

**Kasım 2016'da yürürlüğe giren iklim değişikliğine ilişkin Paris Anlaşması, özünde enerjiye ilişkin bir anlaşmadır.** Anlaşmanın amaçlarına ulaşmak için, sera gazı salımlarının en az üçte ikisine neden olan enerji sektöründe dönüştürücü bir değişim gereklidir. Enerji sektöründe hali hazırda devam etmekte olan düşük karbonlu enerji taahhütü ve potansiyeli gösteren değişiklikler, iklim değişikliği üzerine anlamlı bir eyleme yönelik güvenilirliğe de katkı sağlamaktadır. Enerjiye ilişkin CO<sub>2</sub> emisyonlarındaki artış 2015 yılında tamamen durdu. Bu esasen, küresel ekonominin enerji yoğunluğunda %1,8'lik bir iyileşmenin olması, çoğunlukla yenilenebilir enerjiden oluşan daha temiz enerji kaynaklarının dünya çapında kullanımının artması ve enerji verimliliğindeki kazançlarla desteklenen bir trendin varlığından kaynaklanmaktadır. Enerji sektörüne her yıl yapılan 1,8 trilyon dolara yakın yatırımın artan bir kısmı, üretime dönük petrol ve gazla yapılan yatırımın hızla düştüğü bir dönemde temiz enerjiye çekilmiştir. Fosil yakıt tüketimi sübvansiyonlarının değeri, daha düşük fosil yakıt fiyatlarını ve aynı zamanda, birçok ülkede ivme kazanmış sübvansiyon reform süreci yansıtarak, 2015 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık 500 milyar dolardan 325 milyar dolara düştü.

**Enerji sektörünün yenilenebilir kaynaklı enerjiye dönüşümü, geleneksel enerji güvenliği endişelerini ortadan kaldırmazken, enerji piyasası tasarımı ve elektrik güvenliğiyle ilgili yeni bir tartışmayı odak noktası haline getirmiştir.** Enerjiye erişim, satın alınabilirlik, iklim değişikliği ve enerjiyle bağlantılı hava kirliliği konularının yanısıra farklı yapılardaki enerji projelerinin kamuoyu tarafından kabul görmesiyle ilgili sorunlar biraraya geldiğinde, enerji sektöründe çözülmesi gereken değiş tokuş, ortak çıkar ve rekabet öncelikleri gibi pek çok konu bulunmaktadır. Bu, *Dünya Enerji Görünümü'nün (WEO)*, Paris Anlaşması'yla girilen yeni dönemin ilk kapsamlı incelemesini yapmak üzere 2016 yılında yeni bir fırsatla farklı senaryolarda ve vaka incelemelerinde yer aldığı bir görevdir. Yaklaşık 190 ülkeyi kapsayan Paris Anlaşması'na yönelik tüm iklim taahhütleri detaylı bir şekilde incelendi ve ana senaryomuza dahil edildi. *WEO-2016*'da ele alınan daha katı karbonsuzlaştırma seçenekleri yalnızca 450 Senaryoyu (küresel ısınmayı 2°C'de % 50 sınırlama şansı ile uyumludur) değil aynı zamanda küresel ısınmayı daha da sınırlayabilecek yolların da ilk incelemesini içermektedir.

***Dünyanın enerji ihtiyacı artmaya devam ediyor, ancak sayısız milyonlar arkada bırakıldı.***

**Ana senaryomuzda, küresel enerji talebinin 2040 yılına kadar % 30 oranında yükselmesi, tüm modern yakıtlar için tüketimde bir artış anlamına gelmekle birlikte, küresel toplam bir çok farklı eğilimi ve yakıtlar arasındaki önemli geçişleri maskeleymektedir. Dahası, 2040 yılında yüz milyonlarca insan hala temel enerji hizmeti almamaya mahkum bırakılmış durumdadır.** *WEO-2016*'da detaylı bir şekilde ele alınan yenilenebilir enerji küresel olarak açık arayla en hızlı büyümeyi görmektedir. Tüketimindeki yüzde 50 artışla doğalgaz tarifeleri fosil yakıtlar arasında en iyisidir. Petrol talebindeki artış, projeksiyon periyodu boyunca yavaşlamakla birlikte, bu artış 2040 yılına kadar günde 103 milyon varil (mb/d)'den fazla olacaktır. Kömür kullanımı çevresel kaygılardan olumsuz etkilenmektedir ve son yıllarda gösterdiği hızlı büyümeden sonra artış, esas olarak durmaktadır. Nükleer üretimindeki artışı tetikleyen en önemli etken Çin'de etkin olarak

\*Yönetici Özeti, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından Türkçeye çevrilmiştir.

yayılmındankaynaklanmaktadır. OECD ülkelerindeki toplam talep bir düşüş eğilimi göstermekle birlikte, küresel enerji tüketiminin coğrafyası Hindistan, Güneydoğu Asya ve Çin'in yanı sıra Afrika, Latin Amerika ve Orta Doğu bölgelerini sanayileşmeye ve kentleşmeye doğru yönlendirmeye devam etmektedir. 2030'lu yılların ortalarına gelindiğinde, Asya'da gelişmekte olan ülkeler OECD'nin tamamından daha fazla petrol tüketirlerken, Çin ve Hindistan güneş fotovoltaiklerinde (PV) en büyük artışı görüyor; ancak, pek çok ülkede yoğun çabalara rağmen, küresel nüfusun büyük bir kısmı modern enerji olmadan devam etmeye hazırlanıyor. Sahraaltı Afrika'nın nüfusu giderek artan kırsal alanlarında yarım milyardan fazla insanın 2040 yılında hala elektriğe erişimi bulunmuyor (bugün 1,2 milyondan az). Yaklaşık 1,8 milyar, pişirme yakıtı olarak katı biyokütleyle bağımlı kalmış durumda (bugünün 2,7 milyarından üçte bir oranında daha düşük bir seviyede); ve bu, her yıl 3,5 milyon prematüre doğumda ölüme neden olan dumanlı kapalı ortamlara sürekli maruz kalmak anlamına geliyor.

### ***Sermayenin yeni bir tahsisi***

**Ana senaryomuzda küresel enerji arzında toplam 44 trilyon dolarlık bir yatırıma ihtiyaç duyulmaktadır; söz konusu yatırımın % 60'ı bu yakıtları kullanan santraller de dahil olmak üzere petrol, gaz ve kömür çıkarımı ile arzı ve yaklaşık % 20'si de yenilenebilir enerjiye yönlendirilmektedir. Enerji verimliliğinde iyileştirmeler yapmak için fazladan 23 trilyon dolara ihtiyaç duyulmaktadır.** Bu durum, toplam arz yatırımının yaklaşık % 70'inin fosil yakıtlara gittiği 2000-2015 dönemi ile karşılaştırıldığında, başlıca yenilenebilir enerji teknolojileri için maliyet düşüşlerinin devam etmesi beklentisi söz konusu olduğunda, sermayenin belirgin bir şekilde yeniden dağılımını temsil etmektedir. Üretime dönük akaryakıt ve gaz yatırımları için en önemli teşvik, üretimde mevcut alanlarda yaşanan düşüştür. Petrol söz konusu olduğunda bunlar, Irak'ın şu andaki cari çıktısını iki yılda bir küresel dengeden yitirmesine eşdeğerdir. Elektrik sektöründe, elektrik arzı ve üretim kapasitesi arasındaki ilişki değişiyor. Gelecekteki yatırımların büyük bir kısmı, nispeten düşük kullanım oranlarıyla çalışma eğiliminde olan yenilenebilir enerjiye dayalı kapasitedir; bu nedenle, üretilen elektriğin her ek birimi 1990-2010 dönemine kıyasla % 40 daha fazla kapasitenin teminini gerektirecek şekilde ayarlanmıştır. Sermaye yoğun teknolojilere yönelik yapılan harcamaların payındaki artış, çoğu durumda, rüzgar ve güneş enerjisi için sıfır yakıt maliyeti gibi minimum işletme giderleriyle dengelenmiştir.

### ***İklim taahhütleri ve iklim hedefleri***

**Ülkeler Paris Anlaşması taahhütlerinde belirlenen hedeflerin birçoğuna genel olarak ulaşmış ve hatta bazı durumlarda bunun ötesine geçmiş durumdadır; ki bu durum, küresel enerji ile ilişkili CO<sub>2</sub> emisyonlarında öngörülen artışı yavaşlatmak için yeterli, ancak ısınmayı 2°C'nin daha altına sınırlamak için yeterli değildir.** Çin'in iç tüketim ve hizmetlere yönelik bir ekonomik modele geçişi, küresel eğilimleri şekillendirmede kritik bir rol oynamaktadır. Son onyıllık sürede Çin'in altyapısının güçlenmesi, çoğunlukla çelik ve çimento gibi enerji yoğun endüstriyel sektörlerle dayanmaktadır. Bununla birlikte, bu sektörlerden gelen enerji talebi şimdilerde 2040 yılında öngörülen düşüşle Çin'de sanayi kömürü kullanımını da beraberinde getirerek ulaştığı bu yüksek seviyeyi geride bırakmıştır. Çin'in elektrik üretiminde gerçekleşen artışın tamamına yakını, elektrik miksindeki payı bugün neredeyse dörtte üçten 2040 yılında % 45'ten az bir seviyeye inen kömür dışında kalan kaynaklardan gelmektedir. Çin'in enerji ile ilişkili CO<sub>2</sub> emisyon düzlüğü, mevcut seviyelerin sadece biraz üstündedir. Hindistan'da, elektrik miksi içinde

kömürün payı, 2040 dönemine kadar % 75'ten % 55'e düşecek olup, bu, (Çin'deki "sadece" % 85'lik artış ile karşılaştırıldığında) üç katından fazla elektrik talebi gören bir ülkede büyük bir değişimi göstermektedir. Başlıca gelişmiş ekonomiler arasında ABD, Avrupa Birliği ve Japonya iklim taahhütlerini yerine getirmek için geniş çapta ilerleme kaydetmiş gibi görünüyor, ancak enerji verimliliğinde daha fazla gelişme göstermek hayati önem taşımaktadır. Tam ve zamanında uygulama konusuna odaklanıldığı takdirde, taahhütler toplamda küresel CO<sub>2</sub> emisyonlarındaki artışın yıllık ortalama 160 milyon tonla sınırlandırılması adına yeterli olmaktadır. Bu, 2000 yılından bu yana görülen yıllık ortalama 650 milyon tonluk artışa kıyasla belirgin bir azalmadır. Enerji ile ilişkili CO<sub>2</sub> emisyonlarında, 2040 yılında 36 gigaton'a kadar ulaşacak süregelen artış, taahhütlerin mümkün olan en kısa sürede emisyonlarda zirveye ulaşmak üzere belirlenmiş Paris Anlaşması hedefini yerine getirmediğini açık bir şekilde göstermektedir.

### ***Verimlilik, değişimin motorudur.***

**Ülkelerin iklim taahhütlerini yerine getirmeye yönelik istekliliklerini artırmak için 450 Senaryoda, karbonların giderilmesi ve verimliliğin iyileştirilmesi hızında Paris Anlaşması ile geliştirilmiş beş yıllık gözden geçirme mekanizmasının önemini vurgulayarak, bir kademe değişiklik yapmak gerekiyor.** Yenilenebilir enerjinin, nükleer enerjinin (politik olarak kabul edilen yerlerde) ve karbon depolama ve yakalamanın hızlı bir şekilde kullanıma alınması; nihai kullanımların tümü üzerine daha fazla elektrifikasyon ve verimlilik adına uygulanacak güçlü bir itki; ve hükümetler ve şirketler tarafından sağlam ve uyumlu bir temiz enerji araştırma ve geliştirmesi için sarf edilen çabalarla birlikte ek emisyon azaltımlarına yönelik ön saflar, enerji sektörüne aittir. Verimlilik bakımından, WEO-2016'da bir dizi son kullanım uygulamalarında (örneğin fanlar, kompresörler, pompalar, araçlar, buzdolapları) günümüz elektrik tüketiminin yarısından fazlasını oluşturan elektrikli motor sistemlerinin performansında daha fazla gelişime yönelik potansiyeli vurguluyoruz. Tek başına sanayi sektöründe, 450 Senaryoda yaklaşık 300 milyar dolarlık ilave kümülatif yatırım, 2040 yılı küresel elektrik talebini yaklaşık % 5 oranında düşürmekte ve elektrik üretiminde 450 milyar dolarlık yatırımın önünü kesmektedir. Söz konusu enerji tasarruflarını yakalamak, yalnızca motorların ve motorlu cihazların katı regülasyonu değil, aynı zamanda değişken hızlı sürücülerin geniş kavramasını ve öngörücü bakım gibi sistemin bir bütün olarak verimliliğini arttırmaya yönelik diğer önlemlerin operatörler tarafından uygulanmasını kapsayan bütün sistem boyunca uygulanacak bir yaklaşımı gerektirir.

### ***Hareket etmeye hazır elektrikli araçlar***

**Elektrik, nihai enerji tüketimindeki artışın giderek daha büyük bir payını alır: son 25 yıldır sadece üçte birinden, elektrik ana senaryomuzda 2040 yılına kadar ek tüketimin yaklaşık % 40'ını, 450 Senaryoda üçte ikisini oluşturur.** OECD dışı ülkeler, her iki senaryoda da elektrik kullanımındaki artışın % 85'inden fazlasını oluşturuyor; ancak bu aynı zamanda OECD içinde güç kazanan birkaç enerji taşıyıcısından biridir. Toplam elektrik talebinde küçük bir faktör olmasına rağmen, karayolu taşımacılığında elektrik tüketiminin öngörülen yükselişi, daha geniş trendin simgesidir, elektrikli otomobiller tüketiciden talep gördükçe piyasada daha fazla model ortaya çıkmakta ve konvansiyonel araçlar ile arasındaki maliyet aralığı daralmaya devam etmektedir. Dünya çapında elektrikli otomobil stokları, 2014 yılındaki seviyesini neredeyse iki katına çıkararak 2015 yılında 1,3 milyona ulaştı. Ana senaryomuzda, bu değer 2025 yılına kadar 30 milyondan fazla bir seviyeye çıkıyor ve 2040 yılında petrol talebini yaklaşık 1,3 mb/d düşürerek

150 milyonu aşıyor. Batarya maliyetleri düşmeye devam etmekle birlikte şu an için evrensel olmaktan uzak olan destekleyici politikalar, daha fazla tüketiciyi konvansiyonel araçlar yerine elektrikli araçları seçmeye teşvik etmek açısından hala kritik önem taşıyor. Mali teşviklerin yanısıra daha katı yakıt ekonomisi ve emisyon düzenlemelerini içeren bu politikalar, 450 Senaryoda olduğu gibi, daha güçlü ve daha yaygın hale gelirse, bunun etkisi 2040 yılına kadar yollarda, petrol talebinin 6 mb/d 'sinin yerini alan 715 milyon elektrikli arabanın bulunması şeklinde olur.

### ***Yenilenebilir enerji serbest kalıyor.***

**Elektrik sektörü çoğu Paris taahhütünün odak noktasıdır: Ana senaryomuzda 2040 yılına kadar tüm yeni enerji üretim kapasitesinin yaklaşık % 60'ı yenilenebilir enerjiden geliyor ve 2040 yılına kadar, yenilenebilir enerjilere dayalı üretimin çoğunluğu herhangi bir sübvansiyon olmadan rekabetçi bir tablo çiziyor.** Hızlı yayılma, daha düşük maliyet getirir: solar PV'nin ortalama maliyetinde 2040 yılına kadar % 40-70 oranından fazla ve onshore rüzgarının ise ek % 10-25 oranında maliyet kesintisi görmesi bekleniyor. Çin'de yeni solar PV'nin birim başına sübvansiyonları 2025 yılına kadar üç çeyrek oranında düşüyor ve Hindistan'daki solar projeleri 2030 yılından önce herhangi bir destek almadan rekabetçi bir tablo çiziyor. Günümüzde yenilenebilir enerjiye yapılan sübvansiyonlar yaklaşık 150 milyar dolardır; ve bunların yaklaşık % 80'i elektrik sektörüne, % 18'i taşımaya, % 1'i de ısıya yönlendirilmektedir. Azalan maliyetler ve nihai kullanıcı elektrik fiyatlarında öngörülen artışla, 2030'lara gelindiğinde, yenilenebilir enerjilere yönelik küresel sübvansiyonlar, 240 milyar dolara ulaşmış olan zirveden düşüş eğilimi içerisinde. Yenilenebilir enerjiler, aynı zamanda, küresel enerji hizmet talebinin en büyük bileşeni olan ve 2040 yılına kadar büyümenin yarısını karşılayan ısı sağlama konusunda mesafe katmaktadır. Bu esasen Asya'da gelişmekte olan ekonomilerde endüstriyel ısı için biyoenerji, Çin, Güney Afrika, İsrail ve Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülkede zaten yerleşmiş bir seçenek olan su ısıtma sistemleri için güneş enerjisi uygulamaları şeklindedir.

**450 Senaryoda, 2040 yılında üretilen gücün yaklaşık % 60'ının, yenilenebilir enerjiden, yaklaşık yarısının da rüzgar ve solar PV'den gelmesi öngörülüyor.** Bu senaryoda enerji sektörü büyük oranda karbonsuzlaştırılmıştır: Elektrik üretiminin ortalama emisyon yoğunluğu, ana senaryomuzda 335 g CO<sub>2</sub>/kWh ve bugünkü 515 g CO<sub>2</sub>/kWh ile karşılaştırıldığında, 2040 yılında kWh başına 80 gram CO<sub>2</sub>'ye düşmektedir. En büyük dört enerji pazarında (Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve Hindistan), değişken yenilenebilir enerjiler Avrupa'da yaklaşık 2030 yılında, diğer üç ülkede yaklaşık 2035 yılında en büyük üretim kaynağı olmuşlardır. Yenilenebilir enerjiden elde edilen üretimdeki % 40'lık artış, ana senaryomuza kıyasla, kümülatif sübvansiyonlarda yalnızca % 15'lik bir artış ve tüketicilere az bir ekstra maliyetle geliyor: 450 Senaryoda konut elektrik faturaları, daha verimli enerji kullanımı sayesinde ana senaryomuzdakilerden hemen hemen hiçbir değişiklik göstermiyor.

### ***Politika odağı entegrasyona kayıyor.***

**Tek başına yenilenebilir enerjiye yönelik maliyet azaltımı, elektrik arzının verimli bir şekilde karbonsuzlaştırılmasını sağlamak için yeterli olmayacaktır. Yatırım için yeterli teşvikleri sağlamak ve değişken rüzgar ve güneş enerjisinin yüksek paylarını entegre etmek için güç sisteminin tasarımı ve işletilmesine yönelik yapısal değişiklikler yapmak gerekmektedir.**

Çoğu yenilenebilir enerji gibi düşük kısa vadeli maliyetlerle teknolojilerin hızlı bir şekilde konuşlanması, çok düşük toptan elektrik fiyatları sürelerinin devam etme olasılığını artırmaktadır. Piyasa kuralları ve yapılarının dikkatli bir şekilde gözden geçirilmesi, üreticilerin maliyetlerini geri kazanmanın yollarına sahip olması ve güç sisteminin gerekli derecede esneklikle çalışabilmesini sağlamak için gereklidir. Şebekeyi güçlendirmek, rüzgar ve güneşin sistem dostu kullanımını teşvik etmek ve kısa sürede sevkiyata hazır elektrik santrallerinin mevcudiyetini sağlamak; rüzgar ve güneş enerjisi üretiminin çeşitliliğini, onlar elektrik miksinde yaklaşık dörtte birlik bir orana ulaşıncaya kadar verimli bir şekilde barındırabilir. Bu noktadan sonra talep yanıtı ve enerji depolaması, operasyonlarını üretimin çok olduğu zamanlarda kısıtlayan rüzgar ve güneş enerjisi tesislerini önlemek açısından gerekli olmaktadır. Bu ek önlemlerin yokluğunda, 450 Senaryodaki Görünüm döneminin sonuna gelindiğinde, yeni rüzgar ve güneş enerjisi santrallerine yapılan yatırımın % 30'una kadar eşdeğerini potansiyel olarak boşta tutarak, Avrupa'daki zamanın üçte birine ve Birleşik Devletler'de ve Hindistan'da yaklaşık% 20'sine kadar bir oranda azalma meydana gelebilir. Sistem entegrasyon araçlarının bir parçası olan uygun maliyetli talep-yönü ve depolama önlemlerinin bu senaryoda zamanında devreye alınması, yıllık rüzgar ve güneş enerjisi üretiminin % 2,5'inin altına inmesini engeller ve enerji sektörünün yoğun dekarbonizasyonuna yönelik yolu açar.

### ***2°C yolu çok zor: 1,5°C 'ye giden yol keşfedilmemiş yollardan geçiyor.***

**450 Senaryoyu gerçekleştirmeye yönelik zorluklar muazzam olup, enerji sektörüne gidecek yatırım sermayesinin büyük ölçüde yeniden tahsis edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.** Kümülatif enerji arzı yatırımındaki 40 trilyon doların 450 Senaryodaki bölümü (ana senaryomuzdan 4 trilyon dolar daha az) fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye ve nükleer ve karbon yakalama ve depolama alanlarındaki diğer düşük karbonlu yatırımlara kadar gidiyor. 2040 yılına gelindiğinde, fosil yakıtlara ayrılan pay üçte bir düşüyor. Ayrıca, enerji verimliliğinde iyileştirmeler yapmak için 35 trilyon dolara ihtiyaç vardır (ana senaryomuzla karşılaştırıldığında fazladan 12 trilyon dolar). 450 Senaryo, enerji sektörünü, bu yüzyılın sonuna gelmeden önce, yakıt yanmasından kaynaklanan tüm artık emisyonların yakalanması ve depolanması veya karbonu atmosferden uzaklaştıran teknolojilerle dengelenmesi noktasına ulaşması için rotaya sokuyor. Küresel ısınmayı sınırlama hedefi konusunda istek arttıkça, bu net-sıfır emisyonlar noktasına daha erken ulaşmak zorunda kalınacaktır. 1,5°C'lik sıcaklık hedefi içinde kalmaya yönelik dönüşüm zorunludur. 2040 ile 2060 yılları arasında bir noktada (negatif emisyon teknolojilerinin ölçekte uygulanabilmesi halinde bile) net sıfır emisyona ihtiyaç duyulacaktır; bilinen her teknolojik, toplumsal ve düzenleyici dekarbonizasyon seçeneği kullanılarak enerji sektörü CO<sub>2</sub> emisyonlarında kısa vadede ciddi düşürmeler yapmaya gerek duyulacaktır.

### ***Fosil yakıtlar ve düşük-karbon geçişinden kaynaklanan riskler***

**Şimdilik, hükümetlerin iklim taahhütlerinde verdikleri ortak mesaj (ve bu nedenle ana senaryomuza yansıyan) fosil yakıtların, özellikle doğalgaz ve petrolün, gelecek on yıllar boyunca küresel enerji sisteminin temel taşı olmaya devam edeceği; ancak, fosil-yakıt endüstrisinin daha sert bir geçişten kaynaklanabilecek riskleri görmezden gelemeyeceğidir.** Tüm fosil yakıtlar ana senaryomuzda sürekli büyüme görürken, 2040 yılına kadar petrol talebi, 450 Senaryoda 75 mb/d'nin altında olan 1990'ların sonlarındaki seviyesine geri dönüyor, kömür kullanımı, en son 1980'lerin ortalarında gördüğü yılda 3000 milyon ton kömür eşdeğeri altındaki

seviyesine geriliyor; sadece gaz bugünkü tüketim seviyesine ilişkin olarak bir artış görüyor. Enerji sistemini karbonsuzlaştırmaya yönlendiren tam yetkili bir politika, fosil yakıt şirketlerinin ve ihracatçı ülkelerin gelecekteki gelirleri için önemli sonuçlar doğuracaktır, fakat riske maruz kalma, yakıtlar ve değer zincirinin farklı bölümleri karşısında değişiklik gösterir. Örneğin, kömür sektöründe risk altındaki sermaye kömürle çalışan elektrik santrallerinde yoğunlaşmıştır (karbon yakalama ve depolamanın önemli bir varlık koruma stratejisi haline geldiği); madencilik sektöründe ana risk sermaye yoğunluğu çok daha az olan istihdama yöneliktir. İhracat yapan ülkeler, Suudi Arabistan'ın kapsamlı "Vizyon 2030" reform programıyla yaptığı gibi fosil yakıt gelirlerine olan bağımlılıklarını kısıtlayarak güvenlik açıklarını azaltmak adına adımlar atabilir. Petrol söz konusu olduğunda, hükümetler niyetlerini açıkça gösterdikleri ve bu amaçla tutarlı politikalar izledikleri takdirde, 450 Senaryoda üretime dönük petrol varlıklarının yaygınlaşmasını varsaymamak için hiçbir neden bulamıyoruz. Yeni üretime dönük projelerin geliştirilmesine yönelik yatırım, mevcut alanlardaki üretimdeki düşüş talepte beklenen düşüşten çok daha fazla olduğu için, en düşük maliyet geçişinin önemli bir bileşenidir. Ancak, ani politika değişimleri, dur-git politika döngüsü veya şirketlerin netleşmeyen taleplere yönelik yatırım yapmalarına neden olan diğer koşullar söz konusu olduğunda riskler net bir şekilde artacaktır.

### ***Petrol piyasaları engebeli diğer bir yolculuğa çıkabilir.***

**2015-2016 yıllarındaki üretime dönük harcamalardaki kesintiler bir yıl daha uzarsa, petrol piyasalarına yönelik ters yönde kısa vadeli bir risk - yeni projelerin yetersizliği - ortaya çıkabilir.**

2015 yılında, kalkınma onayını alan geleneksel ham petrol kaynaklarının hacmi, 1950'lerden bu yana en düşük seviyesine geriledi ve 2016 yılına ilişkin veriler, tekrar yükselme işareti göstermedi. Kısa bir yatırım döngüsünden ötürü birkaç ay içinde fiyatlardaki hareketlenmelere yanıt vermek için mevcut gerileme ve potansiyel yeteneğiyle ABD'nin sıkı petrol üretiminde gösterdiği çarpıcı direnç üzerinde yoğunlaşıyor. Fakat, ufukta, petrol üretiminin "baz yükü"ne, yatırım kararından ilk petrolün çıkışına kadar üç ila altı yıllık hazırlık süreleri olan farklı bir ritimle çalışan geleneksel projelere yönelik bir tehdit var. 2017 yılında üst üste üçüncü yıla yönelik yeni proje onayları düşük kalırsa, 2020'lerin başında endüstri için yeni bir patlama döngüsünün başlamasına gerek kalmadan talebin (ana senaryomuzda öngörülüyor gibi) ve arzın eşleştirilebileceğinin gittikçe olanaksızlaşmaya başlayacağını tahmin ediyoruz.

**Uzun vadede, ana senaryomuzdaki petrol talebi navlun, havacılık ve petrokimya gibi alternatiflerin az olduğu alanlarda yoğunlaşırken, petrol arzı ABD'nin sıkı petrolüne ilişkin güçlü görünümüne rağmen giderek Ortadoğu'da yoğunlaşmaktadır.** Kamyonlar ve uçaklar için yakıt olarak ve kimyasal madde endüstrisi için ham madde olarak petrol ürünlerine yönelik az miktarda ikame vardır; ve bu üç sektör, küresel petrol tüketimindeki tüm büyümeyi açıklamaktadır. OECD ülkelerinden gelen toplam talep 2040 yılına kadar yaklaşık 12 mb /d seviyesine düşüyor ve bu düşüş, başka yerlerdeki artışlarla telafi edilemeyecek kadar fazla. Gelecekteki talep büyümesinin en büyük kaynağı olan Hindistan, petrol tüketiminde 6 mb/d seviyesinde bir artış görüyor. Arz tarafında, OPEC dışındaki üretimlerin tamamı 2020'lerin başından itibaren hala gerilemekle birlikte, ABD'nin öngörülen sıkı petrol üretimi geçen yılki Görünümünden daha uzun süre daha üst seviyelerde kalarak yukarı doğru revize edildi. OPEC'in aktif bir pazar yönetimi politikasına dönmesi öngörülüyor ancak yine de 2040 yılına kadar küresel üretimdeki payını % 50'ye yükselttiği görülüyor. Dünya, piyasayı dengelemek için İran'daki (2040 yılında 6 mb/gün) ve Irak'taki (2040'da 7 mb/gün) büyümeye gittikçe daha fazla

bağımlı hale geliyor. Petrol ticaretine yönelik odak, kesin olarak Asya'ya geçiyor: Birleşik Devletler, 2040 yılına kadar petrolün ithalatını ortadan kaldırıyor.

### ***Gerçek bir küresel gaz piyasası ortaya çıkıyor.***

Ancak piyasalar, iş modelleri ve fiyatlandırma düzenlemelerinin hepsinin değişkenlik gösterdiğini varsayarsak 2040 yılına kadar doğal gaz talebinde yıllık % 1,5'lik bir büyüme oranı diğer fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında sağlıklıdır. Sıvılaştırılmış doğal gaza (LNG) yönelik yapılan ticaretin iki katına çıkarılmasıyla bağlantılı daha esnek bir küresel pazar, küresel mikste gazın artan rolünü desteklemektedir. Gaz tüketimi nükleer enerjinin yeniden piyasaya sürüldüğü Japonya'da istisnai olarak gerilerken, onun dışında neredeyse her yerde artış göstermektedir. Çin (tüketimin 400 milyar metreküpten fazla büyüdüğü) ve Orta Doğu, büyümenin en büyük kaynaklarıdır. Ancak şu anda özellikle Birleşik Devletler ve Avustralya'da 130 bcm'lik sıvılaştırma kapasitesinin inşa halinde bulunduğu, bol miktarda gaz bulunan bir piyasanın, ne kadar hızlı bir şekilde yeniden dengelenebileceği soruları oldukça fazla sayıda bulunmaktadır. Görünümümüz, gazdan gaza rekabetiyle belirlenen fiyatlara daha fazla bağımlı olmak da dahil olmak üzere, daha rekabetçi ve esnek düzenlemeler lehine tedarikçilerle belirli bir müşteri grubu arasındaki önceki güçlü, sabit vadeli ilişkiler sisteminden belirgin bir değişimi varsaymaktadır. Bu kayma, serbest ABD LNG yüklerinin artan mevcudiyeti ve 2020'li yıllarda başta Doğu Afrika'da olmak üzere diğer yeni ihracatçıların gelişleri ve küresel arza istikrarsız da olsa süreklilik gösteren konvansiyonel olmayan gaz devriminin yayılması ile getirilen çeşitlilik ile katalize edilir. Yüzen depolama ve yeniden gazlaştırma üniteleri, uzun mesafeli gaz ticaretindeki toplam payı 2014 yılında % 42 iken 2040 yılında % 53'e yükselen LNG için yeni ve daha küçük pazarların açılmasını sağlıyor. Ancak, bu ticari geçiş yönündeki belirsizlik, yeni üretim ve ulaştırma projeleri ile ilgili kararları erteleyebilir ve mevcut arz fazlası emildikten sonra piyasalar için zorlu bir iniş riski oluşturabilir. İhracata yönelik üreticiler, özellikle enerji sektöründeki diğer yakıtlardan kaynaklanan güçlü rekabet karşısında maliyetlerini kontrol altına almak için çok çalışmak zorundadırlar. 2020'li yılların ortalarında, Asya'da gaz ithal eden ülkelerde, ancak kömür fiyatları 150 \$/ton seviyesinde gerçekleşirse (beklenen 2025 yılı fiyatının iki katı) yeni gaz tesisleri baz yük üretime yönelik yeni kömür santrallerine göre daha ucuz bir seçenek olacaktır. Gaz yakıtlı üretim için alan da, yenilenebilir enerjinin artan yayılması ve düşen maliyetleriyle sıkıştırılır.

### ***Kömür: Sert bir yerde bir kaya***

**Kömür için görünürde küresel bir iyileşme görülmemekle birlikte, piyasa dengesi arayışı başta Çin ve Amerika olmak üzere arz kapasitesine yapılacak kesintilere bağlıdır.** Kömür talebi görünümünde belirgin bölgesel farklılıklar var. Sabit ya da azalan genel enerji ihtiyacı olan bazı yüksek gelirli ekonomiler, kömürü daha düşük karbonlu alternatiflerle yerinden etme konusunda büyük adımlar atmaktadır. Avrupa Birliği'nde ve Birleşik Devletler'de (bugün beraber küresel kömür kullanımının yaklaşık altıda birini oluşturan), 2040 yılı dönemi boyunca sırasıyla % 60 ve % 40 oranında azalmaktadır. Bu arada, özellikle Hindistan ve Güneydoğu Asya'daki ülkeler gibi daha düşük gelirli ekonomilerin tüketimdeki hızlı büyümeyi karşılamak için birden fazla enerji kaynağını harekete geçirmesi gerekiyor; çünkü şu an için, diğerlerini paralel sürdürüyor olsalar bile, düşük maliyetli bir enerji kaynağını da ihmal etmeyi göze alamazlar. Çin, ikinci gruptaki ülkelerden öncekine geçme sürecindedir, ki bu Görünüm dönemindeki kömür

talebinde neredeyse % 15'lik bir gerileme ile sonuçlanıyor. Çin, kömür piyasasının 2000'li yıllardaki kömür patlamasının ani sona sona erişinden sonra yeni bir denge bulma biçimine de aracı oluyor. Çin, madencilik kapasitesini azaltmak için bir takım önlemler alıyor ve bu kömür fiyatlarını 2016 yılında (tam dört yıllık gerilemeden sonra) daha da arttıran bir adım. Bununla birlikte, bu geçişin sosyal maliyetleri çok yüksek olursa, Çin arz kesintilerinin hızını azaltabilir ve Çin'in fazla üretimden kurtulmak için bir kömür ihracatçısı haline gelmesi ihtimalini artırabilir: Bu uluslararası pazardaki düşüşü uzatacaktır. Kömür santrali verimliliğini artırmak ve kirletici emisyonları azaltmak için alınacak önlemlerin yanı sıra kömürün uzun vadeli geleceği, sadece azaltılmış kömür kullanımı derin karbonsuzlaştırma ile uyumlu olduğu için karbon yakalama ve depolamanın ticari kullanılabilirliğine giderek daha fazla bağlanmaktadır.

### ***Enerji ve su: Biri diğeri olmadan akmaz.***

**Enerji ve su arasındaki bu birbirine bağımlı olma durumu önümüzdeki yıllarda yoğunlaşacak ve enerji sektörünün su ihtiyacı ve su sektörünün enerji ihtiyacı artacaktır.** Su, enerji üretiminin her aşamasında önemlidir: enerji sektörü, ağırlıklı olarak fosil yakıtlarının ve biyoyakıtların üretimi ve enerji santralinin işletilmesine yönelik küresel su geri çekilmelerinin % 10'undan sorumludur. Bu gereklilikler, özellikle tüketilen su için (yani geri çekilmiş ancak bir kaynağa geri gönderilmemiş) 2040 yılı dönemine kadar artar. Elektrik sektöründe, daha az su çeken ancak daha fazla tüketen gelişmiş soğutma teknolojilerine geçiş bulunmaktadır. Biyoyakıt talebindeki artış, su kullanımını arttırmakta ve nükleer enerjinin daha fazla kullanımı hem geri çekilme hem de tüketim seviyelerini artırmaktadır. Enerji-su denkleminin diğer tarafında, WEO analizi, tüketicilere su tedarik etmek için kullanılan enerjinin miktarının ilk sistematik küresel tahminini sağlar. 2014 yılında, küresel elektrik tüketiminin yaklaşık % 4'ü, 50 milyon ton petrol eşdeğeri termal enerji ile birlikte su ve atık suyu çıkarmak, dağıtmak ve arıtmak için kullanıldı. Tuzdan arındırma tesislerinde sulama pompaları ve gaz için ise çoğunlukla mazot kullanıldı. 2040 yılına kadar olan dönemde, su sektöründe kullanılan enerji miktarının iki kattan daha fazla olması beklenmektedir. Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da tuzdan arındırma kapasitesi hızlı bir şekilde artmakta ve özellikle gelişmekte olan ekonomilerde atıksu arıtımına (ve daha yüksek düzeydeki arıtmaya) yönelik talep büyümektedir. 2040 yılına kadar, Orta Doğu'daki elektrik tüketiminin % 16'sı su temini ile bağlantılıdır.

**Enerji-su bağlantılarını yönetmek, bir dizi gelişmenin ve iklim hedeflerinin başarıyla gerçekleştirilmesine yönelik beklentiler açısından çok önemlidir.** Temiz su ve sanitasyon (SDG 6) ve düşük maliyetli ve temiz enerji (SDG 7) ile ilgili olarak yeni Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG) arasında birkaç bağlantı vardır ki eğer iyi idare edilirse, her iki amaç kümesine ulaşmakta faydası olabilir. Entegre bir şekilde ele alınırsa, her iki sistemdeki basıncı kaldırabilecek enerji ve su tasarrufu için ekonomik olarak uygun birçok fırsat da vardır. İklim değişikliğiyle mücadele çabaları, bazı durumlarda su stresini daha da kötüye götürebilir veya su mevcudiyeti ile sınırlandırılabilir. Rüzgar ve solar PV gibi bazı düşük karbonlu teknolojiler çok az su gerektirir; ancak dekarbonizasyon yolu biyoyakıtlara, yoğunlaştırıcı güneş enerjisine, karbon yakalama veya nükleer enerjiye ne kadar bağımlı olursa, o kadar çok su tüketir. Sonuç olarak, daha düşük enerji talebine rağmen, 2040 yılında su tüketimi 450 Senaryoda, ana senaryomuzdakinden biraz daha yüksektir.