

DÜNYA ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

2100

**-Türkçe-
(Base Case Scenario)**



Oğuzhan AKYENER
TESPAM Başkanı

Enerji, bütün ülkeler için en önemli gündem maddelerinden biridir. Böyle stratejik bir konuyla ilgilenirken, enerji ve enerjiyle ilgili politikaların belirlenmesinde uzun vadeli projeksiyonlar ve tahminlerin tutarlılığı hayati bir role sahiptir.

Küresel enerji trendleri ve talep projeksiyonları hakkında her yıl yeni tahminler ortaya koyan birçok büyük kuruluş bulunmaktadır. Literatürde, genel anlamda ortaya koyulan tahminler en fazla 2040'lar veya 2050'lere kadar devam eden bir dönemi kapsamaktadır.

Elbette, çok sayıda varsayımda bulunulması gereken uzun vadeli tahminlere ilişkin birçok bilinmeyen vardır. Ancak, daha başarılı politikalar oluşturabilmek ve daha karmaşık yapılara dayanan bir küresel sistem tasarlayabilmek için çok daha uzun vadeli geleceği de görmemiz gerekmektedir.

Diğer taraftan, yüksek bütçeler ayrılarak ortaya koyulmaya çalışılan mevcut tahminler dahi genel anlamda tutarlılık taleplerini karşılayamazken, çok daha düşük bütçelerle daha uzun dönemleri kapsayan başarılı analizler nasıl yapılabilecektir?

Bu zor ve cevaplandırılması güç bir sorudur. Lakin, belki de farklı bakış açıları ile bazı cevaplar üretmek mümkün olacaktır. Çünkü mevcut popüler (genellikle Batı menşeli) projeksiyonlara baktığımızda, birçoğunda orta ve düşük gelir gruplarının gerçek yaşam koşullarının yeterince idrak edilemediği gözlemlenebilmektedir. Bu yüzden, bu projeksiyonlar dünyayı kendi bakış açılarıyla modellemeye çalışarak önemli hatalar ihtiva edebilmektedir. Diğer bir ifade ile yapılan birçok projeksiyondaki en temel hata, ilgili uzmanların tüm dünyayı kendi yaşam standartları, gelir ve gelişmişlik düzeyleri penceresinden algılamaya çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Ancak nüfus değişim tahminleri göstermektedir ki; enerji politikalarının geleceğinde, yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerin tercihlerinin etkileri giderek azalmaktadır.

Diğer taraftan, düşük gelir grupları ve gelişmemiş ülkelerin de enerji dinamiklerinde etkileri giderek artmaktadır. Onların tercihleri tabloyu şekillendirecek, enerji açlıkları ise mevcut tahminleri ve gerçek dışı iyimser beklentileri ne yazık ki, altüst edecektir.

«Yakarsa dünyayı garipler yakar» sözündeki gibi küresel dinamiklerde bu toplumsal etkiyi gözlemleyebilmek oldukça önemlidir.

Bu yüzden hedeflenen senaryoları, öngörülemeyen başarısız bir dekarbonizasyon politikası üzerinden modellemek yerine, öncelikle düşük gelir gruplarının eğilimlerini ve reflekslerini anlayarak yola çıkmak ve ona göre önlemler geliştirmek çok daha tutarlı olacaktır.

Bu çalışmada, birçok farklı toplumsal, teknik, teknolojik, ticari ve siyasi hususları aynı potada mütalaa ederek çok yönlü ve farklı bir model oluşturmaya çalıştık (2100'lere kadarlık bir süre zarfı dahilinde). Adım adım bu modelin farklı versiyonlarını, varsayımsal modellerini ve alt konu başlıklarına dair raporlarımızı da kamuoyu ile paylaşacağız.

Siz kıymetli okuyucularımızdan dileğimiz, daha sağlıklı ve mutlu bir dünya için, bizlere değerli fikir ve görüşlerinize destek olmanızdır. Çünkü dünyamızın akıbeti için daha fazla görüşle, çok daha gerçekçi bir noktada buluşacağımız modeller geliştirebilmek hepimizin görevidir.

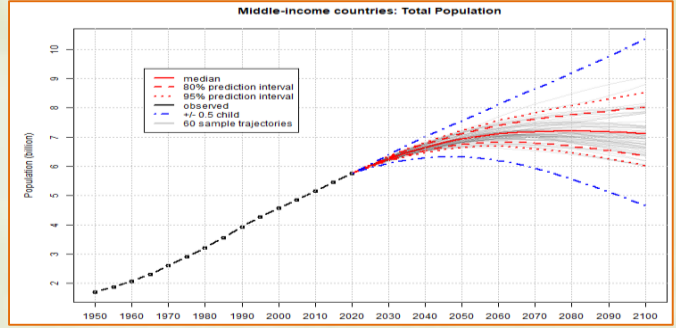
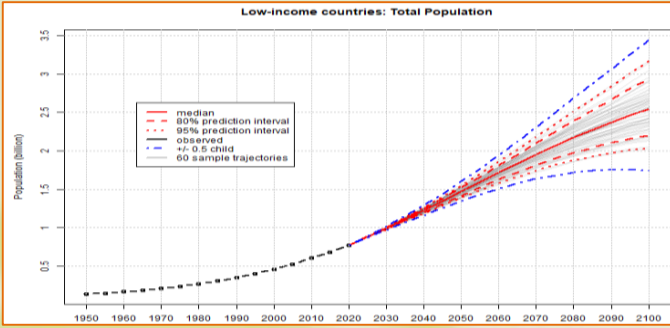
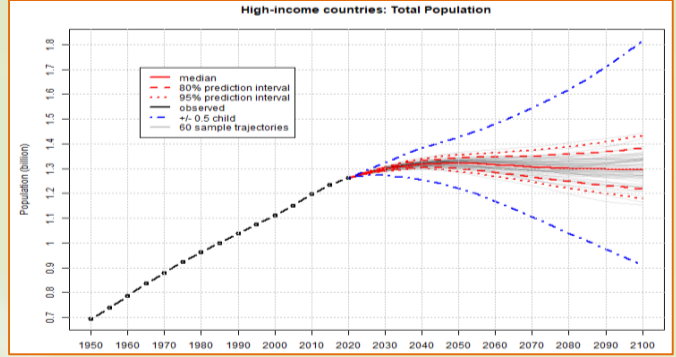
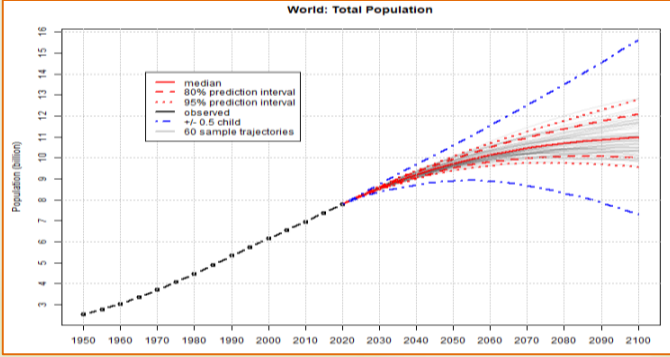
TEMEL ETKENLER

- Uzun vadeli enerji dengeleri ve tüketimlerine ilişkin projeksiyonları tahmin ve analiz ederken değerlendirilmesi gereken birçok temel etken bulunmaktadır. Değerlendirmelerimizde şu temel etkenler esas alınarak modelleme yapılmıştır:
 - Nüfus ve gelir düzeyi
 - Toplumsal etkiler ve tercihler
 - Birim maliyetler ve teknolojiye ulaşım
 - Dünya ekonomisi
 - Küresel ısınma
 - Verimlilik
 - Mücbir sebep etkileri
 - Rezervler, tesisler ve lojistik imkanlar
 - Yatırım
 - Piyasa koşulları

KRİTİK NOKTALAR

- Petrol ve doğal gaz en önemli enerji kaynakları olmaya devam edecektir.
- Elektrikli araçların düşük ve orta gelirli gruplar arasında yayıldığı 2070'li yıllardan sonra petrol talebi azalmaya başlayacaktır.
- Düşük gelir gruplarının tercihleri, gelecek senaryolarını belirleyecektir. Bu, tutarlı tahminler için toplumsal analizlerin çok önemli olduğu anlamına gelmektedir.
- Elektrik talebi hızla artmaya devam edecektir.
- Yenilenebilir enerji üretimi, farklı gelir gruplarına sahip tüm ülkelerde büyüme hızını artıracaktır. (Yeni teknolojiler ile azalan maliyetler kaldırıcı etkisi yapacaktır.)
- Mevcut kanıtlanmış petrol ve doğalgaz rezervleri, tüketim tahminleri ile karşılaştırıldığında oldukça yetersizdir. Bu sebeple devrim niteliğinde dönüşümler gerçekleştirilemez ise, yeni petrol ve gaz rezervlerinin keşfedilmesi beklenmektedir. Petrolde ilgili hedeflerin gerçekleşmesi mümkündür. Lakin, ihtiyaç duyulan yeni gaz keşifleri noktasında soru işaretleri bulunmaktadır. Bu durumda hazırlanan bütün senaryoların buna duruma göre güncellenmesi gerekecektir.
- Dünya daha az kömür tüketmeye çalışsa da, fiyatlar, birim maliyetler ve yeni teknolojiler ile mevcut senaryoların değişimi muhtemeldir. Bu nedenle kömür tüketiminde daha az azalma beklenenecektir. Ayrıca, yeni petrol ve gaz keşiflerinin yetersiz olması durumunda, kömür tüketiminin tekrar artmaya başlaması muhtemeldir.
- Kömür tüketimi tahminlerindeki bu yaklaşımlara ek olarak, daha çevreci kömür santralleri ve kömürden daha ucuz yöntemlerle hidrojen üretilmesini sağlayacak teknolojilerle birlikte tüm bu senaryoların güncellenmesi gerekecektir.
- Dekarbonizasyon (karbon salınımını azaltma) politikaları düşük ve orta gelirli ülkeler için önemsiz olmaya devam edecektir. Bu durum aynı zamanda Batılı ülkelerin küresel anlamda hedefledikleri CO2 emisyon politikalarının başarılı olamayacağı anlamına da gelmektedir. Buna ek olarak, küresel dekarbonizasyon hedeflerine ulaşmak için yeterli fon da bulunmamaktadır. Herkesi etkileyen doğal felaketlerin psikolojik etkilerinin dahi bu bağlamda senaryoları değiştirici bir tetikleyici olacağı beklentisi zayıftır. Şehirlere göç trendi de bu bağlamda önemlidir.
- Çin ve Hindistan en önemli enerji tüketicileri olacaktır. Dolayısıyla, enerji piyasalarının geleceği büyük ölçüde bu ülkelerin seçimleri ve politikaları tarafından yönlendirilecektir.
- Toplam birincil enerji tüketimi 2100 yılında küresel olarak % 91 civarında artacaktır. Bu artışın en az %30 daha fazla olmamasının arkasında enerji verimliliği çalışmalarının etkisi bulunmaktadır.
- Biyolojik tehditler ve KBRN saldırılarının yanında küresel nüfus artışı da ekonomi ve buna bağlı olarak da enerji dinamikleri için önemli konular olacaktır.

NÜFUS VE GELİR



Grafik 1,2,3,4: Dünya Nüfus Projeksiyonları ve Gelir Grupları¹

- Nüfus, enerji tüketiminde en önemli etmenlerden biridir.
- BM'nin medyan vaka senaryolarına göre, nüfus artış hızı 2040'larda düşmeye başlayacaktır.
- Nüfusun bir diğer önemli yanı da «farklı gelir gruplarının artan eğilimleridir».
- Düşük gelir grubu, küresel nüfus artışının en önemli parçasıdır.

Bu durum çok önemlidir, çünkü yüksek gelir grubu daha fazla yenilenebilir, daha az CO₂, daha fazla verimlilik ve mevcut yüksek tüketim oranları anlamına gelmektedir. Düşük gelir grupları için ise bu durum tam tersi anlama gelmektedir.

Aşağıdaki tablo söz konusu eğilimleri özetlemektedir.

	current consumption	funding for efficiency	sensitivity on CO ₂	vitality of energy	incremental rate for consumption	tendency on renewables	tendency on oil consumption	tendency on gas	tendency on coal	tehnology investments
high income group	high	high	high	high	low	high	middle	middle	low	high
middle income group	middle	middle	low	high	high	middle	middle	middle	middle	low
low income group	low	very low	very low	middle	high	middle	high	high	high	very low

Tablo 1: Farklı Gelir Gruplarının Enerji Eğilimleri

- Yukarıdaki grafiklerden de anlaşıldığı gibi;
 - Orta gelir grubu, düşen bir artış oranı ile büyümektedir.
 - Düşük gelir grubunun artış oranı diğerlerine göre daha yüksektir.
 - Yüksek gelir grubunun nüfusu 2040'lardan sonra azalmaya başlayacaktır.
- 2050'ler boyunca küresel enerji trendlerinin farklı gelir grupları tarafından farklı oranlarda etkileneceği öngörülmektedir.
 - Düşük gelir grubunun tercihlerinden % 20,
 - Orta gelir grubunun tercihlerinden % 65,
 - Yüksek gelir grubunun tercihlerinden % 15 oranında bir etki düzeyi söz konusudur.
- 2100'lerde gelir gruplarının enerji tüketimleri üzerindeki etkisinin bir miktar değişmesi beklenmektedir. Yeni tablo şu şekildedir:
 - Düşük gelir grubunun tercihlerinden % 23,
 - Orta gelir grubunun tercihlerinden % 64,
 - Yüksek gelir grubunun tercihlerinden % 12 oranında bir etkilenecektir.
- Nüfus artış oranlarının devam etmesine bağlı olarak, düşük gelir grubunun etkisi küresel dinamiklerde büyük ölçüde artacaktır. Bu nedenle, en yüksek nüfus artış hızı düşük gelir gruplarına aittir.

- Ancak düşük gelir gruplarının enerji tercihlerine ilişkin sosyal beklentileri yüksek gelir gruplarından oldukça farklıdır. Dolayısıyla, Dünya gelecekteki dinamiklerde daha temiz ve daha az CO₂ odaklı bir yol izlemeyecektir.

Bu duruma müdahale etmek için, yüksek gelir gruplarının orta ve düşük gelir gruplarına bazı bağış ve fonlar vermesi gerekmektedir. Aksi takdirde, karbon azaltıcı politikalar başarılı olamayacaktır. Tabii ortada bu minvalde bir bütçe bulunmamaktadır.

Bu nedenle, nüfus ve gelir modeli sosyal bakışlı tahminler şunları göstermektedir:

- Orta ve düşük gelir gruplarının enerji açlığı artacaktır.
- Dekarbonizasyon politikaları için yeterli fonun bulunmayacaktır. Farklı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.
- Verimlilik ve yenilenebilir konuları, birim maliyetlere ve düşük - orta gelir gruplarının ucuz teknolojiye erişim imkanlarına göre doğrudan etkilenecektir.

Ayrıca salgın tehditleri ve KBRN saldırıları, küresel nüfus artış hızı üzerinde artan bir etkiye sahip olacaktır. Bunlara ek olarak, bu tür tehditler ve riskler küresel ekonomiyi, ticareti ve enerji dinamiklerini de direkt olarak etkileyecektir.

SOSYAL ETKİLER VE TERCİHLER

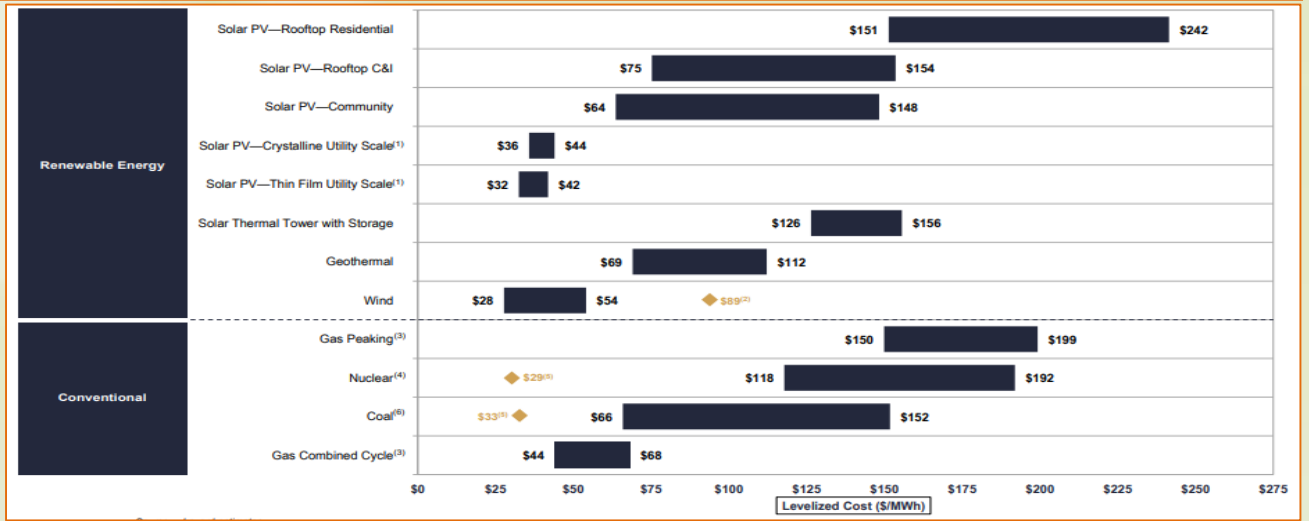
- Enerji tüketim tercihlerini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlardan bazıları:
 - Gelir seviyeleri,
 - Yaşam standartları,
 - Lükse açlık,
 - Finansman ve finansman fırsatları,
 - Eğitim seviyesi,
- Sosyal alışkanlıklar,
- Ucuz, kullanımı pratik ve erişimi kolay enerji türü,
- Vergi politikaları,
- Hibeler ve teşvikler,
- Yasal çerçeve ve yasal konular,
- Elit sosyal kesimlerin örnek tutumlarıdır.

	direction	more efficiency	less CO2	more renewables	electrical cars	environmental sensitivity	more technology
income levels	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
living standards	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
hunger for luxury	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑
funding and financing opportunities	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
education levels	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
social dependency and conservatism	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓
being customary & cheap	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓
prevalence	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓
tax amounts	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓
grants and incentives	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
clear and stable legal framework and legislative issues	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
exemplary attitudes of the elites society	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablo 2: Bazı Konulara Göre Enerji Eğilimleri

- Yukarıdaki tablo kısaca ilgili faktörün yönelimli eğiliminin enerji tercihlerindeki bazı önemli konuları nasıl etkilediğine dair ipuçları vermektedir.
- Tablodan da anlaşılacağı gibi, orta ve düşük gelir grupları için;
 - Verimlilik, dekarbonizasyon, elektrikli arabalar ve diğer çevresel konular çok önemli olmayacaktır.
 - Yaşam koşulları kötü olmakla birlikte, çevre sorunları hakkında yeterli bilinç düzeyi olmayacaktır.
 - Düşük gelirlielerin ulaşabileceği lüks tüketime olan talep, ucuz ama verimsiz ve daha fazla enerji tüketen araçların kullanılmasına neden olacaktır.
- Finansman temin etme imkânlarının düşük olması yenilenebilir enerji kaynakları gibi yerel odaklı sıradışı teknolojilere yatırım yapmayı kolaylaştırmamaktadır. Bu durum dekarbonizasyon politikalarını doğrudan etkilemektedir.
- Eğitim düzeyleri aynı zamanda gelişmişlik standartlarını doğrudan etkileyen gelirle de ilgilidir. Genellikle eğitim seviyeleri yükseldikçe daha temiz enerjiye yönelme eğilimi de artar.
- Sosyal bağımlılık ve muhafazakâr yaklaşımların genellikle yeni fikirler ve yeni enerji türleri üzerinde olumsuz etkileri vardır.
- CO2 politikaları dengelerini doğrudan değiştiren geleneksel ve ucuz (kömür gibi) kaynakların tercih edilmesi önemli bir görünüm olacaktır.
- Bir ülkenin farklı enerji türlerine ilişkin vergi rejimleri de tercihler için farklı bir nokta oluşturmaktadır. Doğal olarak vergiler daha yüksek iken, tercih katsayısı azalacaktır. Sonuç olarak, orta veya düşük gelirli ülkeler için, genellikle yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek için yeterli vergi indirimi politikası yoktur, bu da verimsiz karbonsuzlaştırma politikaları anlamına gelmektedir. Buna ek olarak, bazı ülkelerde, daha ucuz olması ve bir şekilde bol miktarda kömür kaynağına sahip olunması nedeniyle, kömür için düşük vergi politikaları uygulanmaktadır.
- Vergi oranları gibi, hibeler ve teşvikler de temiz enerji politikalarının geliştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Devlet yardımı verilen ve teşvik edilen enerji yatırımları genellikle tercih edilebilecektir.
- Bir ülkenin yasal çerçevesi ve yasal mevzuat konularının da açık ve istikrarlı olması gerekir. Aksi takdirde, yasama sistemindeki boşluklar ve belirsizlikler yatırımcı için risk oluşturmaktadır, bu da enerji politikalarında daha fazla sorun olması anlamına gelecektir.
- Hepsine ek olarak, elit sosyal kesimlerin örnek tutumları da tercihler için önemli bir kaldıraç olacaktır. Genellikle toplumlar elitlerin tercihlerine göre etkilenir ve yönlendirilir. Orta veya alt sınıflar genellikle elitlerin sahip olduğu imkânlarla ulaşmayı hedefler. Ancak aynı zamanda, bu hedefleri doğrultusunda genellikle yeterli bütçe bulamazlar. Bu durum onları lüks fakat daha az verimli seçeneklere yönlendirmektedir. Bu yüzden bu konu bir toplumun tercihlerini yönlendirmek için önemli olacaktır.

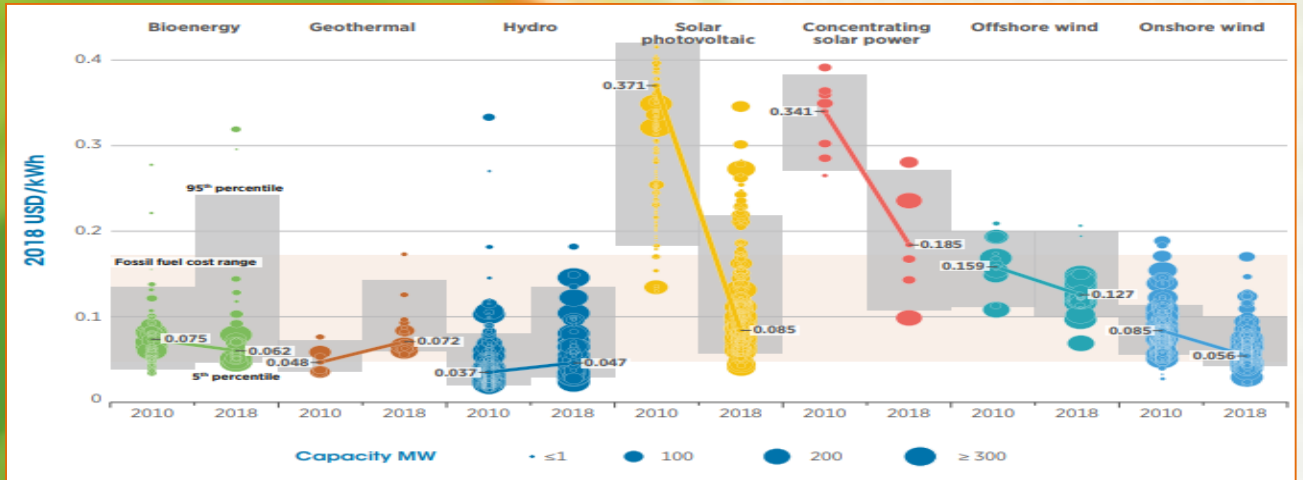
BİRİM MALİYETLER VE TEKNOLOJİ ERİŞİMİ



Grafik 5: Farklı Enerji Türlerinin Mevcut Birim Maliyet Aralıkları²

- Enerji türünün birim sermayesi ve işletme maliyetleri de tercihler için önemli bir husustur. Tercih tarafına ek olarak, maliyetlerdeki değişim de (genellikle teknolojik gelişmelerden dolayı) farklı enerji türlerine yapılan yeni yatırımların tercihi noktasında önemli bir rol oynayacaktır.
- Yukarıdaki ve aşağıdaki şekillerde görülebileceği gibi, CAPEX açısından:
 - Önce rüzgâr ve sonra gaz yatırım için en ticari enerji türü olarak düşünülecektir.
 - Güneş genellikle kömürle karşılaştırıldığında daha az tercih edilecektir.

Elbette bu maliyet tahminleri uzun vadeli stratejiler için yeterli değildir. Bu nedenle bu maliyetler zamana ve lokasyona göre değişiklik gösterecektir. Ayrıca OPEX (operasyonel) maliyetlerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Yatırım seçenekleri için her türlü maliyet, vergi ve diğer ticari hususların birlikte analiz edilmesi olmazsa olmazlar arasındadır. Bununla birlikte, bir fikir vermesi için aşağıdaki grafiğe bakıldığında yeni teknolojilerle yenilenebilir enerji maliyetleri azalmaktadır. Bu yüzden burada önemli olan nokta, yüksek teknoloji ile düşük maliyetlere ulaşmaktır.

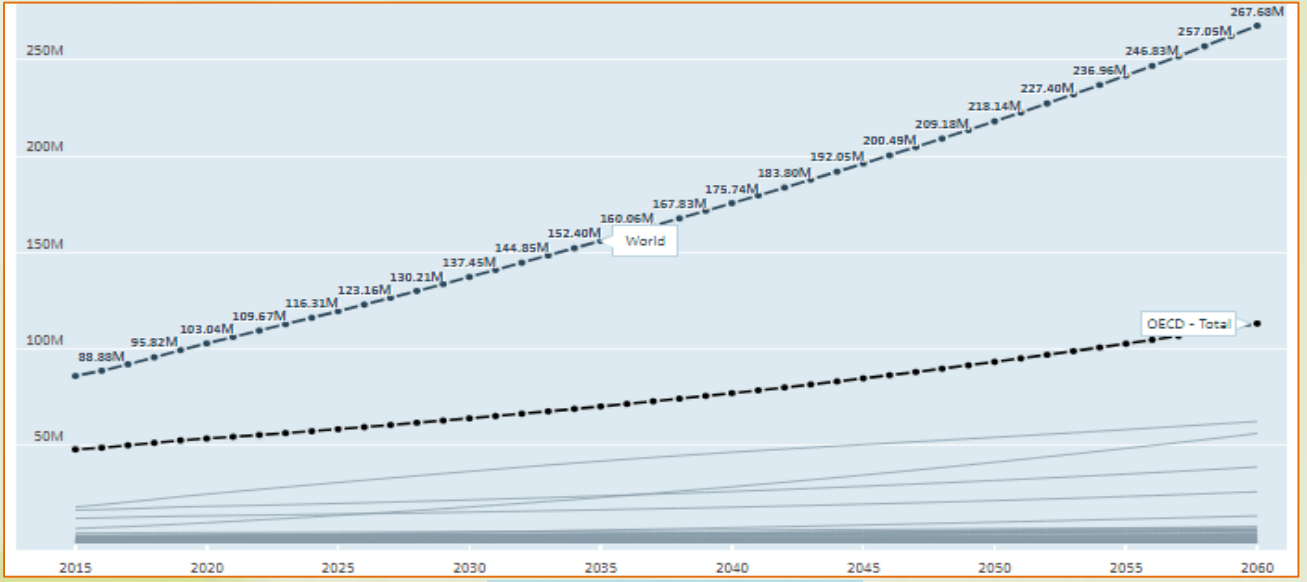


Grafik 6: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Birim Maliyet Aralıklarında Değişiklik³

- Maliyetler mevcut teknoloji seviyesinden doğrudan etkilenirken, en son teknolojiye ucuz bir şekilde erişilebilirlik de uzun vadeli enerji politikaları için önemli bir husustur.
- Üst düzey teknoloji erişimi doğal olarak; yatırım, araştırma ve diğer teknoloji ortaklarıyla iyi ilişkiler anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, düşük veya orta

gelirli ülkeler için, yüksek teknolojiye ve gerekli teknik bilgiye ulaşmak kolay bir hedef gibi görünmemektedir. Bu gerçeklik gelecekteki senaryoları doğrudan etkileyecektir. Uluslararası ortam her ne kadar liberal bir modele sahip gibi görünse de, sistemin ana oyuncular (ülkeler) genellikle ilişkilerinde daha realist adımlar atmaktadırlar.

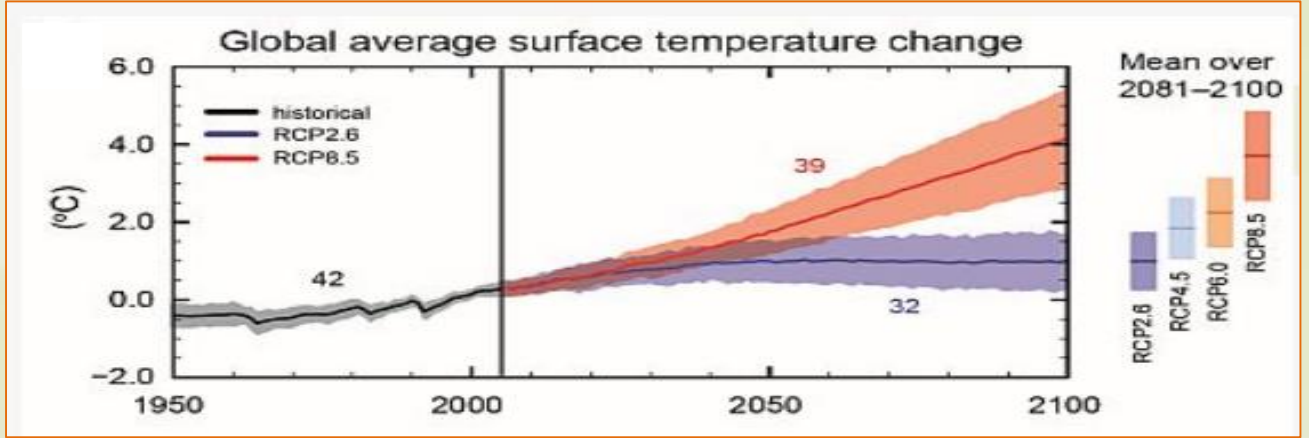
KÜRESEL EKONOMİ



Grafik 7: Küresel GSYH projeksiyonları⁴

- Küresel ekonomi, enerji dinamiklerini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Böylece daha iyi ekonomik ortamlarda daha fazla yatırım yapılabilir, araştırma faaliyetleri için daha fazla kaynak tahsis edilebilir ve ticaret kapasiteleri artar.
- Daha büyük bir ekonominin ilk adımlarında, harcama korkusu olmayan tüketiciler daha fazla enerji tüketebilir. (En azından toplum enerjinin bir kısmını tasarruf etmeye zorlanmaz.) Bununla birlikte, sosyal kalkınma adımları izlenmeye devam ettikçe, büyük ekonomilerin sosyal bilincin verimliliğin önemini anlaması da kolaylaşacaktır. Bu yaklaşıma ek olarak, doğal olarak, yüksek gelirli topluluklar daha ucuz olanlardan daha verimli olacak daha yüksek teknoloji ekipmanları satın almaya başlayacaklardır.
- Buradaki soru şudur: Dünya'nın ticari dinamikleri değişirken ve yüksek gelirli Batı daha temiz ve verimli bir politika izlemeye çalışırken, Doğu ve Güney (Afrika) toplumlarının, gelir seviyelerinin arttığı dikkate alındığında, enerji tercihlerine etkisi ne olacaktır?
- Tahminlerimize göre, enerji açlığı çeken ve ticari olarak büyüyen toplumların öncelikli gündemlerinde CO2 emisyonları bulunmayacaktır. Bu gerçeklik projeksiyonları etkileyecektir. Bu nedenle, ilk olarak üzerinde çalışılması gereken konu; küresel GSYİH artış oranlarından ziyade gelecekte ekonomiyi kimin kontrol edeceğidir.
- Gelişmekte olan toplumlar daha yüksek gelirli farklı tercihlere sahip olmaya başlayacak ve bu da küresel ekonominin enerji projeksiyonları üzerindeki etkisi ile ilgili olacaktır. (Ayrıca, uzun vadeli GSYİH eğilimlerinin tutarlılığı da tahminler için önemlidir.)
- Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi, her ülke için artış oranları değişirken, küresel GSYİH artacaktır. Ancak buradaki soru şudur; siyasi ve sosyal (etik, kültürel ve dini) çatışmalar önem kazanırken, süper güçler arasında ticaret savaşları sürerken, Dünya düzeni ve ticari akış eğilimleri büyüyen Çin ve Doğu lehine değişirken, nasıl gerçekçi bir küresel ekonomik büyüme oranı hesaplanabilecektir?
- Bu sebeple yaptığımız projeksiyonlarda, OECD'nin tahminlerinde ifade edildiğinden daha düşük oranlarda büyüme rakamları tercih edilmiştir.
- Ayrıca, ticari olarak farklı toplumların enerji tercihleri de dikkate alınarak daha fazla sosyal yansıma eklenmiştir.
- Gelecekteki eğilimlere göre, yüksek nüfuslu ekonomiler en yüksek ekonomik büyüme oranlarına sahiptir. Bu, çevresel etkileri dikkate almadan enerji açığının bastırılması mümkün görülmemektedir.

KÜRESEL ISINMA



Grafik 8: Küresel Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değişimi⁵

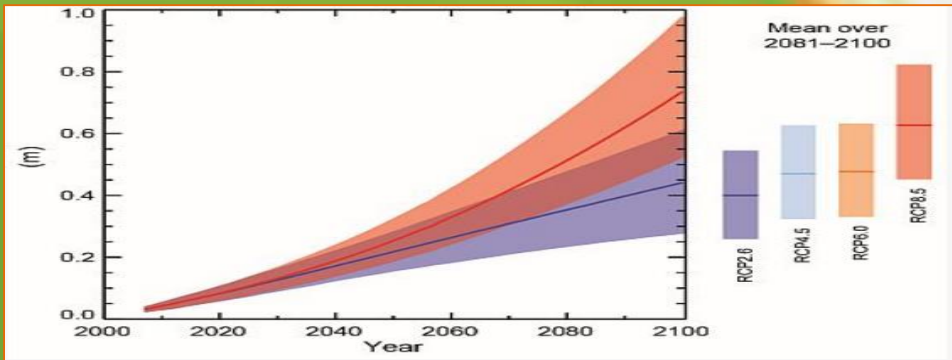
- Küresel ısınma, gelecekteki politikalarla ilgili bir diğer önemli faktördür. Genellikle gelişmiş Batı ülkeleri (özellikle Avrupa ülkeleri) CO2 emisyonuyla mücadele etmek için bazı hedefler ortaya koymaktadır, ancak öte yandan bu önemli sorun için birleşik bir küresel hareket bulunmamaktadır. Ayrıca, aynanın diğer tarafından bakıldığında, gelişmekte olan ülkeler çevresel tarafları ihmal ederek acilen daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Dolayısıyla teknolojilerini, sistemlerini, endüstrilerini, şehirlerini ve toplumlarını geliştirmeye ihtiyaç duymaktadırlar. Batı ülkeleri ile aynı koşullara sahip değildirler. Bu nedenle, gerçekte, ticari olarak büyüyen yüksek nüfuslu ülkeler, CO2 ile başa çıkmayı ihmal ederek kalkınma hedeflerinin sürdürülebilirliğine odaklanmak zorundadırlar.
- Gelişmiş ülkeler ise emisyon hedeflerinde daha iyi sonuçlar elde etmek için dünyanın gelişmemiş (ama büyüyen) tarafını finansal olarak teşvik etmek zorundadır. Ancak, bu durumun imkansız olduğu aşikardır. Bu ülkelerin hiçbirinde bu amaçla kullanılabilecek böyle bir fon bulunmamaktadır.
- Gelişmekte olan bazı ülkelerdeki kişisel anketlerimize göre, insanlar genellikle küresel ısınma sorunu hakkında aşağıdaki yorumlarda bulunmuşlardır.
 - «Emisyon miktarlarını neden önemsemeliyim ki? ABD Paris protokolünü imzalamadı!»
 - «Bu konuda üzerinde anlaşmaya varılmış bir yaklaşım yok, bu yüzden başarısız hedeflere para harcamak istemiyorum.»
 - «Küresel ısınma bir gerçektir, ancak Dünyanın sonunu değiştiremeyiz.»
 - «Küresel ısınma sonuçları ile ilgili tahminler doğru değil.»

Bu konulara ek olarak, küresel ısınmaya ilişkin mevcut tahmin modellerde de çok sayıda bilinmeyen bulunmaktadır.

Sonuç olarak, küresel ısınma, enerji dengelerinin gelecekteki dinamiklerini değerlendirmek için önemli bir konudur. Ancak, çalışmalarımıza göre, geleceğin küresel toplumunun ortalaması bu konuda bilinçli ve istekli değildir. Bu nedenle, maliyetler düşüyor ve yenilenebilir trendler artıyor gibi görünse de, düşük karbon senaryoları gerçekçi görünmemektedir.

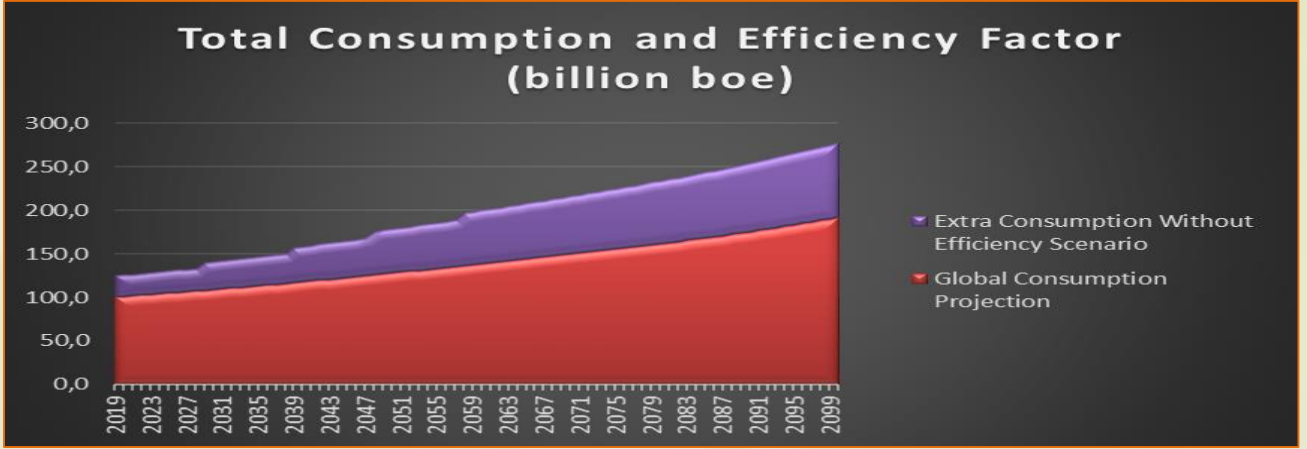
Buna ek olarak, neredeyse tüm insanlar küresel ortalama yüzey sıcaklığının artması (yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi) ve ortalama deniz seviyelerinin yükselmesi konusunda hemfikirdirler, ancak fayda ve maliyet analizi yapıldığında mevcut dekarbonizasyon hedeflerine ulaşmak kolay görünmemektedir. Ayrıca Dünya'nın mevcut emisyonunda ani bir düşüşe tepki göstermesi de onlarca yıl alacaktır. Bu, sonuçlardan emin olmadığımız anlamına gelmektedir.

Dekarbonizasyon politikalarının maliyetleri her ülke için farklıdır ve genellikle başa çıkılması gereken daha acil sorunlar vardır. Örneğin Çin (geleceğin en güçlü ekonomisi) sadece bazı kalabalık şehirlerde hava kirliliğini çözmek için yerel dekarbonizasyon politikaları uygulamaktadır. Bu noktada küresel ısınmaya karşı duyarlılığı söz konusu değildir. Çünkü kömür alanında da yatırımlarına devam etmektedir. Bu gerçeklik daha realist tahminler yapabilmek için göz önünde bulundurulmalıdır.



Grafik 9: Küresel Ortalama Deniz Seviyesi Artışı⁵

VERİMLİLİK



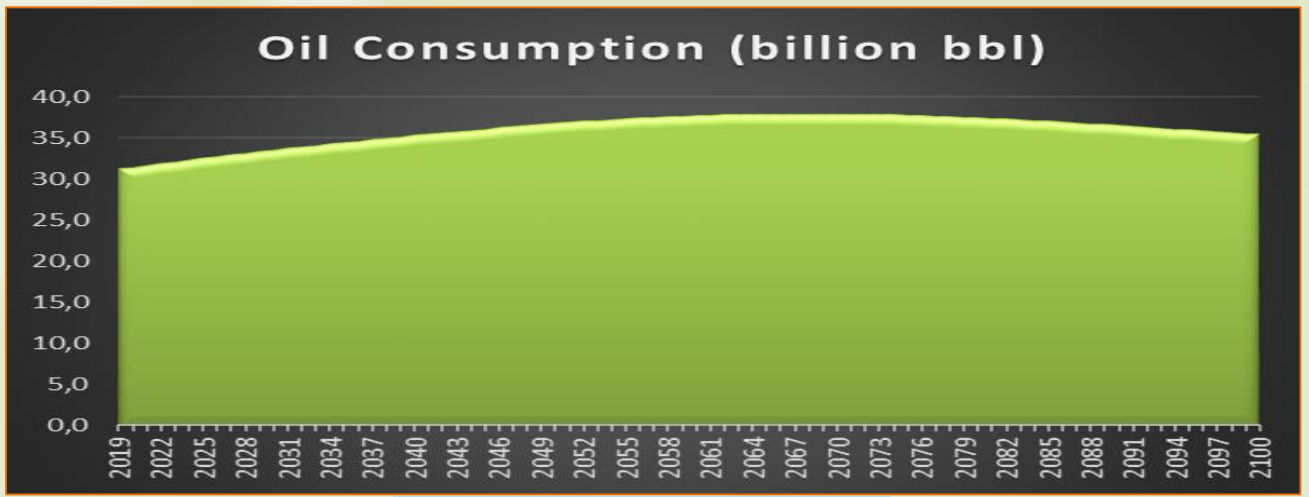
Grafik 10: 2100 Dünya Toplam Enerji Tüketimi Tahmini ve Verimlilikle Düşüş

- Verimlilik, enerji dengelerinde en önemli etmenlerden biridir. Verimliliğin doğrudan etkisi içinde enerji tüketimini azalttığı için «verimlilik» terimini yeni bir enerji türü olarak dahi düşünebiliriz.
- Verimlilik devam eden bir süreçtir. Her gün yeni teknolojiler ve yeni ürünlerle maliyetleri, bütçelerimizi ve erişilebilirliği değerlendirerek; daha verimli malzemeler kullanabilmekteyiz.
- Bu bağlamda, verimliliğin her yerde olduğunu söyleyebiliriz. Bu dönüşümü ampuller, buzdolapları, çamaşır makineleri, arabalar, uçaklar, telefonlar, elektrikli süpürgeler, fabrikalar, klimalar ve kısaca enerji tüketen tüm ekipmanlarımızda görebiliriz.
- Elbette verimliliği geliştirmek için yeni teknolojiler, maliyetler, erişilebilirlik ve yaygınlık çok önemli konulardır. İnsanların büyük çoğunluğu bu teknolojiye kolayca erişemedikçe ve fayda-maliyet analizini dikkate alarak onu ekonomik olarak kullanmaya başlamadıkça, yeni bir teknolojiyi keşfetmiş olmak küresel ölçekli verimlilik için yeterli olmayacaktır.
- Bunun anlamı, verimlilik sağlayan yeni teknolojinin küresel yayılımı ülkeler arasında farklılık gösterecektir. Kullanım için yeni bir teknolojinin yayılması sırasında kuşkusuz ülkelerin tarifeleri, vergi politikaları ve teşvik mekanizmaları da önemli olacaktır.
- Bu açıdan, yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi, tahminlerimiz, küresel enerji tüketiminin verimlilik yatırımları olmadan % 30'lar oranında daha yüksek olacağını göstermektedir. Bu arada kabul etmeliyiz ki, birçok farklı değişken olduğundan, bu tür yaklaşımların tahmin edilmesi kolay değildir.

MÜCBİR SEBEP

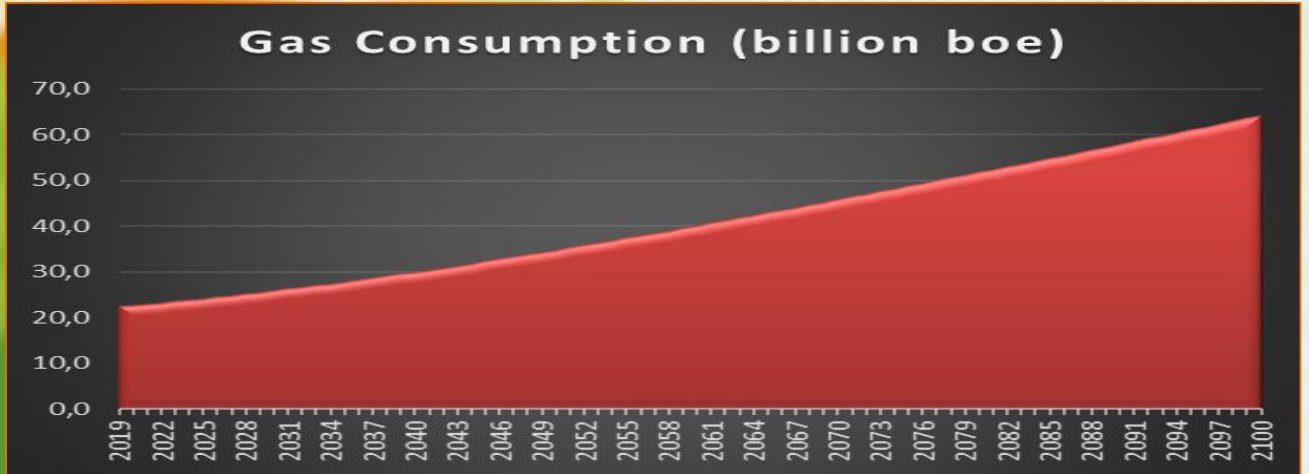
- Mücbir sebep, tam anlamıyla "daha büyük kuvvet" anlamına gelen Fransızca bir terimdir. Bu, bir kasırga veya kasırga gibi hiçbir tarafın sorumlu tutulamayacağı bir olay olan Tanrı'nın bir eylemi kavramı ile ilgilidir. Ancak mücbir sebep, silahlı çatışma gibi insani eylemleri de kapsamaktadır. Genel olarak bahsederek, olayların mücbir sebep niteliğinde olması için öngörülemez, sözleşmenin tarafları dışında ve kaçınılmaz olması gerekir. Bu kavramlar farklı yetki alanları tarafından farklı şekilde tanımlanır ve uygulanır.⁶
- Doğal olarak mücbir sebepler enerji tahminlerinde diğer önemli etki faktörleri olarak düşünülmelidir. Bununla birlikte, tanımdan da anlaşılacağı gibi, öngörülebilen olması kolay olmadığından, bu tür eylemleri tahminlerimize ve denklemlerimize ekleyemeyiz.
- Mücbir sebep dahilinde küresel anlamda dikkat etmemiz gereken diğer önemli bir husus, artan biyolojik tehditlerdir!

2100 PROJEKSİYONLARI (PETROL & GAZ)



Grafik 11: 2100'e Kadar Petrol Tüketimi Projeksiyonu

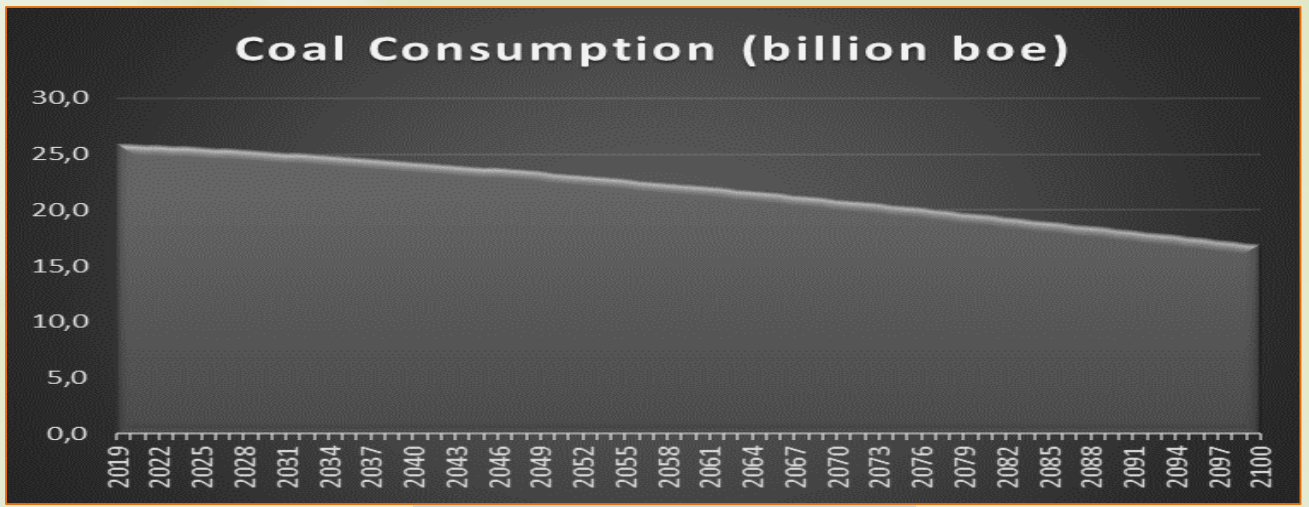
- 2070'lere kadar düşen artış oranıyla petrol tüketimi artmaya devam edecektir.
- Toplam tüketimde bir düşüşün başlaması 2070'lerden sonra beklenmektedir.
- Talep azalmasındaki sürecin geç başlamasının sebebi, Hindistan ve diğer düşük gelirli toplumların artan talebinden kaynaklanmaktadır.
- Şu anda, BP Dünya Enerji 2019 İstatistiksel İncelemesine göre, Dünya'daki toplam kanıtlanmış petrol rezervi 1730 milyar varildir. Senaryomuza göre, 2100 yılına kadar toplamda 2946 milyar varillik bir tüketim olacaktır. Bu, ilave 846 milyar varil rezervin gerekli olduğu anlamına gelmektedir.
- Petrol piyasası, kalkınma senaryoları, yeni kalkınma teknolojileri, olası konvansiyonel olmayan ve keşfedilmemiş birçok bölge göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu miktarda yeni kaynak küresel pazarlara eklenebilecektir.
- Ayrıca, petrol yatırımlarında önemli bir daralma da beklenmemektedir.



Grafik 12: 2100'e kadar Gaz Tüketimi Projeksiyonu

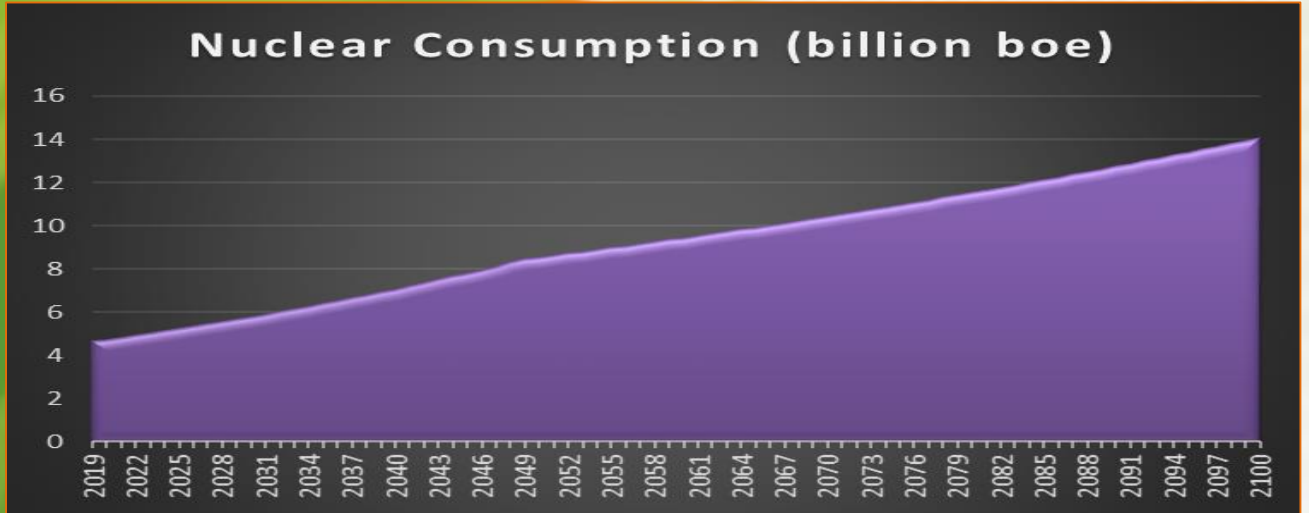
- Gaz tüketimi 2100'lerin sonuna kadar artmaya devam edecektir.
- Şu anda, BP Dünya Enerji 2019 İstatistiksel İncelemesine göre, Dünya'daki toplam kanıtlanmış gaz rezervi 197 trilyon m³'tür. Senaryomuza göre, 2100'e kadar toplam tüketim 539 tcm olacaktır. Bu, ilave 342 tcm'lik bir rezervin gerekli olduğu anlamına gelmektedir. Bu talep miktarını karşılayanın oldukça güç olduğu görülebilecektir. Böyle bir durumda;
 - Ankonvansiyonel kaynaklara yönelimin artması,
 - Bu sebeple yükselen maliyetler ve kaynak kıtlığı sebebiyle artan fiyatlar,
 - Bu senaryoya kıyasla, daha az gaz tüketimi ve yenilenebilir ve kömür enerji kaynaklarına yönelimde daha fazla artış,
 - Yeni teknolojiler ile parlayan yıldız haline gelebilecek metan hidrat kaynakları beklenen gelişmeler olarak öngörülebilecektir.
- Bu arada, gaz piyasaları, kalkınma senaryoları, yeni teknolojiler, ankonvansiyonel kaynaklar, metan hidrat potansiyeli ve keşfedilmemiş birçok bölge olduğu da göz önünde bulundurulduğunda, bu miktardaki rezervlerin küresel pazarlara eklenebilme şansı da söz konusudur. Ancak, böyle bir talebi karşılamak için çok büyük miktarda yatırım yapılması gerekecektir.

2100 PROJEKSİYONLARI (KÖMÜR & NÜKLEER)



Grafik 13: 2100'e Kadar Kömür Tüketimi Projeksiyonu

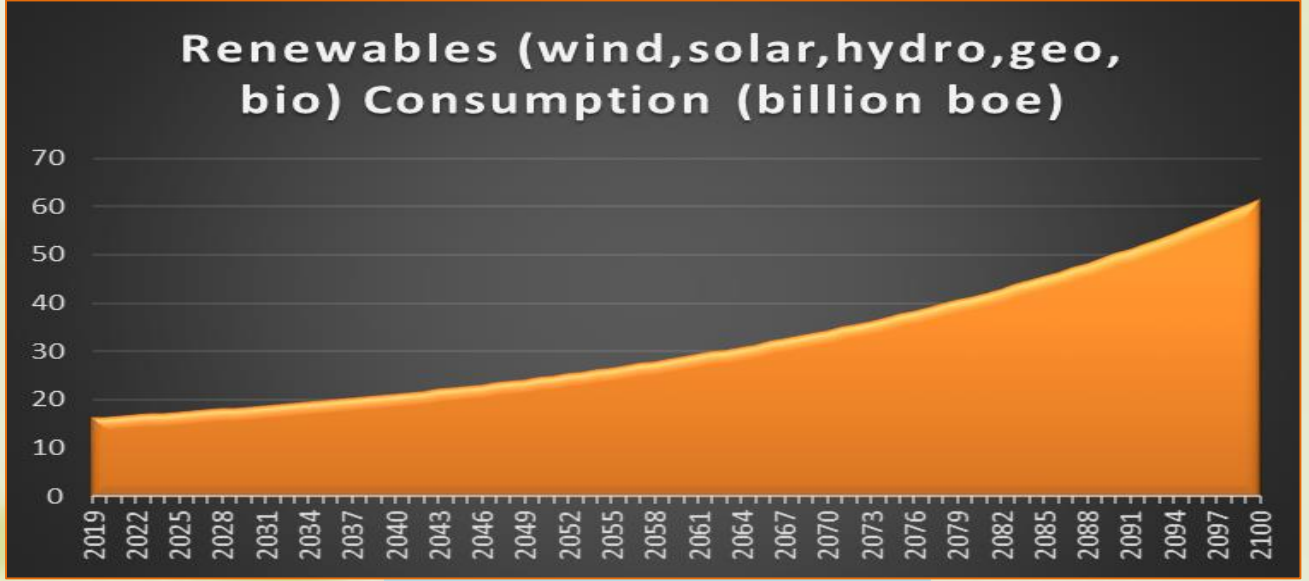
- Kömür tüketimi, artan bir azalma oranı ile düşmeye devam edecektir.
- Hindistan ve diğer düşük gelirli toplumların artan talebi nedeniyle düşüş oranı mevcut beklentilerden daha düşük olacaktır.
- Şu anda, BP Dünya Enerji 2019 İstatistiksel İncelemesine göre, Dünya'daki toplam kanıtlanmış kömür rezervi 1054 milyar tondur. Senaryomuza göre, 2100 yılına kadar toplam talep 361 milyar ton olacaktır. Bu şu anlama gelmektedir:
 - Keşfedilen 693 milyar ton kanıtlanmış kömür rezervi tüketim için bekliyor olacaktır.
 - Kömür fiyatları düşecektir. Bu da onu daha fazla tercih edilebilir yapabilecektir.
 - Kömür tüketiminde mevcut senaryolarımıza göre dahi daha düşük düşüş oranları görülebilecektir.
 - Gaz arzlarının talebi karşılayamaması durumunda, kömür tüketiminde kesin bir artış olacaktır.
- Bunlara ek olarak, daha temiz baca gazı teknolojileri ve daha ucuz kömür-hidrojen uygulamaları da küresel kömür talebinde artışa neden olacaktır. Dolayısıyla, kömürde önemli miktarda mevcut rezerv bulunmasının yanı sıra, daha büyük miktarlarda olası potansiyel de bulunmaktadır.



Grafik 14: 2100'e Kadar Nükleer Tüketim Projeksiyonu

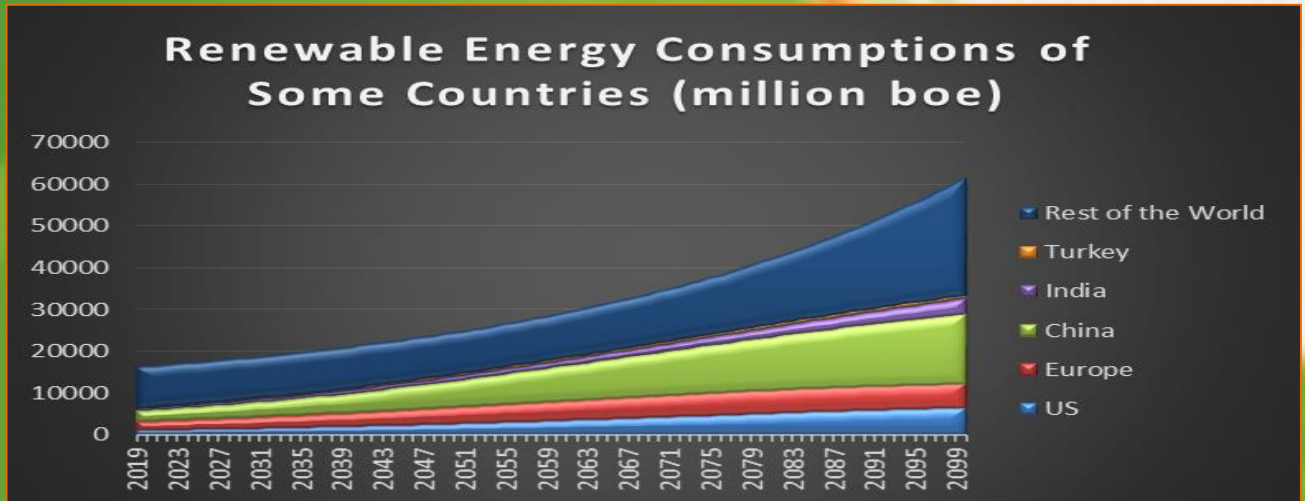
- Nükleer tüketimi gelişmemiş ülkeler ile Çin gibi enerji sıkıntısı çeken ülkelerde artacaktır.
- Gelişmiş ülkelerde genellikle yeni nükleer enerji santrallerine yönelik yatırımlar azalacaktır.
- 2100'e kadar mevcut nükleer enerji talebinin (ve doğal olarak üretim kapasitesinin) yaklaşık % 201 oranında artması beklenmektedir.
- Toryum, yeni teknolojilerle birlikte nükleer pazarlar için çok daha önemli bir kaynak haline gelecektir.

2100 PROJEKSİYONLARI (YENİLENEBİLİR)



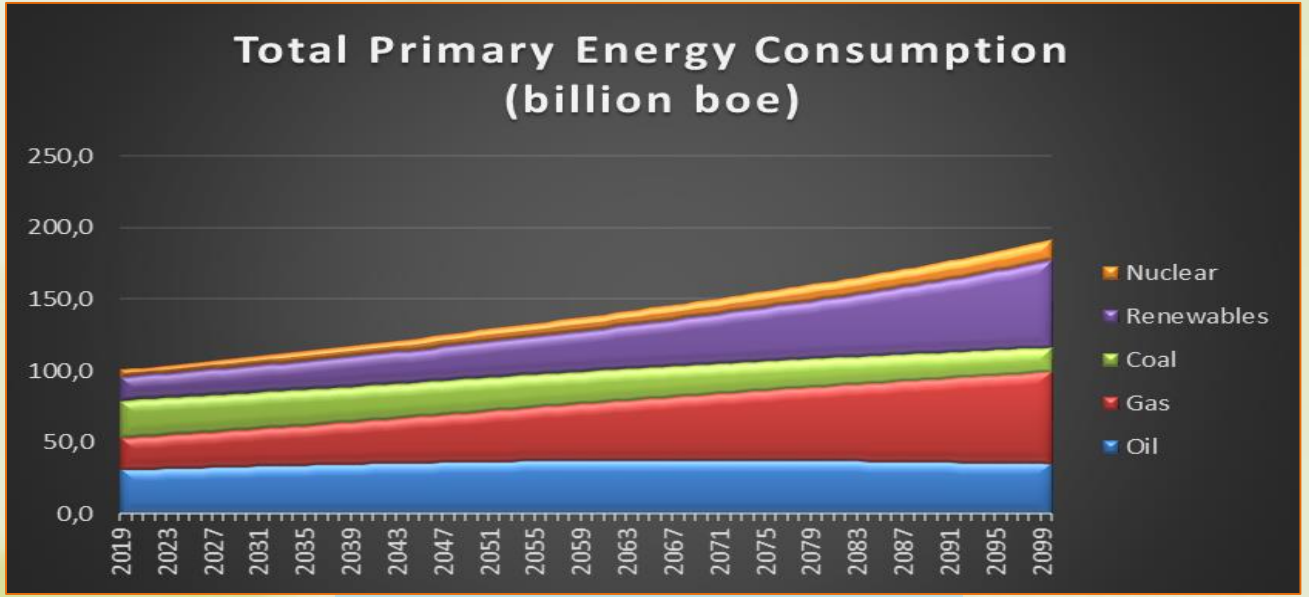
Grafik 15: 2100'e Kadar Yenilenebilir Tüketim Projeksiyonu

- Çalışmamızda, her türlü rüzgar, güneş, hidro, hidrojen, jeotermal, biyogaz, biyokütle ve biyoyakıtlar yenilenebilir enerji grubu olarak kabul edilmiştir.
- Bu bağlamda, yenilenebilir tüketimin tüm gelir gruplarında ve gelişmişlik düzeylerinde artmaya devam edeceği rahatlıkla söylenebilecektir.
- Çoğunlukla, rüzgâr ve güneş diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha yüksek bir artış oranına sahip olacaktır.
- En ucuz teknolojiye erişim, birim fiyatlar (diğer enerji türleriyle karşılaştırıldığında), ekipmanın verimliliği, devlet teşvikleri ve destekleri ve son olarak gelir düzeyine bağlı yatırım bütçesi bu senaryolarda önemli bir rol oynayacaktır.
- 2100'e kadar mevcut yenilenebilir enerji talebinin (ve doğal olarak üretim kapasitesinin) % 274 civarında artması beklenmektedir.
- Yenilenebilir tüketimdeki en yüksek artış Çin'de olacaktır.
- Hindistan, çok büyük miktarlarda enerjiye ihtiyaç duymasına rağmen finans eksikliğinden dolayı, diğer gelişmekte olan ülkeler gibi yenilenebilir enerji santralleri kapasitesini artırmak için etkili stratejileri uygulamaya geçiremeyecektir.



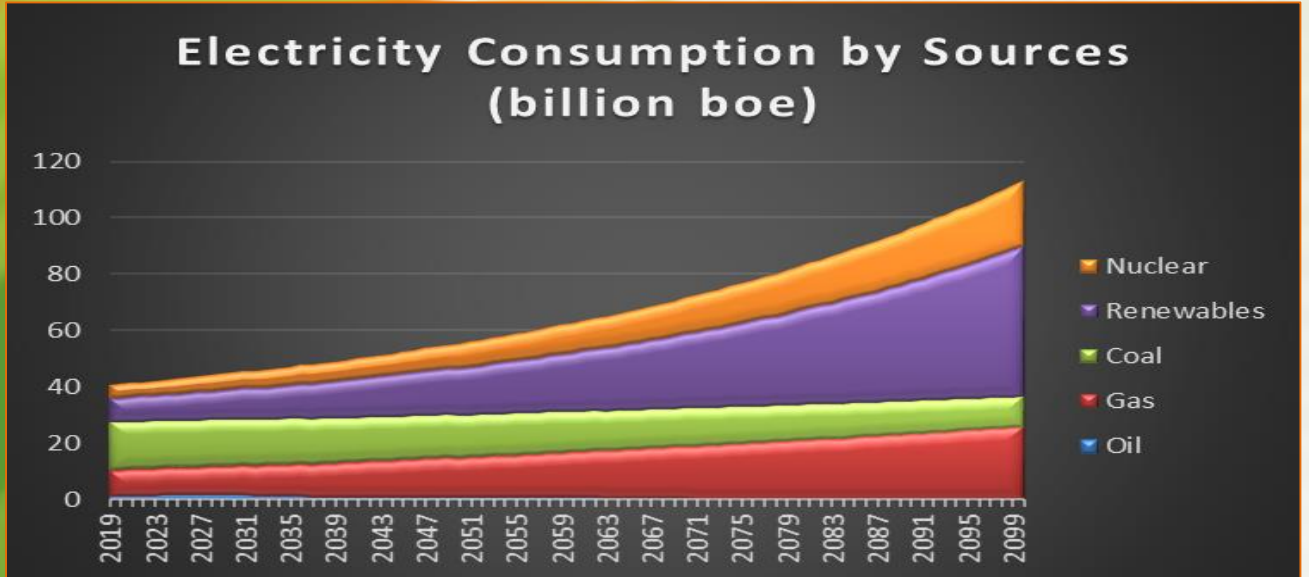
Grafik 16: 2100'e Kadar Bazı Ülkelerin Yenilenebilir Tüketim Projeksiyonları

BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ VE ELEKTRİK



Grafik 17: 2100'e Kadar Küresel Birincil Enerji Tüketimi Projeksiyonu

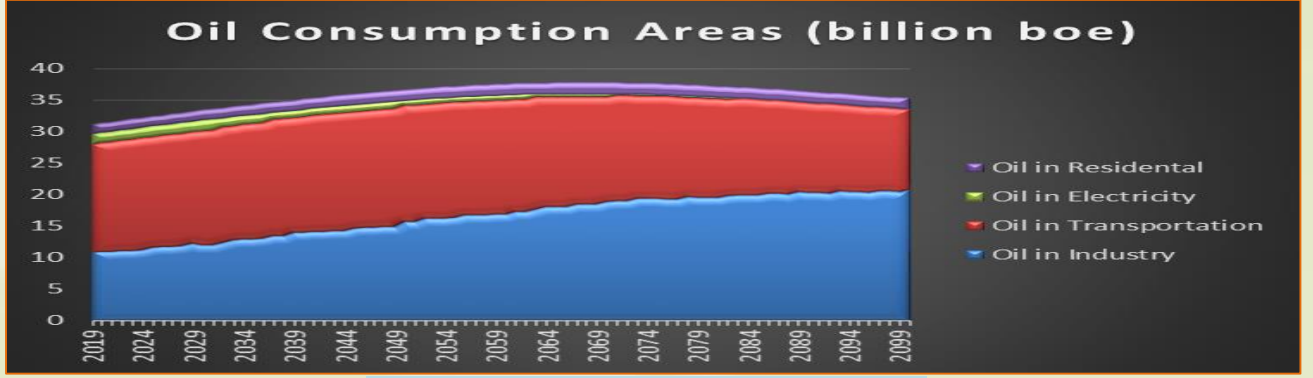
- Toplam küresel birincil enerji tüketimi 80 yıllık dönemde neredeyse iki katına çıkacaktır (yaklaşık % 91).
- En yüksek artış oranları yenilenebilir enerji kaynaklarında, nükleer ve doğal gazda gözlenecektir.
- Petrol tüketimi 2070'lerden sonra düşmeye başlayacak ve kömür tüketimi daha yüksek düşüş oranlarını izleyecektir.
- Gaz ve yenilenebilir enerji 2100 yılında en önemli enerji kaynakları olacaktır.



Grafik 18: 2100'e Kadar Küresel Enerji Tüketimi ve Öngörülen Enerji Türleri Projeksiyonu

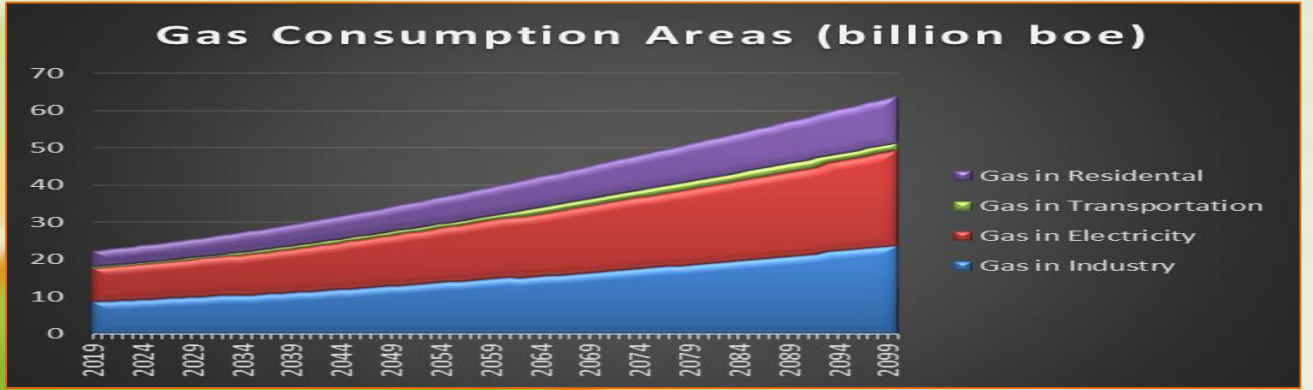
- Elektrik tüketimi % 175 civarında yüksek bir artış oranına sahip olacaktır.
- Yenilenebilir kaynakların genel elektrik denklemindeki payı artacak ve elektrik üretimi için en önemli enerji türü olacaktır.
- Kömürün payı azalırken petrol santrallerinin payı ise bir karşılaştırma yapmak için bile ihmal edilebilir seviyede olacaktır. (2080'lerden sonra neredeyse sıfır olacaktır.).

HİDROKARBONLAR NEREDE KULLANILACAK?



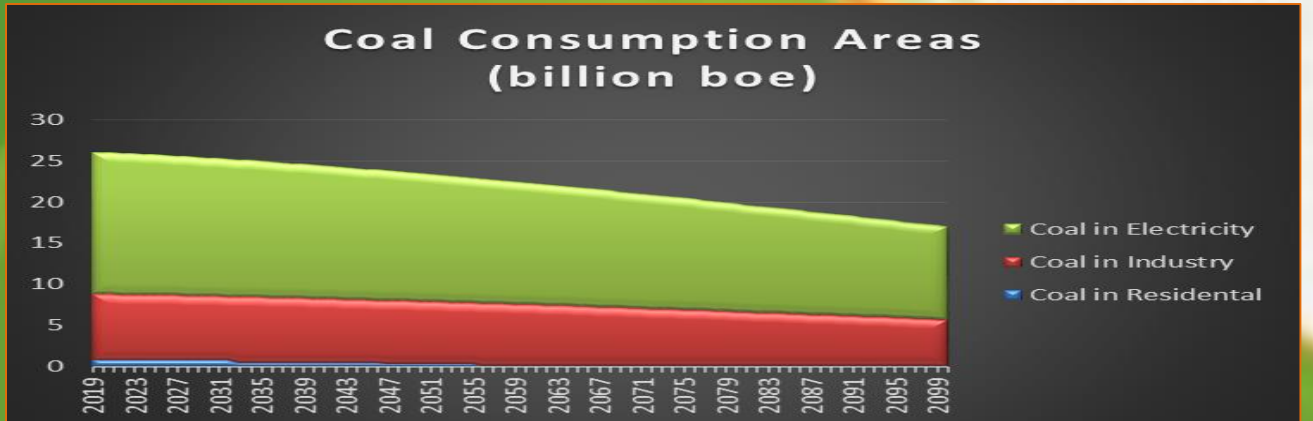
Grafik 19: 2100'e Kadar Petrol Tüketim Alanları Projeksiyonu

- Petrol, ağırlıklı olarak sanayi alanında tüketilecektir. Elektrik üretimindeki tüketimi 2070'lerden sonra neredeyse sona erecektir. Elektrikli ve hibrit araçlar daha erişilebilir ve daha ucuz olacağından, ulaşım için tüketilen petrol de azalacaktır.
- Elektrikli araçların yaygınlaşabilmesi için, öncelikle şarj sistemleri ve gerekli elektrik dağıtım şebekelerinin tamamlanması gerekmektedir. Bunlar için de çok büyük bütçelere ihtiyaç duyulmaktadır.



Grafik 20: 2100'e Kadar Gaz Tüketim Alanları Projeksiyonu

- Gaz esas olarak elektrik üretiminde ve sanayide tüketilecektir.
- Sanayide kullanımının artış oranı % 177.44 olacaktır. Elektrik üretiminde kullanımının artış oranı da % 184.94'tür. Ulaşımda küçük bir kullanım alanı vardır. Konutta tüketiminin 4,5 milyar boe seviyesinden 12,8 milyar boe'ye yükselmesi beklenmektedir.

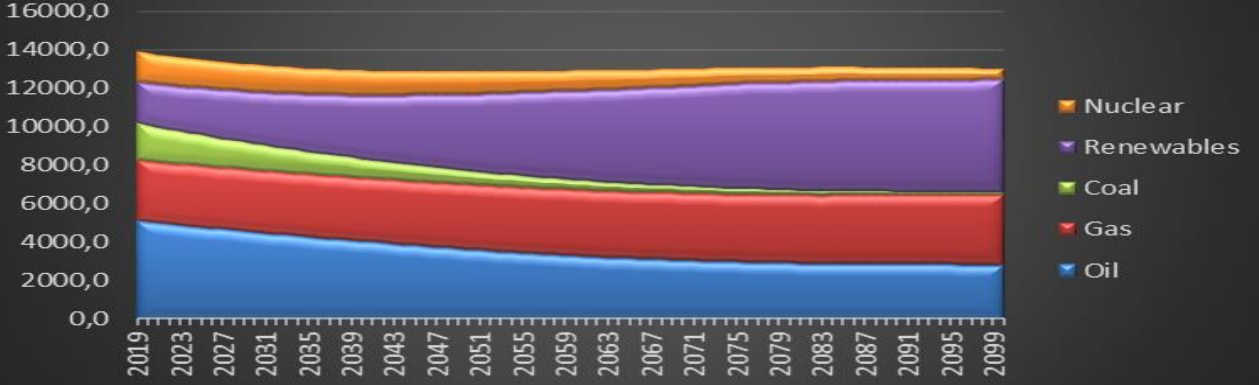


Grafik 21: 2100'e Kadar Kömür Tüketim Alanları Projeksiyonları

- Elektrik üretiminde kömür tüketimi % 35 civarında, sanayide ise % 30 civarında azalacaktır.

BÜYÜK TÜKETİCİLER (AB ve ABD)

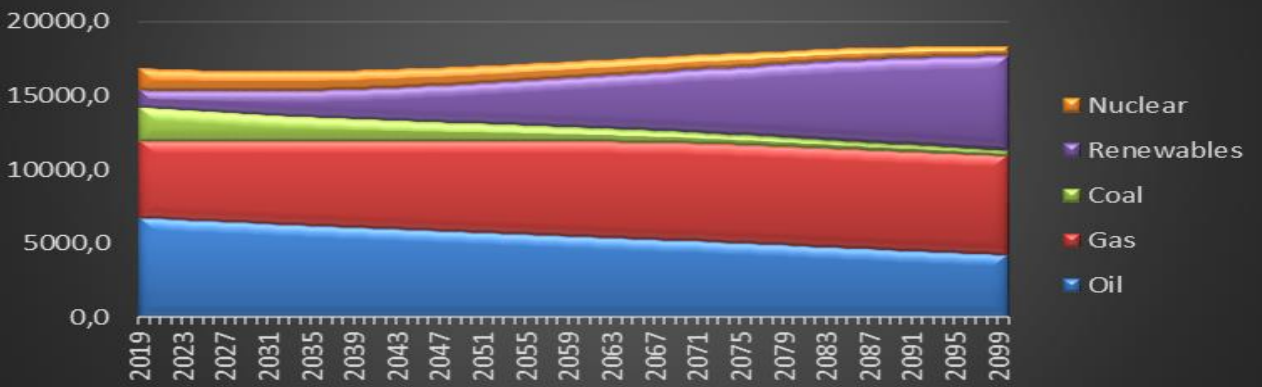
Total Primary Energy Consumption of Europe by Sources (million boe)



Grafik 22: 2100'e kadar Avrupa Birincil Enerji Tüketimi Projeksiyonu (Türkiye hariç)

- Toplam enerji tüketiminde (Türkiye hariç) Avrupa'da küçük bir (% 6) azalma olacaktır.
- Yenilenebilir kaynakların artış oranı yaklaşık % 168'tir.
- Gaz tüketimi % 15 artacaktır.
- Kömür tüketimi 164 milyon boe seviyelerine düşecektir.
- Nükleer % 62, petrol % 44 oranında azalacaktır.

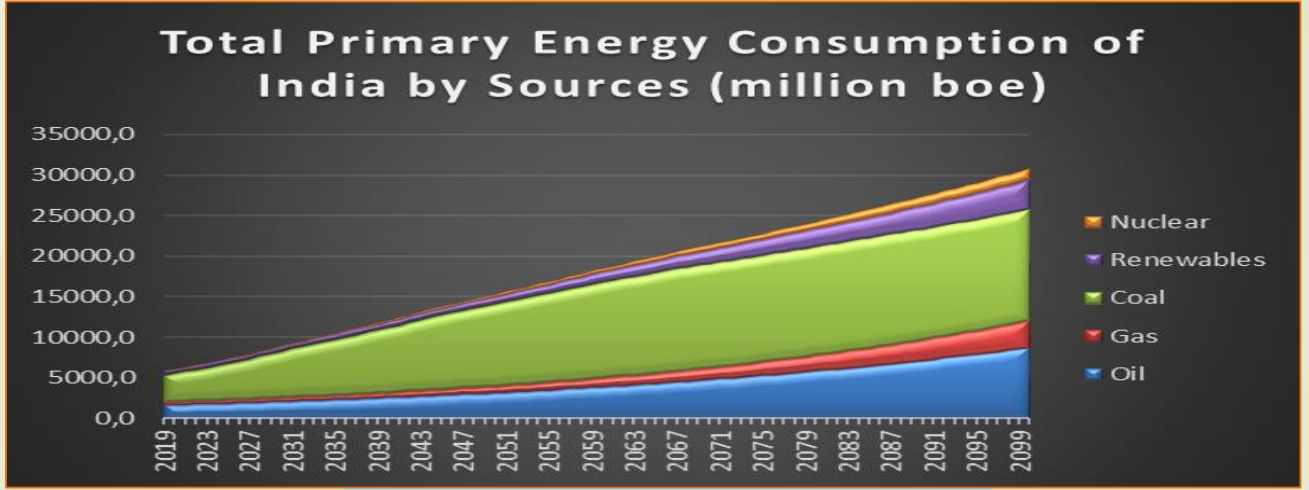
Total Primary Energy Consumption of US by Sources (million boe)



Grafik 23: ABD'nin 2100'e Kadar Birincil Enerji Tüketimi Projeksiyonu

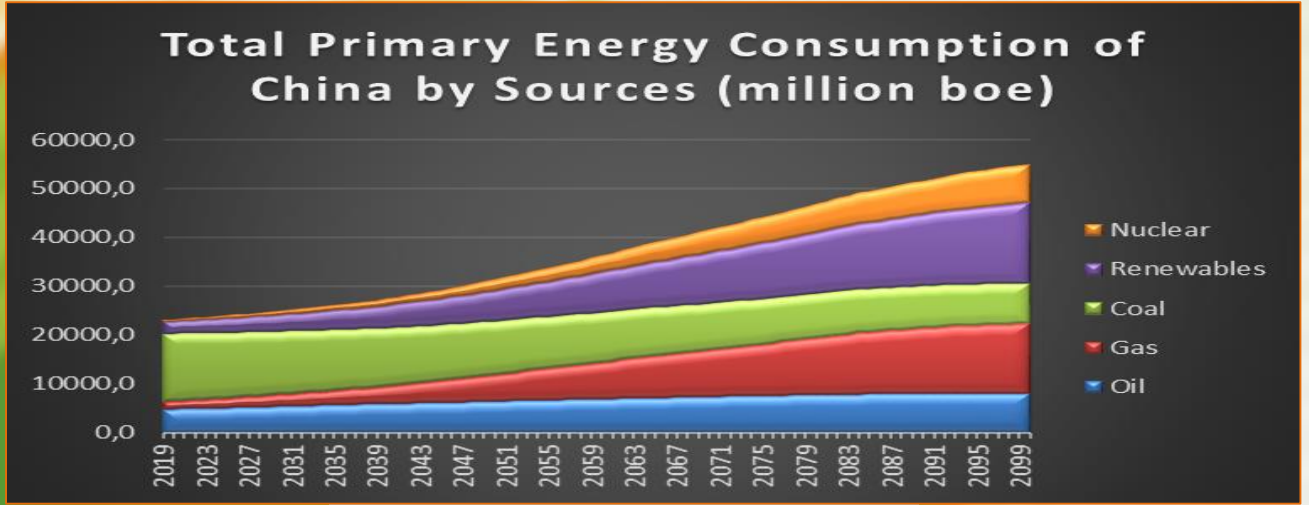
- Toplam enerji tüketimi ABD'de % 8 oranında artacaktır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları yaklaşık % 414 ile çok yüksek bir artış oranına sahip olacaktır.
- Gaz tüketimi % 29 artacaktır.
- Kömür tüketimi 383 milyon boe seviyesine düşecektir.
- Nükleer % 63, petrol % 36 oranında azalacaktır.

BÜYÜK TÜKETİCİLER (Çin ve Hindistan)



Grafik 24: Hindistan 2100'e Kadar Birincil Enerji Tüketimi Projeksiyonu

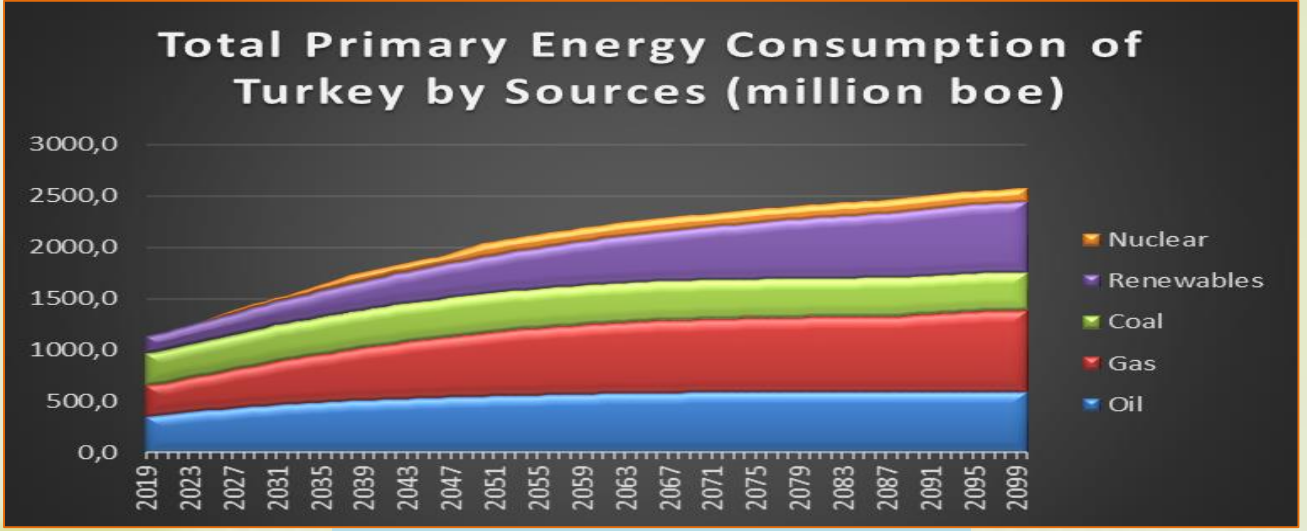
- Hindistan'da toplam enerji tüketimi % 420 civarında artacaktır.
- En ucuz enerji tipi kömür yaklaşık % 311 ile yüksek bir artış oranına sahip olacaktır.
- Gaz tüketimi % 837 artacaktır.
- Petrol tüketimi 8,7 milyar boe seviyesine çıkacaktır.
- Nükleer aynı zamanda çok yüksek artış oranlarına sahip olacaktır.



Grafik 25: 2100'e kadar Çin Birincil Enerji Tüketimi Projeksiyonu

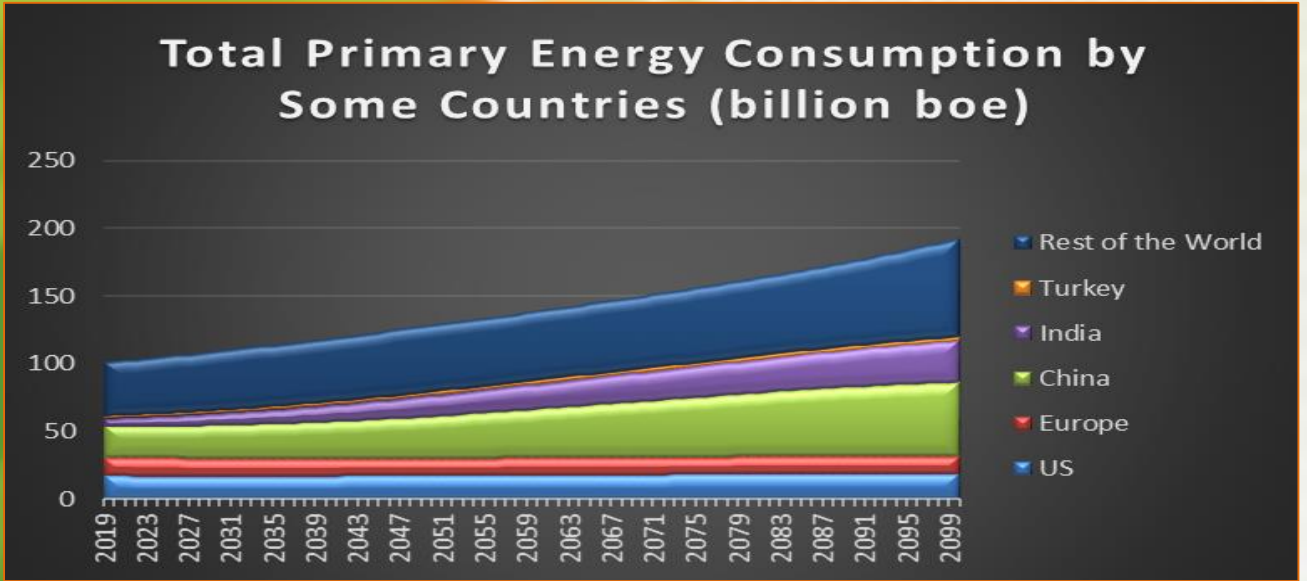
- Çin, Hindistan'la kıyaslandığında daha temiz ve daha güvenli bir enerji geleceğine sahiptir.
- Çin'de toplam enerji tüketimi % 135 civarında artacaktır.
- Kömür tüketiminin % 40 oranında azalacağı tahmin edilmektedir.
- Gaz tüketimi 14,3 milyar boe seviyesine çıkacaktır.
- Petrol tüketimi % 69 civarında artacaktır.
- Nükleer aynı zamanda çok yüksek artış oranlarına sahip olacaktır.

TÜRKİYE VE DÜNYA TÜKETİMLERİ



Grafik 26: 2100'e Kadar Türkiye Birincil Enerji Tüketimi Projeksiyonu

- Türkiye'nin toplam birincil enerji tüketimi % 127 civarında artacaktır.
- Kömür tüketimi % 17 artacaktır.
- Gaz tüketimi 0,796 milyar boe seviyesine kadar artacaktır.
- Petrol tüketimi % 66 civarında artacaktır.
- Yenilenebilir kaynaklar % 329 civarında yüksek bir artış izleyecektir.



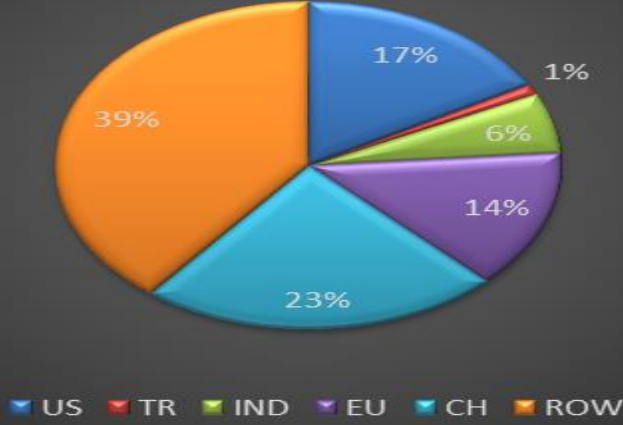
Grafik 27: 2100'e kadar Küresel (Bazı Ülkelerin) Birincil Enerji Tüketimi

- Çin, küresel enerji tüketim denkleminde, artan oranla en büyük paya sahip olurken, Hindistan ikinci büyük tüketici olacaktır.

ÜLKELERİN DÜNYA ENERJİ PASTASINDAKİ PAYLARI

2019 Shares of World Energy

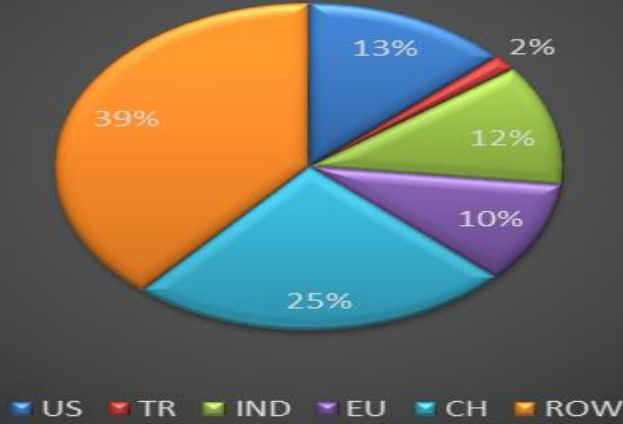
Grafik 28:
2019 Dünya
Enerjisinin Payları



ROW: Dünyanın Geri Kalanı

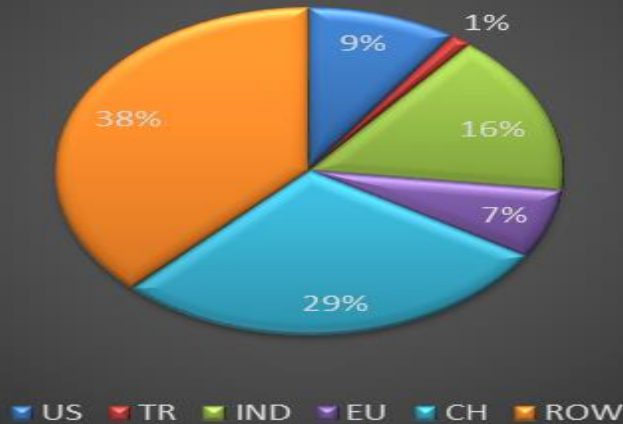
2050 Shares of World Energy

Grafik 29:
2050 Dünya
Enerjisinin Payları



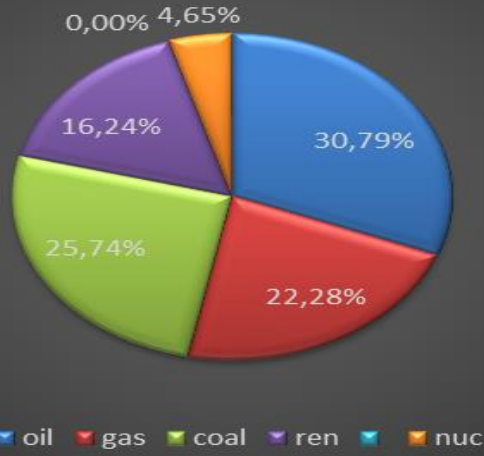
2100 Shares of World Energy

Grafik 30:
2100
Dünya Enerjisinin
Payları



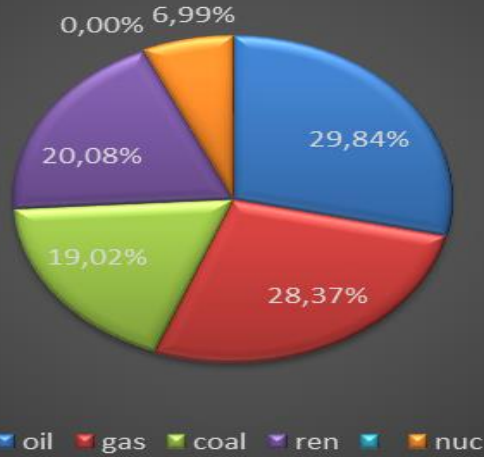
ENERJİ TÜRLERİNİN PAYLARI

2019 Shares of Energy Types



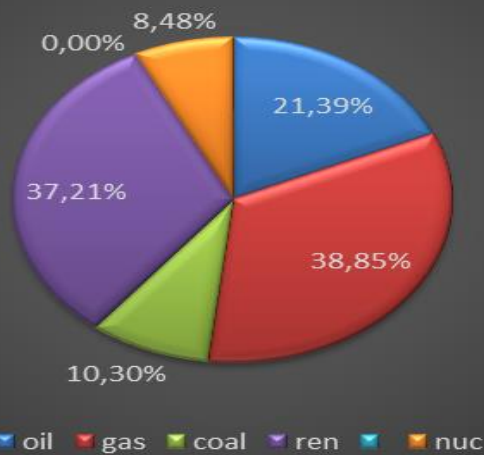
Grafik 31:
2019 Enerji Türlerinin
Payları

2050 Shares of Energy Types



Grafik 32:
2050
Enerji Türlerinin
Payları

2100 Shares of Energy Types



Grafik 33:
2100
Enerji Türlerinin
Payları

REFERANSLAR

1. UN DATABASE
2. LAZARD'S LEVELIZED COST OF NERGY ANALYSIS—VERSION 13.0
3. IRENA
4. <https://data.oecd.org/gdp/gdp-long-term-forecast.htm>
5. <https://www.climatechangeinaustralia.gov.au/en/climate-campus/global-climate-change/global-projections>
6. <https://www.investopedia.com/terms/f/forcemajeure.asp>

NOTLAR

- Modelleme sırasında kanıtlanmış rezervler, tercihler, finansal kapasite, yatırım ortamı ve mevcut çevresel hedefler dikkate alınarak talebin arz ile eşit olacağını varsaydık.
- Her bir ülke için mevcut tesis ve rezervlere ilişkin kısıtlamalarla ilgili detaylı analizler yapmadık ve artan bir talebin var olduğu ekonomik bir proje için bütçenin hazırlanabileceğini varsaydık.
- İnsanlığın dünyada çok daha fazla petrol ve rezerv keşfedeceğini varsaydık.
- Bu senaryolara göre, aşağıdaki konulara odaklı raporlar yayınlamaya devam edeceğiz.:
 - 2100'e kadar petrol fiyat eğilimleri,
 - 2100'e kadar gaz fiyat eğilimleri,
 - 2100'e kadar kömür fiyat eğilimleri,
 - 2100'e kadar elektrik fiyat eğilimleri,
 - 2100'e kadar konvansiyonel olmayan petrol ve gaz üretim ve geliştirme beklentileri,
 - Metan hidratların devri.
- Bunlara ek olarak, aşağıdaki senaryoları da kamuoyu ile paylaşacağız:
 - Ucuz ve erişilebilir yenilenebilir teknoloji,
 - Yetersiz petrol ve gaz,
 - Daha etkin CO2 politikaları,
 - Kıyamet