkedin.com/company/iicec-sabanci-university-istanbul-international-center-for-energy-and-climate)

 [sabanciu_iicec](https://twitter.com/sabanciu_iicec)

Turkey Energy Outlook

Executive Summary

Turkey Energy Outlook Executive Summary

Overview

The **Turkey Energy Outlook (TEO)** proposes energy policies to further improve energy security, increase use of domestic energy resources, advance energy efficiency, build clean energy infrastructure, develop a more competitive energy market with cost-reflective energy pricing and also to support all necessary steps towards achieving a sustainable energy system in Turkey. The main themes include increased energy efficiency, higher use of renewable energy, improving electricity and natural gas markets, building Turkey's first nuclear power plants, increased energy technology R&D and continuing and expanding the recent efforts to discover and produce more natural gas and oil.

Turkey's per capita energy and electricity consumption are less than half of the OECD average. As a country that is still developing, compared to Turkey's OECD peers, the growth of energy services per capita will be much higher. This is necessary to accommodate increasing incomes, population growth, industrialization, urbanization, increased mobility and wider access to modern energy services. The Turkey Energy Outlook (TEO) provides an independent assessment of changing technological opportunities and policy priorities to secure an efficient, competitive and sustainable energy future. Two TEO Scenarios quantify the consequences of two different policy pathways out to 2040.

TEO Scenarios

The TEO is built on a detailed bottom-up accounting of the Turkish energy economy. IICEC recognizes that each component of Turkey's energy economy is interdependent. Before taking on the task of developing a TEO, IICEC developed a first-of-its-kind detailed modeling framework for Turkey using data from a wide variety of sources, including all open data available from relevant ministries and other public and private institutions. In order to reconcile the best sources of data into a consistent and integrated modeling framework, it was necessary to develop new data series and modeling frameworks, such as a new vehicle stock retirement model that was compatible with international fuel economy studies or estimating the value-adjusted levelized cost of energy to reflect the system costs of different power generating technologies.

Two TEO Scenarios are provided: a **Reference Scenario** outlining the continuation of current policies but not necessarily achieving the most ambitious and challenging long-term targets. The **Alternative Scenario** assumes additional policy initiatives that, while cost-effective, require more challenging policy obstacles to be overcome in order to serve energy policy goals including efficiency, competitiveness and sustainability, among others. The TEO Scenarios also take into account the current and possible future impacts of the Covid-19 pandemic on each sector and fuel including a long-term sensitivity analysis for assessing the most probable permanent impacts on the energy sector, notably in travel activity and oil demand.

TEO Scenarios Summary

In both TEO Scenarios, IICEC projects an increased share of renewables as well as nuclear in the power sector, more use of electricity, natural gas and renewables in all energy end-use sectors and increased efficiency in every aspect of energy production, transformation and use. The Reference and Alternative Scenario differ in terms of how much and how fast these gains can be realized with stronger energy policies assumed in the Alternative Scenario towards a more sustainable energy future.

Energy Consumption: In the Reference Scenario, final energy demand increases by one-half by 2040 compared to 2019. The wider efficiency gains in the Alternative Scenario reduce this growth to one-third. While the Reference Scenario includes many energy efficiency and renewable energy policies, the Alternative Scenario includes more ambitious policies that, for example, achieves more efficiency in the more difficult end-use sectors such as transport and stimulates more renewable energy uptake in the power, buildings, industry and agriculture sectors. The Alternative Scenario also shows faster vehicle fleet renewal and more use of high occupancy modes of travel, especially in Turkey's growing urban areas with a new urban transportation planning proposal. In terms of cutting Turkey's fuel import bill, the Alternative Scenario projects that more intensified E&P activities could cut Turkey's natural gas imports in half by 2040 and reduce Turkey's oil import dependency.

Fuel Mix: Turkey's energy supply becomes more diversified and less carbon intensive in the Alternative Scenario. The fuel mix shifts to more electricity, natural gas, and renewables. Renewables and nuclear provide 58% of Turkey's power in the Reference Scenario in 2040. These increase to 75% in the Alternative Scenario. Combined share of wind and solar in power generation increases from 11% in 2019 to 36% in 2040. The Alternative Scenario includes measures to rebalance oil products demand towards gasoline with limited growth in diesel in order to better match Turkey's refinery slate while increasing the uptake of electricity and natural gas vehicles as this was estimated to significantly reduce Turkey's fuel import bill. The primary energy supply mix significantly shifts through 2040 towards a more sustainable and less import-dependent structure with share of oil reducing from 29% to 24% while renewables show the fastest growth increasing their share from 14% to 33%. The electricity represents 28% of total final energy demand compared to 22% in 2019.

Investments and Advanced Technologies: The TEO underlines the importance of sustained investments to achieve a technology-driven transformation in all sectors, including the power industry. In the Alternative Scenario, average annual spending requirement for the power sector is \$9 billion, around 10% higher than the Reference Scenario, to achieve wider gains by electrification. More investment is spent on the power grid to accommodate more intermittent renewables, more variable demand features, more decentralized generation assets and a rapidly advancing electro-mobility ecosystem. Every aspect of Turkey's changing energy economy provides opportunities to advance energy technology R&D and become an exporter of advanced energy technologies. The Alternative Scenario consistently reflects increased localization of global energy technology trends such as onshore and offshore wind, solar PV, electric vehicles, battery storage and many end-use applications. It also introduces a pathway for developing and deploying new energy technologies such as hydrogen production from Turkey's domestic coal through carbon capture and storage. Mobilizing the necessary investments along the whole energy value chain is critical for a secure, efficient and sustainable energy future.

Environment: In the Reference Scenario, energy sector CO₂ emissions increase by 30% by 2040 compared to 2019. However, with the more ambitious Alternative Scenario policies, a 10% CO₂ emission decrease is projected. Both scenarios demonstrate a significant reduction in the carbon intensity of energy consumption (14% in the Reference Scenario and 31% in the Alternative Scenario by 2040) mainly by increased energy efficiency and higher use of renewables and nuclear power. By 2040, carbon intensity of the power sector drops by 28% in the Reference Scenario and 54% in the Alternative Scenario. The Alternative Scenario emissions pathway also implies much higher reductions after 2040. These additional emission intensity reductions do not come about because of policies that explicitly target CO₂ emissions but instead result from policies to reduce Turkey's dependence on foreign energy imports and localize energy technologies in Turkey. Local air pollution is also reduced with much less oil and coal combustion in the buildings sector, removing high polluting diesel vehicles from the truck fleet, and limiting oil demand growth in transportation.

10 Policy Recommendations

Based on our TEO findings, the following policies can be recommended:

1. An attractive investment framework to mobilize investments for meeting increasing demand for modern energy services while achieving a more secure, efficient and sustainable energy future;
2. Faster progress towards competitive power and natural gas markets and wider private sector participation with cost-reflective energy prices while addressing the social dimension;
3. Increased renewable and nuclear power with more flexibility in the power grid including demand side services;
4. Increased energy and fuel efficiency across all sectors supported by fuel shifts towards further electrification and larger use of renewable energy;
5. Strong policy initiatives, market based and innovative financing and business models to exploit the energy efficiency potential in buildings and industries,
6. Faster uptake of electric vehicles and Turkey's recharging infrastructure and faster retirement of older, inefficient and polluting transportation vehicles;
7. Increased modal shifts from energy and oil intensive road to rail and marine as well as a data-driven urban transportation planning structure to ensure effective public transit capital investments and measures to discourage private automobile travel;
8. Sustained exploration and production (E&P) efforts and investments to discover and produce more domestic oil and gas;
9. Increased uptake of digitalization and advanced data analytics along the energy supply and demand chain; and
10. Increased innovation, R&D and manufacturing of advanced energy technologies.

Türkiye Enerji Görünümü

Yönetici Özeti

Türkiye Enerji Görünümü Yönetici Özeti

Genel Bakış

Türkiye Enerji Görünümü, enerji güvenliğini daha fazla güçlendirmek, yerli enerji kaynaklarının kullanımını artırmak, enerji verimliliğini geliştirmek, temiz enerji altyapıları oluşturmak, maliyetleri yansıtan, aynı zamanda Türkiye’de sürdürülebilir bir enerji sistemine ulaşılmasına yönelik tüm adımları destekleyen, rekabetçi enerji piyasasını geliştirmek yönünde politikaları destekleyen enerji politikası seçenekleri önermektedir. Başlıca temalar, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması, elektrik ve doğal gaz piyasalarının geliştirilmesi, Türkiye’nin ilk nükleer enerji santrallerinin kurulması, enerji teknolojileri Ar-Ge çalışmalarının artırılması ve son dönemdeki çabaların artarak sürdürülmesi ile daha fazla petrol ve doğal gazın keşfedilmesi ve üretilmesini içermektedir.

Türkiye’nin kişi başına enerji ve elektrik talebi OECD ortalaması seviyesinin yarısının altındadır. Gelişmekte olan bir ülke olarak, diğer OECD üyesi ülkeler ile karşılaştırıldığında, kişi başına enerji hizmetlerine olan talep artışı çok daha yüksek olacaktır. Bu büyüme, artan gelir düzeyleri, nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme, mobilite ve modern enerji hizmetlerine erişimin yaygınlaşmasını desteklemek üzere gereklidir. Turkey Energy Outlook (TEO), politika öncelikleri ve değişen teknolojik fırsatlar çerçevesinde verimli, rekabetçi ve sürdürülebilir bir enerji geleceğinin güvence altına alınmasına yönelik bağımsız bir değerlendirme sunmaktadır. İki TEO senaryosu ile, 2040 yılına kadar olan dönem için iki farklı politika patikasının neticeleri kantitatif olarak irdelenmektedir.

TEO Senaryoları

TEO, Türkiye enerji ekonomisinin detaylı bir envanteri üzerine kurulmuştur. IICEC, TEO çalışmasının geliştirilmesi öncesinde, Türkiye enerji ekonomisinin tüm bileşenlerinin birbirleri ile etkileşim durumunda olduğunu dikkate alarak, ilgili bakanlıklar, kamu ve özel sektör kuruluşlarının tüm açık veri kaynaklarından faydalanan, detaylı bir modelleme çerçevesi geliştirmiştir. Veri setlerini uyumlu ve entegre bir modelleme çerçevesine oturtabilmek üzere, uluslararası yakıt ekonomisi çalışmaları ile benzer ulaştırma araçları modeli ve farklı elektrik üretim teknolojilerinin sistem maliyetlerini yansıtabilmek için değere göre belirlenmiş bir seviyelendirilmiş enerji maliyet öngörüsü gibi alanlarda yeni veri serileri ve modelleme bileşenleri geliştirilmiştir.

Mevcut politikaların sürdürüldüğü ancak ulaşılması nispeten zorlu olan uzun vadeli hedeflerin tümüyle karşılanamadığı **Referans Senaryo** ve maliyet-etkin olmakla birlikte bazı zorlu engellerin aşılmasını ve ek politika seçeneklerini gerektiren, böylelikle verimlilik, rekabetçilik ve sürdürülebilirlik başta olmak üzere pek çok enerji politikası hedefinin gerçekleştirildiği **Alternatif Senaryo** olmak üzere iki TEO senaryosu sunulmaktadır. TEO Senaryoları, Covid-19 pandemisinin tüm sektör ve yakıtlara mevcut ve olası gelecek etkilerini de dikkate almakta ve özellikle seyahat aktivitesi ve petrol talebinde kalıcı olma olasılığı yüksek olan etkilerin irdelenmesine yönelik uzun-vadeli bir hassasiyet analizi de sunmaktadır.

TEO Senaryoları Özeti

IICEC her iki TEO Senaryosunda da, elektrik sektöründe yenilenebilir enerji ve nükleer enerjinin payının artmasını, tüm nihai enerji tüketicisi sektörlerde elektrik, doğal gaz ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasını ve enerji üretimi, dönüşümü ve tüketiminin tüm aşamalarında verimliliğinin artmasını öngörmektedir. Referans Senaryo ve Alternatif Senaryo, bu kazanımlarının hangi hızda ve oranda gerçekleşeceği noktasında farklılaşmakta olup, Alternatif Senaryo'daki daha güçlü enerji politikası hedefleri daha sürdürülebilir bir enerji geleceğine katkı sunmaktadır.

Enerji Tüketimi: Referans Senaryo'da nihai enerji talebi 2040 yılına kadar %50 oranında artmaktadır. Alternatif Senaryo'daki daha yüksek verimlilik kazanımları bu artışı üçte bir ile sınırlamaktadır. Referans Senaryo çok sayıda verimlilik ve yenilenebilir enerji politikası içermekle birlikte, Alternatif Senaryo'da ulaştırma sektörü gibi daha zorlu nihai tüketici sektörlerde daha yüksek verimlilik artışını ve elektrik üretimi, binalar, sanayi ve tarım sektörlerinde daha fazla yenilenebilir enerji kullanımını destekleyen daha iddialı hedefler sunulmaktadır. Alternatif Senaryo aynı zamanda ulaştırma sektöründeki araç parkının daha hızlı yenilenmesini yansıtmakta ve özellikle şehirlerde toplu taşıma kullanımının daha fazla yaygınlaşmasına yönelik bir şehiriçi ulaşım planlama önerisi sunmaktadır. Alternatif Senaryo'da daha yoğun arama ve üretim faaliyetleri neticesinde Türkiye'nin doğal gaz ithalat oranı yarıya düşerken petrol ithalat düzeyi de azalmaktadır.

Yakıt Bileşimi: Türkiye enerji arzı Alternatif Senaryo'da daha çeşitlendirilmiş ve aynı zamanda daha düşük karbon yoğunluğuna sahip bir yapıya ulaşmaktadır. Yakıt bileşimi, daha yüksek oranda elektrik enerjisi, doğal gaz ve yenilenebilir enerji yönünde gelişmektedir. Yenilenebilir enerji ve nükleer Referans Senaryo'da 2040 yılında toplam elektrik üretiminin %58'ini sağlamakta, bu oran Alternatif Senaryo'da %75'e çıkmaktadır. Rüzgar ve güneşin elektrik üretiminde 2019 yılında %11 olan toplam payı 2040 yılında %36'ya ulaşmaktadır. Alternatif Senaryo, petrol ürünleri talebini Türkiye rafinerilerinin çıktılarını ile daha uyumlu duruma getirmek üzere benzin talebinde artış, dizelde sınırlı büyüme, elektrikli ve doğal gaz yakıtlı araçların kullanımında artış ile yakıt ithalat faturasını düşürmektedir. Birincil enerji arzı, 2040 yılına doğru daha sürdürülebilir ve daha az ithalata dayalı bir yapıya ulaşmaktadır. Petrolün payı %29'dan %24'e düşerken, yenilenebilir enerji en hızlı büyümeyi göstererek payını %14'den %33'e artırmaktadır. Elektrik enerjisinin nihai enerji talebindeki payı 2019 yılındaki %22 seviyesinden %28'e çıkmaktadır.

Yatırımlar ve İleri Teknolojiler: TEO, elektrik sektörü dahil tüm sektörlerde teknoloji odaklı bir dönüşümü gerçekleştirebilmek üzere yatırımlarda sürdürülebilirliğinin önemine işaret etmektedir. Alternatif Senaryo'da elektrik sektörünün yıllık ortalama yatırım gereksinimi Referans Senaryo'nun %10 üzerinde ve elektrifikasyonun yaygın kazanımlarına ulaşabilmeyi teminen 9 milyar ABD doları olarak öngörülmektedir. Daha fazla kesintili yenilenebilir enerji üretimine, daha değişken talep dinamiklerine, daha fazla dağıtık üretime ve hızla gelişen elektrikli ulaşım ekosistemine destek olabilmek üzere elektrik şebekelerinde daha fazla yatırım gerçekleştirilmektedir. Türkiye'nin değişen enerji ekonomisinin tüm bileşenleri, enerji teknolojileri Ar-Ge faaliyetlerinin ileriye taşınması ve ileri enerji teknolojilerinde ihracatçı konuma gelebilmek üzere fırsatlar sunmaktadır. Alternatif Senaryo'da, kara ve denizde rüzgardan elektrik üretimi, güneş fotovoltaik, elektrikli ulaşım araçları, batarya depolama ve pek çok nihai tüketim uygulamasında artan oranda yerleşme perspektifi sunulmaktadır. Alternatif Senaryo aynı zamanda Türkiye'nin yerli linyit kaynaklarının karbon yakalama ve depolama teknolojileri ile hidrojen üretiminde kullanılması gibi alanlarda yeni teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması yönünde gelişim fırsatları da önermektedir. Enerji değer zincirinde gerekli yatırımların harekete geçirilmesi, güvenli, verimli ve rekabetçi bir enerji geleceğine ulaşılması için kritik önemdedir.

Çevre: Referans Senaryo'da enerji sektörü CO₂ emisyonları 2019 yılına kıyasla %30 artmaktadır. Daha zorlu Alternatif Senaryo politikaları ile %10 CO₂ emisyon azalışı öngörülmektedir. Her iki senaryoda da, özellikle artan enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji ve nükleer enerjinin yüksek oranda kullanımı yoluyla enerji tüketiminin karbon yoğunluğu önemli oranda azalmaktadır (Referans Senaryo'da %14 ve Alternatif Senaryo'da %31). 2040 yılında elektrik sektörünün karbon yoğunluğu Referans Senaryo'da %28 ve Alternatif Senaryo'da %54 oranında düşmektedir. Alternatif Senaryo'da emisyon trendleri 2040 yılından sonraki dönemde daha yüksek düşüşlere de işaret etmektedir. Emisyon yoğunluğundaki düşüşler CO₂ emisyonlarında azaltım odaklı politika tercihlerinden değil, Türkiye'nin enerjide ithalat bağımlılığını azaltmaya ve enerji teknolojilerini yerleştirmeye yönelik politikalardan kaynaklanmaktadır. Binalarda petrol ve kömür tüketiminin azalması, kirleticiliği yüksek dizel kamyonların araç parkından çıkarılması ve ulaştırmada petrol talep artışının sınırlanması ile hava kirliliğinde de azalma sağlanmaktadır.

10 Politika Önerisi

TEO bulguları çerçevesinde, aşağıdaki politikalar önerilmektedir:

1. Modern enerji hizmetlerine artan talebin karşılanması ve daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir enerji geleceğini temin etmek üzere yatırımların cazibesinin artırılması;
2. Daha rekabetçi elektrik ve doğal gaz piyasalarına geçişin hızlanması, maliyetleri yansıtan fiyatlandırma ve sosyal boyut da gözetilerek özel sektör katılımının artırılması;
3. Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji ve nükleer payının artırılması ve talep tarafı hizmetlerini de içerecek şekilde elektrik şebekelerinin esnekliğinin güçlendirilmesi;
4. Daha fazla elektrifikasyon ve yenilenebilir enerji kullanımı ile de desteklenecek şekilde tüm sektörlerde enerji ve yakıt verimliliğinin artırılması;
5. Güçlü politika girişimleri, piyasa odaklı ve yenilikçi finansman ve iş modelleri yoluyla binalarda ve sanayide enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi;
6. Elektrikli araçların ve şarj altyapısının hızlı büyümesi ve eski, verimsiz ve kirleticiliği yüksek ulaşım araçlarının araç parkından çıkarılması;
7. Enerji ve petrol yoğun karayolu ulaşımından raylı sistemler ve deniz ulaşımına geçişin artırılması ve veri ile desteklenmiş kentsel ulaşım planlaması, etkin toplu taşıma yatırımları ve yöntemleri ile şehirci özel araç trafiğinin azaltılması;
8. Arama ve üretim çabaları ve yatırımlarının sürdürülmesi sayesinde daha fazla petrol ve doğal gaz keşfi ve üretimi sağlanması;
9. Enerji arz ve talep zincirinde dijitalleşme ve ileri veri analitiğinin daha yaygın kullanılması;
10. İleri enerji teknolojilerinde inovasyon, Ar-Ge ve üretimin artırılması.

TURKEY ENERGY OUTLOOK | 2020



Sabancı
Universitesi

IICEC

SABANCI UNIVERSITY
ISTANBUL INTERNATIONAL
CENTER FOR ENERGY AND CLIMATE

ISBN 978-605-7003-18-8



9 786057 003188