

## **DÜNYA BANKASI, EMTİA PİYASALARI RAPORUNDAN BAŞLIKLAR (Mayıs 2022)**

Dünya Bankası'nın "Dönüşüm, Zorluklar ve Politikalar" başlıklı Emtia Piyasaları Raporu'nda iklim değişikliğiyle birlikte sıfır karbonlu enerji kaynaklarına yöneliş ve Ukrayna Savaşı'nın emtia piyasasında yaşanan belirsizliklere her geçen gün yenilerinin eklediğine vurgu yapılmaktadır.

Olağanüstü iklim koşulları giderek yaygınlaşmakta ve birçok emtianın üretimini etkilemektedir. İklim değişikliğini minimize etmek için enerji kaynaklarını dönüştürme çabaları, emtia piyasasında farklı etkiler yaratmaktadır. Önümüzdeki dönemde fosil yakıtlara olan talebin azalması beklenirken, yenilenebilir enerji alt yapılarındaki metal ihtiyacı sebebiyle metal fiyatlarında yükselme yaşanabilir.

### **Giriş**

Covid- 19 sebebiyle tedarik sürecinde yaşanan sıkıntılar, Ukrayna Savaşı, enerji güvenliği konusunda artan korumacılık ve gıda sektöründe kendi kendine yeterlilik eğilimi; ticaret, yatırım ve finansal ağlarda parçalanmışlığa neden olmaktadır.

Raporda ortaya koyulan analizler 4 grup altında sıralanabilir:

İlk olarak, emtia piyasaları, özellikle üretim ve tüketimin büyüklüğü ile lokasyonu açısından büyük değişimler geçirecektir. Teknolojik inovasyon bazı ürünler için yeni kullanım alanları açacaktır. Birçok emtianın en büyük tüketicisi konumunda olan Çin'in ekonomisi olgunlaştıkça ve tüketim ile hizmetlere yöneldikçe, muhtemelen buradan gelen talep yavaşlayacaktır. Aynı zamanda enerji kaynaklarındaki dönüşüm, yenilenebilir enerji altyapılarında kullanılan metallere ilgiyi artırırken, fosil yakıtlara olan ilgiyi azaltacaktır.

İkinci olarak, emtia piyasalarının itici güç ve fiyat davranışı açısından oldukça heterojen olduğu ortaya çıkmaktadır. Geçen yüzyılda tarım ürünlerinin fiyatı düşmüş, enerji fiyatları artmış, metal ürünlerinin fiyatları ise kararsız seyretmiştir. Enerji ve metallere olan talep, ekonomik büyüme ile tarımsal talebe kıyasla çok daha

yakından ilişkilidir. Ekonomik büyüme ve emtia talebi arasındaki ilişki gelişmişlik seviyesine bağlı olarak ülkeden ülkeye değişmektedir. Düşük gelirli ülkelerde, özellikle endüstriyel emtialara olan talep ekonomik büyümeyle birlikte hızla artmaktadır. Gelir yükseldikçe emtia talebindeki artış hızı yavaşlamaktadır.

Üçüncü olarak, emtia fiyatlarında yaşanan şokların, ülkelerin ekonomik yapılarının yansımaları olarak emtia ihracatçıları üzerinde asimetric etkisi vardır. Örneğin petrol ihracatçısı ülkelerin petrol fiyatlarına bağımlılığı diğer ürün ihracatçısı ülkelerin bağımlılığından daha farklıdır.

Dördüncü ve sonuncu olarak, emtia piyasalarının heterojen doğasının, üretilen (veya tüketilen) emtia türüne ve şokun kaynağına göre uyarlanmış politika araçları gerektirdiği söylenebilir. Emtia piyasaları ve fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanan zorlukları ele almak için çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlar üç kategoriye ayrılmaktadır: makroekonomik çerçeveler, emtia fiyatlarındaki yükseliş-düşüş döngüsünü yumuşatmak için alınan önlemler ve fiyat oynaklığına karşı kırılganlıkları azaltmaya yönelik uzun vadeli yapısal politikalar.

## **Ukrayna'daki Savaşın Emtia Piyasaları Üzerindeki Etkisinin Önceki Krizlerle Karşılaştırılması**

Ukrayna Savaşı, özellikle enerji ve gıda başta olmak üzere Rusya ve Ukrayna'nın ihracatçısı olduğu emtiaların üretim ve ticaretinde önemli aksamalara yol açmıştır. Savaşın yarattığı şok, pandemi süresince güçlenen talep ve kısıtlı arz nedeniyle emtia piyasalarında ortaya çıkan kriz ortamını şiddetlendirmiştir. Bununla birlikte, COVID-19 sonrası toparlanma ve Ukrayna'daki savaştan kaynaklı fiyatlardaki toplam değişiklikler, 1973 petrol krizinden bu yana enerji fiyatlarında en büyük artışa neden olmuştur. Gıda ve gübre fiyatlarındaysa 1974 ve 2008 yıllarından sonra en büyük üçüncü artış yaşanmıştır.

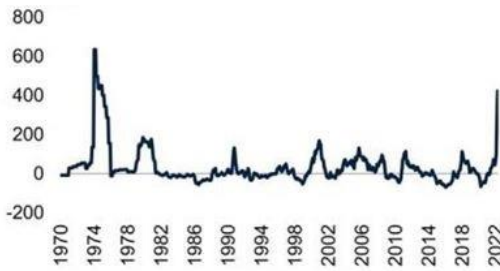
Kısa vadede emtia piyasalarını iki ayrı ana kanaldan etkilemiştir: Birincisi ablukaların fiziksel etkisi ve üretim kapasitesinin yok edilmesi, ikincisiyse yaptırımların ticaret ve üretim üzerindeki etkisidir. Ukrayna'nın buğday üretimi ve ticareti ciddi şekilde kesintiye uğramış, bu durum özellikle buğday ithalatında Ukrayna'ya bağımlı olan ülkeleri etkilemiştir. Ek olarak; Kanada, AB ve ABD de dahil olmak üzere birçok ülke, Rusya'dan enerji ithalatını yasaklamayı veya aşamalı olarak durdurmayı seçmiştir. Bu ülkelerin Rusya'ya alternatif araması enerji ticaretinde maliyetlerin artmasına neden olmuştur.

Ukrayna'daki savaşın kısa vadeli etkilerinin yanı sıra daha uzun vadeli sonuçları olacağı da tahmin edilmektedir. Tüketim ve üretim süreçlerinde kalıcı değişiklikler oluşabilir.

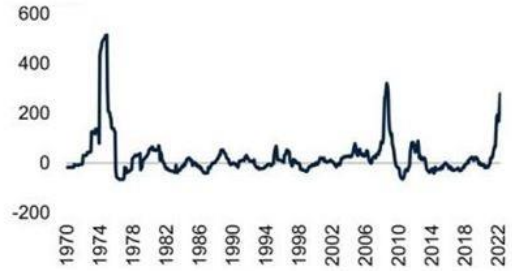
### Fiyat Şoklarına Piyasa Tepkisi

*Emtia fiyatları (nominal), Ukrayna Savaşı'nın başlamasının ardından, özellikle Rusya ve Ukrayna'nın ana ihracatçıları olduğu mallar için keskin bir şekilde yükselmiştir. Nisan 2020-Nisan 2022 arasındaki fiyat artışları, enerji için 1973, gübre ve gıda içinse 2008'den bu yana en büyük artışlar olarak kayda geçmiştir.*

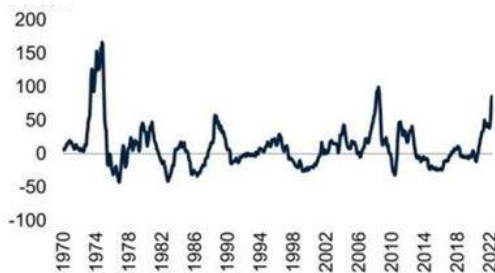
**A. Enerji Fiyatlarında Değişim (%)**



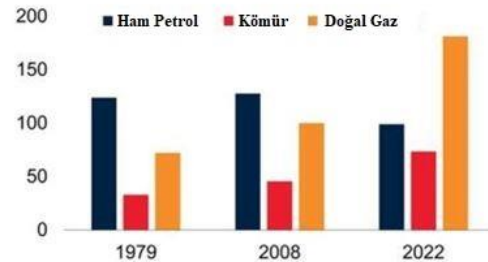
**B. Gübre Fiyatları Değişimi (%)**



**C. Gıda Fiyatları Değişimi (%)**



**D. Fiyat Artışları Boyunca Reel Enerji Fiyatları, Milyar USD**



**Kaynaklar:** Bloomberg ve Dünya Bankası

*\*A ve C grafikleri iki yıllık bir dönemlerde aylık fiyat endekslerindeki yüzdelik değişimi göstermektedir. Tüm fiyatlar nominal ABD doları cinsindedir. Son gözlem Nisan 2022 verilerine dayanmaktadır. Veri sınırlamaları nedeniyle, 1979 öncesi enerji fiyatı değişimi petrol fiyatı ile temsil edilmektedir.*

*\*D grafiği yıllık kömür, brent ham petrol ve Avrupa doğal gazının ABD TÜFE oranları kullanılarak indirgenmiş fiyatları göstermektedir.*

Ukrayna Savaşı'nın enerji açığı problemini çözmeyi güçleştiren üç temel özelliği vardır; ilk olarak, fiyat artışları tüm yakıt türlerine yayıldığı için artışlardan en çok etkilenen gaz ve kömürü ikame etmek için çok az sayıda opsiyon bulunmaktadır. Ayrıca, enerji fiyatlarının yüksek olması, diğer emtiaların üretim maliyetlerini de artırmıştır. İkinci olarak GSYİH'lerin enerji yoğunluğu 1970'lere kıyasla çok daha düşüktür. Bu nedenle tüketiciler, en azından kısa vadede, fiyat değişikliklerine karşı daha az hassas olabilirler. Dolayısıyla ülkelerin enerji kullanımını azaltması daha da zorlaşabilir. Üçüncüsü, birçok hükümet akaryakıt sübvansiyonu veya vergi indirimi uygularken, bir kısmı arz ve talep dengesizliği ile başa çıkmak için başka politikalar uygulayarak krizi uzatma riskini almışlardır.

Küresel endüstriyel emtia talebinin yapısı geçtiğimiz çeyrek yüzyılda temelden değişmiştir. Gelişmiş ekonomilerin enerji ve metal tüketimindeki payı önemli ölçüde azalmıştır. Bu arada Çin, küresel kömür, metal ve demir cevheri talebinin yarısından fazlasını göğüsleyerek dünyanın en büyük tüketicisi olarak ortaya çıkmıştır. Çin'in sanayileşme süreci, Birleşik Krallık ve ABD'nin sanayileşme süreçleriyle benzerken, yükseliş hızı emsalsiz olmuştur.

Küresel metal tüketimi 1995-2020 döneminde iki katından fazla artmış; bu artışın yüzde 90'ını Çin oluşturmuştur. Küresel enerji talebi yüzde 50 artmış ve Çin, başta kömür tüketimi olmak üzere artışın yaklaşık beşte üçüne katkıda bulunmuştur. Emtia talebindeki benzeri görülmemiş artış, yükselen piyasalarda ve gelişmekte olan ekonomilerde yaşanan güçlü ve sürekli büyüme ile aynı zamana denk gelmiştir. 1995-2020 döneminde, gelişmekte olan ekonomilerde yıllık büyüme ortalaması yüzde 5,5 iken; Çin'in yıllık ortalama büyümesi yüzde 8,8 olmuştur.

## **Endüstriyel Emtia Talebinde Son Değişiklikler**

Son 25 yılda küresel emtia talebi, coğrafi olarak yer değiştirmiştir. 1995'te gelişmiş ekonomiler, küresel enerji talebinin yarısını, metal talebininse yaklaşık dörtte üçünü oluşturuyordu. 2020 itibarıyla, gelişmiş ekonomilerin enerji tüketimindeki payı yüzde 34'e düşerken, metal talebindeki payları yüzde 25'in altına düşmüştür.

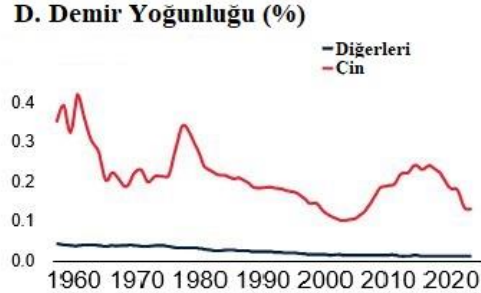
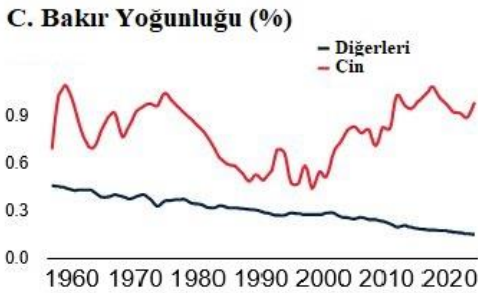
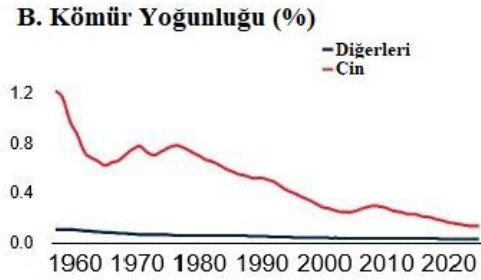
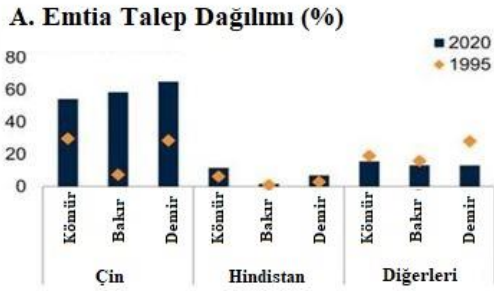
Aynı dönemde, Çin'de kaynak-yoğun yatırım ve imalat ihracatı hızla genişlemiş, Çin'den gelen talep büyük ölçüde artmıştır. Enerji ve özellikle metal tüketimi, endüstriyel üretimle güçlü bir şekilde ilişkilidir. 1995-2000 yılları arasında Çin'in enerji tüketimindeki payı iki katından fazla artarken, metal tüketimindeki payı altı kat artarak yüzde 9'dan yüzde 57'ye çıkmıştır.

Kömür, Çin'in enerji tüketimindeki artışın yaklaşık yüzde 85'ine katkıda bulunmaktadır. Bugün Çin, dünya kömürünün yarısından fazlasını tüketmektedir, bu oran 1995'te yüzde 30 civarındaydı. Ülkenin kömüre bağımlılığı, ayrıca büyük kömür rezervlerine sahip olmasının sebebidir. Çin'in küresel petrol tüketimindeki payı aynı dönemde iki katından fazla artmıştır.

Çin'in metal tüketimindeki artış ise daha dikkat çekicidir. Küresel bakır tüketimindeki payı 1995-2020 döneminde yüzde 7'den yüzde 58'e yükselmiştir. Diğer metallerin tüketimi de benzer eğilimler göstermektedir. Kömür ve demir talebindeki keskin artış, büyük ölçüde Çin'in çelik üretimindeki büyümeden kaynaklanmıştır. Hem kömür hem de demir cevheri çelik üretiminde temel girdilerdir. Kömür, alüminyum üretiminde de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Çin'deki alüminyum üretiminde kullanılan elektriğin yaklaşık yüzde 90'ı kömürden üretilmektedir.

Çin'in enerji tüketimindeki kömür yoğunluğu, kısmen fosil yakıt kullanımından uzaklaşmayla birlikte dünyanın geri kalanına benzer bir düşüş eğilimi izlemektedir. Bununla birlikte, 1990'ların sonlarına kadar azalan bakır yoğunluğu, yörüngesini tersine çevirmiştir. Bu, dünyanın geri kalanındaki istikrarlı aşağı yönlü gidişatla keskin bir tezat oluşturmaktadır. Benzer şekilde, demir cevheri yoğunluğu 2000 yılından sonra artmaya başlasa da 2014 yılından itibaren düşmeye başlamıştır. Bu farklı eğilimler, özellikle diğer tüketim ve hizmetlerden çok daha fazla metal yoğun olan inşaat, altyapı ve ev içi kullanım ve ihracat için imalat yatırımlarına odaklanmak gibi ülkeye özgü gelişmelerin önemini doğrulamaktadır.

## Çeşitli Emtialarda Yıllara Göre Yoğunluk Değişimi (%)



**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy; British Geological Survey; International Historical Statistics; U.S. Geological Survey; World Bank; World Bureau of Metal Statistics; World Steel Association.

## Emtialar Arasında İkame: Tersine Çevrilebilir ve Kalıcı Dönüşümler

Küresel ekonomiyi karbondan arındırma çabaları, emtialar arasında daha fazla ikameyi teşvik etmektedir. Bu durum hem enerji kaynakları hem de kullanım alanları dahil olmak üzere birçok alanda gerçekleşmektedir.

### **Elektrik Üretimi: Fosil Yakıtların Metallerle İkame Edilmesi**

Elektrik üretiminde fosil yakıtların yerini yenilenebilir enerji kaynaklarınının alması beklenmektedir. Bu durum yenilenebilir enerji üretmek için kullanılan metal ve minerallere olan talepte keskin bir artışa neden olmaktadır. Bu değişim aynı anda hem talep hem de arz tarafından yönlendirilmektedir. Talep tarafında tüketici tercihlerindeki değişikliklere (örneğin, yenilenebilir enerji ve güneş panellerinin kurulumuna artan ilgi) ve politikalara (örneğin, güneş enerjisi kurulumu veya elektrikli araçların satın alınması için vergi teşvikleri ve karbon fiyatlandırma mekanizmalarının kullanımı) cevaben değişim görülmekteyken arz tarafında

teknolojik gelişmelerin yenilenebilir enerji maliyetinde keskin düşüslere yol açarak göreceli rekabet gücünü artırması etkili olmaktadır.

### ***Ulaşım: Elektrikli Araçlara, Pillere ve Biyoyakıtlara Geçiş***

Daha düşük karbonlu bir enerji ortamına geçişin, ulaşım endüstrisini kökten değiştireceği öngörülmektedir. Önümüzdeki on yıl içinde, kara taşımacılığında benzinli ve dizel motorlu araçların yerini büyük ölçüde elektrikli araçlar alacak. Başlangıçta elektrikli araçlar yüksek fiyatlar, uzun şarj süreleri, yetersiz sayıda şarj istasyonları ve sınırlı sürüş menzili dahil olmak üzere çok sayıda aksi durumla karşı karşıya kalmış ancak pil teknolojisindeki gelişmelerin, şarj altyapısının ve devlet teşviklerinin yardımıyla, son zamanlarda etkileyici bir talep artışı yaşamıştır. 2018 yılında 5 milyon adede ulaşan küresel elektrikli otomobil filosu, bir önceki yıla göre 2 milyon artmıştır. ABD'de 2021 yılında elektrikli ve hibrit araçlar, toplam binek araç alımlarının yaklaşık yüzde 10'unu oluşturmuştur. Norveç'te son araç satışlarının yüzde 46'sı elektrikli araç satışlarıdır. Çok sayıda ülke yeni benzinli ve dizel motorlu araçları kullanımdan kaldırmak için hedefler belirlediğinden, elektrikli araç pazar payının hızla büyümesi beklenmektedir.

Elektrikli araçlar, ham petrol yerine elektrik üreten enerji kaynaklarını yakıt gereksinimleri ve fiziksel tasarımları nedeniyle emtia ikamesini teşvik edecektir. Örneğin bir elektrikli araç, içten yanmalı motorlu bir araca göre dört kat daha fazla bakır (pil, motor ve kablolar için) içermektedir. Standart bir pil takımı için ana malzemeler alüminyum, bakır, kobalt, grafit/karbon, lityum, nikel ve manganez gibi metallerdir.

Elektrik teknolojisi, denizcilik ve hava taşımacılığı için daha az uygundur ancak bu sektörler hidrojen veya biyoyakıt gibi alternatif ikamelerle yakıt ihtiyacını karşılayabilir. Hidrojen, doğal gaz veya elektrik enerjisi kullanılarak sudan üretilir. Tarımsal veya atık ürünlerden üretilen biyodizel sw düşük veya sıfır karbonlu bir alternatif olarak kullanılabilir.

Uluslararası Enerji Ajansı, net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için 2050 yılına kadar biyoyakıt üretiminde dört kat artış gerekeceğini öngörmektedir. Birkaç ülke (Çin, Endonezya ve Tayland dahil) yakın zamanda potansiyel olarak önemli miktarda biyoyakıt üretmeye olanak sağlayacak politikaları uygulamaya koymuştur.

### **Enerji Kaynaklarının Dönüşümü: Nedenler ve Beklentiler**

Enerji kaynaklarında dönüşüm halihazırda devam etmektedir. Dönüşümün hızı ve büyüklüğü belirsiz olsa da emtia piyasaları için önemli etkileri olacağı kesindir. Fosil

yakıt tüketiminin -özellikle kömür ve ham petrol- azalması beklenmektedir. Buna karşılık, yenilenebilir enerji kaynaklarının altyapısında önemli miktarda metal gerektiğinden metal ve mineral talebinde bir artış görülmesi muhtemeldir.

Tarım sektöründe ise biyoyakıt talebindeki artış, fiyatlar üzerinde yukarı yönlü baskı oluşturabilir.

Enerji dönüşümü, ağırlıklı olarak fosil yakıtı dayalı bir ekonomiden, büyük ölçüde sıfır karbonlu enerji kaynakları tarafından desteklenen bir ekonomiye geçişi ifade etmektedir. Böyle bir değişim, küresel ısınmayı ele almak ve Paris Anlaşması hedeflerine ulaşmak için gereklidir.

2000 ile 2019 yılları arasında yenilenebilir enerji üretimi yüzde 300 artarken, toplam enerji içindeki payı yüzde 5'ten 10'a, elektrik üretimindeki payı yüzde 18'den 26'ya yükselmiştir. Bu artışa rağmen, nükleer üretimdeki düşüş nedeniyle fosil yakıtların toplam enerji içindeki payı küresel düzeyde nispeten yatay seyretmiştir. Önemli zorluklar halen devam süregelmektedir ve iklim değişikliğinin en kötü sonuçlarından kaçınmak için daha fazla ilerlemeye ihtiyaç duyulmaktadır.

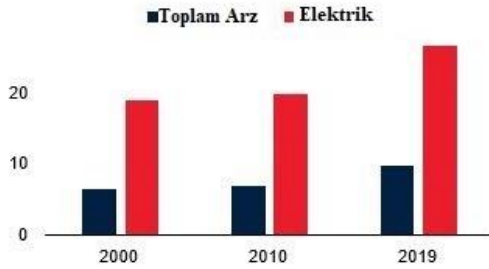
Dönüşümün hızına ilişkin beklentiler farklılık gösterse de enerji kaynaklarında dönüşümünün emtia talebinde önemli bir değişikliği tetikleyerek fosil yakıtlara, özellikle de kömüre olan talebin azalmasına ve yenilenebilir enerji altyapısı için gerekli metal ve minerallere olan talebin artmasına yol açacağı konusunda büyük bir fikir birliği gözükmektedir.

Politikalar, enerji dönüşümünde güçlü bir araçtır. Neredeyse tüm ülkeler Paris Anlaşması'na imza atmış, zaman çizelgeleri farklı olsa da 100'den fazla ülke net sıfır hedefleri belirleyerek ne adım atacıklarını planlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ve elektrikli araçlarla ilgili teknolojiler için yapılacak yatırımların, sübvansiyonlarla teşvik edilerek hızlandırılması doğru bir adım olacaktır.

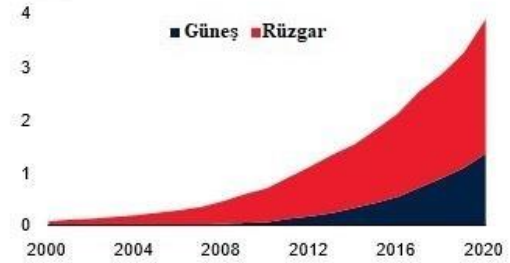


## Enerji Dönüşümü ve Nedenleri (%)

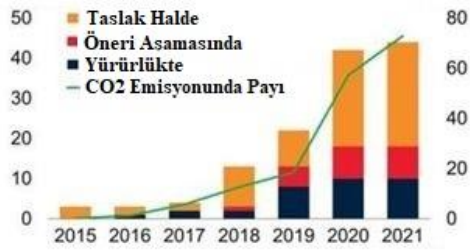
### A. Enerji Arzında Yenilenebilir Kaynakların Payı (%)



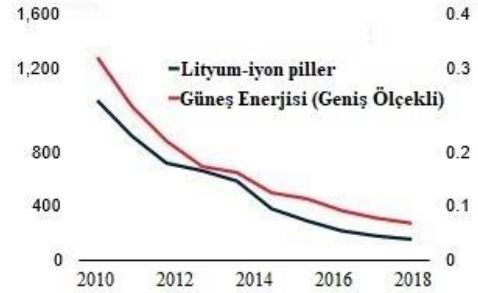
### B. Enerji Arzında Rüzgar ve Güneş Enerjisinin Payı (%)



### C. Sıfır Karbon Taahhütlerin Sayısı ve CO2 Emisyonu İçerisindeki Payı (%)



### D. Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretim ve Depolama Maliyeti (USD/kWh)



**Kaynak:** BP Statistical Review; International Energy Agency; IRENA; Our World in Data; World Bank

Son 20 yılda, güneş ve rüzgar enerjisindeki hızlı büyüme ile yenilenebilir enerjinin payı net bir şekilde artmıştır. Enerji dönüşümü, CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltmaya yönelik hükümet politikalarıyla birlikte hem elektrik üretimi hem de depolama açısından yenilenebilir enerji maliyetlerinde yaşanan keskin düşüşle desteklenmektedir.

Fosil yakıt üreticileri de dahil olmak üzere birçok özel sektör şirketi, genellikle yatırımcılardan gelen baskıya yanıt olarak sıfır karbon hedeflerini açıklamıştır.

Gelişen teknoloji ve üretim süreçleri, yenilenebilir enerji maliyetinde keskin bir düşüşe neden olmuştur. Şebeke ölçeğinde güneş enerjisi üretiminin fiyatı 2010 ile 2019 arasında yüzde 80 düşerken, karadaki rüzgar enerjisi üretiminin fiyatı yaklaşık yüzde 40 düşmüştür.

Sonuç olarak, güneş ve rüzgâr enerjisi şu anda Çin, Hindistan ve ABD de dahil olmak üzere dünyanın birçok yerinde en düşük maliyetli yeni elektrik kaynakları olarak gözükmektedir. Önümüzdeki beş yıl içerisinde kurulu kapasitenin hızla artması, teknolojik gelişmelerle birlikte maliyetlerin düşmeye devam etmesi ve yenilenebilir kaynakların geleneksel fosil yakıtlara karşı rekabet gücünün daha da artması beklenmektedir. Yeni depolama teknolojilerinin geliştirilmesi de dahil olmak üzere enerji depolama maliyetlerinin düşürülmesi, enerji üretiminde yenilenebilir kaynakların artan payında kritik etkiye sahip olacaktır. Düşük maliyetli lityum iyon pillerin süregelen gelişimi, hızla büyüyen elektrikli araç endüstrisinin ihtiyaçları tarafından yönlendirilmektedir. 2020 yılında geleneksel arabaların satışları düşerken elektrikli araçların satışları yüzde 20 artmıştır. Depolama maliyetleri düştükçe ve pil menzilleri arttıkça, elektrikli araç satışlarının hızlanması beklenmektedir.

### ***Net sıfır karbon emisyonuna geçişin zorlukları nelerdir?***

Dünya ekonomisi son 30 yılda büyümesini sürdürürken karbon yoğunluğu azalmıştır ancak toplam emisyon miktarı yine de yükselmeye devam etmiştir. Burdan yola çıkarak sıfır karbona geçişin sağlanmasında çeşitli zorlukların mevcut olduğunu anlayabiliriz.

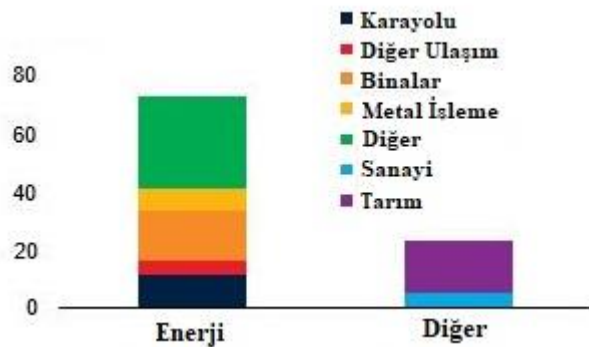
**Yetersiz Yatırım:** Fosil yakıt üretimine yapılan yatırım, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artışından daha hızlı şekilde azalır, enerji açığı sorunuyla karşılaşabiliriz. Petrol ve gaz üretimine yapılan yatırım, şu anda Uluslararası Enerji Ajansı'nın net-sıfır geçişi senaryosu ile büyük ölçüde uyumlu bir seviyede görünmektedir. Buna karşın düşük karbon teknolojilerine yapılan yatırım şu anda olması gerekenin yaklaşık olarak üçte biri kadardır. Beklenmedik şekilde yükselen enerji fiyatları veya arz kesintileri, enerji kaynaklarında yaşanan dönüşüme yönelik siyasi desteği zayıflatabilir.

**Rezervler ve Atıl Varlıklar:** Yenilenebilir enerji kaynakları giderek en düşük maliyetli kaynaklar olurken, önemli fosil yakıt rezervleri atıl kalmakta ve bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde (özellikle enerjiye erişimin sınırlı olduğu düşük gelirli ülkeler), enerji talebinin

artmaya devam etmesi beklenirken özellikle önemli yerel fosil yakıt rezervlerine sahip olan ülkelerin fosil yakıtları kullanmaya devam edebileceği düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji aynı zamanda kesinti ve mevsimsellik sorunuyla da karşı karşıyadır.

Birçok enerji kullanım alanının karbondan arındırılması, karayolu seyahati ve elektrik üretiminden daha zor olacak ve bu endüstrilerde net sıfır hedefine ulaşmak, biyoyakıtlar ve hidrojen kullanımı da dahil olmak üzere önemli teknolojik gelişmeleri gerektirecektir.

#### Sektörel Bazda Küresel Karbon Emisyonu Payı Yıldaki Seyri (%)



**Kaynak:** International Energy Agency

Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili kayda değer sorunlardan birisi yaşanan kesintilerdir. Elektrik üretimi hava durumuna, saate ve mevsime bağlı olarak dalgalanabilir. Örneğin güneş panelleri hava güneşliken, gündüz ve yaz aylarında daha fazla enerji üretmektedir. Mevcut durumda yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, üretim düştüğünde depolama veya yedek üretim gerektirmektedir. Yenilenebilir enerji giderek yaygınlaştıkça, Kaliforniya gibi güneş enerjisi kapasitesine sahip bölgelerde görüldüğü üzere kesinti sorunu daha akut hale gelmektedir.

Doğal gaz, yedek elektrik üretimi için yöntem sağlamaktadır ve bu nedenle, birçok ülkede kuraklık ve düşük rüzgâr hızı nedeniyle yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin azaldığı 2021'de kullanılmıştır. Bununla birlikte, doğal gaz hala CO2

emisyonuna sebep olmaktadır, bu nedenle düşük karbonlu yedek güç kaynaklarına ihtiyaç duyulacaktır.

Büyük ölçekli iyileştirilmiş elektrik depolama yöntemleri, kesintili arz sorununa yardımcı olabilir. Elektrik talebinin arzla senkronize edilmesine yönelik önlemler kritik önem taşımaktadır. Örneğin, güneş enerjisi üretimi yazın zirvede ve kışın en düşük seviyede, rüzgâr üretimi kışın daha yüksek, yazın ise daha düşük olma eğilimindedir. İletim hatları da dahil olmak üzere bölgeler ve ülkeler arasında elektrik piyasalarının entegrasyonu, yenilenebilir kaynaklardan üretimin dengelenmesine yardımcı olabilir.

Geleneksel enerji kaynaklarına yönelik sübvansiyonlar, son yıllarda azaltılmaya çalışılsa da yine de yüksek seviyede seyretmektedir. 2021 yılında yükselen enerji fiyatlarına karşılık hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomilerde birçok hükümet, yükselen doğal gaz ve kömür maliyetlerinin tüketicilere yansımalarını önlemek için sübvansiyonları yeniden uygulamaya koymuş veya tavan fiyat uygulamasına geçmiştir. Sübvansiyonlar fosil yakıtları daha ucuz hale getirdiği ölçüde, enerji kaynaklarının dönüşüm süreci gecikmeye devam edecektir.

Sıfır karbonlu elektriğe ve karayolu taşımacılığına geçiş teknolojisi geniş çapta mevcut olsa dahi karbon emisyonlarının üçte biri, fosil yakıtların ekonomik olarak uygulanabilir bir alternatifinin olmadığı sektörlerden gelmektedir. Bu sektörler arasında deniz taşımacılığı, hava taşımacılığı, metal rafine ve tarım sektörleri yer almaktadır. Nakliye ve hava taşımacılığında ham petrol bazlı yakıtların elektrik gücüyle değiştirilmesi, yolculukların uzunluğu ve araçların boyutu nedeniyle şu anda bir seçenek değildir. Metallerin, özellikle de çeliğin rafine edilmesi de dahil olmak üzere birçok endüstriyel süreç, karbon yoğun sektörlerdir. Demir cevherinin eritilerek çeliğe dönüştürülmesinde taş kömürü kullanılmaktadır ve küresel emisyonların yaklaşık yüzde 7'sini oluşturmaktadır.

**Tarımsal Emisyonlar:** Tarımdan kaynaklı sera gazı emisyonları oldukça karmaşıktır. Tarımsal aktiviteler, gelişmiş ekonomilerde sermaye ve enerji yoğun olma eğilimindeyken, gelişmekte olan ekonomiler tipik olarak daha fazla emek yoğunudur. Tarımsal aktiviteler ayrıca enerji dışı sera gazı emisyonları da üretmektedir. Euro bölgesi, Hollanda ve Belçika başta olmak üzere, küçük arazilerde çok yoğun tarımsal aktivite, enerjinin ısıtma ve aydınlatma için kullanılan enerji yoğunluğu ile öne çıkmaktadır. Buna karşılık, güney ülkeleri güneşe daha fazla güvendikleri için çok daha düşük enerji yoğunluğuna sahiptir.

## ***Enerji kaynaklarının dönüşümünün ne kadar hızlı gerçekleşmesi bekleniyor?***

Enerji kaynaklarında dönüşümünün zamanlaması belirsizdir, hükümetlerin yaklaşımı ve teknolojik değişimin hızına bağlıdır. Hem endüstri hem de uluslararası kuruluşlar tarafından çeşitli senaryolar geliştirilmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı, iki senaryo öngörmektedir; birincisi, mevcut hükümet politikalarını içeren ancak ek ilerleme içermeyen senaryodur. İkinci senaryo, yenilenebilir üretim, depolama ve karbon yakalamada önemli teknolojik gelişmelerin yanı sıra hükümetler tarafından önemli politika değişikliklerinin varsayıldığı ve ısınmayı 1,5 derece ile sınırlayacak hızlı bir enerji geçişiyle sonuçlanan net sıfır emisyon senaryosudur.

Enerji kaynaklarının dönüşümü, enerji talebinde önemli değişikliklere neden olacaktır. Kömür ve ham petrol ilk düşüşe geçen ve en sert düşüşleri görecektir. Doğal gazla olan talep yükselmeye devam edebilir. Yenilenebilir kaynaklar ve biyoyakıtlar çok hızlı şekilde büyürken, nükleer enerjide büyüme sınırlı kalacaktır. Yenilenebilir teknolojiler metal yoğun olduğu için metallerin talebin keskin bir şekilde artması muhtemeldir.

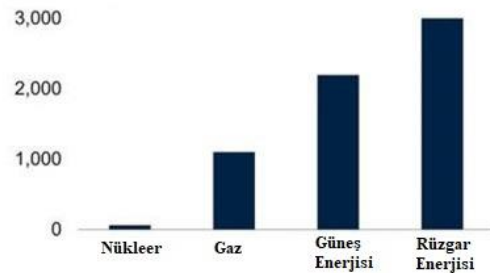
Net-sıfır karbon senaryosu, hız ve büyüklük açısından farklılık gösterir. Senaryoya göre 2050 yılına kadar kömür kullanımı yaklaşık yüzde 80 oranında düşerken, petrol kullanımı yüzde 50 oranında azalacaktır.

### **Enerji Dönüşümünün Hızı ve Etkileri**

**A. Farklı Senaryolara Göre 2050 Yılına Kadar Enerji Talebi Artışı (%)**



**B. Elektrik Üretiminde Bakır Kullanımı (kg/megawatt)**



**Kaynak:** *International Energy Agency; World Bank (2017)*

Önümüzdeki on yıl boyunca doğal gaz platolarının hızla azalması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına baktığımızda, yenilenebilir enerji kaynaklarının önümüzdeki 30 yılda dört kattan fazla artması; güneş enerjisindeki büyümenin rüzgâr enerjisindeki büyümeyi kabaca ikiye katlaması öngörülmektedir. Benzer şekilde, biyoyakıt kullanımının da 2050 yılına kadar beş kat artması bekleniyor. Nükleer enerjide ise yüzde 70'lik bir kısmı bir artış tahmin edilmektedir..

Senaryo veya tahminlerden bağımsız olarak, bazı noktalar kesin gözükmemektedir. Kömür kullanımının artması olası görülmezken, hızlı bir düşüş göstermeye dahi başlayabilir. Petrol talebi genel olarak yatay bir seyir izlemektedir ve kömüre kıyasla yavaş olsa dahi düşmeye başlaması öngörülmektedir. Doğal gaz talebinin ise en azından önümüzdeki on yılda güçlü kalmaya devam edeceği öngörülmektedir.

***Enerji kaynaklarının dönüşümü emtia talebini nasıl etkileyecek?***

**Enerji Kaynakları için Genel Görünüm:** Yenilenebilir enerji kaynaklarının rekabet gücünün artması sebebiyle başta kömür olmak üzere fosil yakıt tüketiminin azalması bekleniyor. Elektrikli araçların artan kullanımının petrol talebini azaltacağı öngörülmektedir. Ancak petrokimya ve gübre üretimi gibi endüstriyel kullanımlar için fosil yakıtlara olan talebin devam etmesi beklenmektedir.

Enerji kaynaklarının dönüşümü, fosil yakıtların üretimi ve fiyatları üzerinde büyük belirsizlik yaratmaktadır. Fosil yakıtların üretimi (özellikle doğal gaz ve ham petrol), sadece mevcut üretim seviyelerini korumak için dahi arama ve sondaj faaliyetlerinde önemli yatırımlar gerektirmektedir. Fosil yakıtlara olan talep düşse bile, yine de önemli miktarda yeni yatırıma ihtiyaç duyulacaktır. Yüksek maliyetli üreticiler, üretimi ilk kısıtlayanlar olacağı tahmin edilirken geriye kalan üreticiler muhtemelen en düşük üretim maliyetine sahip olanlar olacaktır.

**Metaller için Genel Görünüm:** Fosil yakıtların aksine, belirli metaller ve minerallere olan talebin sıfır karbonlu bir geleceğe geçişten pozitif etkilenmesi muhtemeldir. Düşük karbonlu teknoloji, genel olarak fosil yakıt enerjisinden daha fazla metal yoğunudur. Düşük karbonlu bir gelecek için ihtiyaç duyulan temel metaller; alüminyum, krom, kobalt, bakır, demir cevheri ve çelik, lityum, manganez, molibden, nikel, platin grubu metaller, kadmiyum, indiyum ve neodimyum, gümüş, titanyum ve çinkodur. Günümüzde güneş enerjisiyle elektrik üretimi, doğal gazdan iki kat daha fazla bakır gerektirirken, rüzgâr enerjisiyle elektrik üretimi üç kat daha fazla bakır

gerektirmektedir. Aynı durum elektrikli araçlar için de geçerlidir. Geleneksel bir içten yanmalı motorlu arabada yaklaşık 20 kg bakır kullanılırken, elektrikli araçlar için dört kat daha fazla bakır gerekmektedir.

**Tarım için Genel Görünüm:** Tarım ürünleri için enerji dönüşümünün ana etkisinin, biyoyakıtlara artan talep üzerinden görülmesi beklenmektedir. Öngörülen senaryolarda elektriğin ham petrol için uygun bir ikame olmadığı durumlarda biyoyakıt tüketiminde keskin bir artış öngörülmektedir. Biyoyakıtlar için ana ürünler mısır (ABD), şeker kamışı (Brezilya) ve kanola, palmiye (Avrupa Birliği) gibi bitkisel yağlardır. Biyoyakıtlar şu anda gıda ürünlerine tahsis edilen toplam arazinin yaklaşık yüzde 4'ünü oluşturmaktadır. Bununla birlikte, hızlı geçiş senaryoları, üretimde dört kat artış öngörmektedir. Bu durum da arazinin gıda ürünlerinden büyük ölçüde sapmasını temsil etmektedir. Ek olarak, biyoyakıtların net çevresel faydaları, mahsulleri üretmek ve işlemek için gereken enerji ile sınırlıdır. Bu baskıyı azaltmak için tarımsal verimde önemli bir artış veya mahsul atığı veya alglerden yapılan gelişmiş biyoyakıtların geliştirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliği tarımsal üretimi de etkileyebilir. Örneğin, sıcaklık ve yağış değişiklikleri mahsul verimini etkiler ve geniş alanları tarımsal aktiviteye uygunsuz hale getirebilir.

### Detaylı bilgi için

<https://www.worldbank.org/en/research/publication/commodity-markets>