

21 ŞUBAT 2022

YIL 3 SAYI 16

SYNERGY

BİLKENT ENERJİ POLİTİKALARI ARAŞTIRMA MERKEZİ BÜLTENİ

BOTAŞ Ne Anlama Geliyor Ya Da Gelmeli?

06 08 10

ENERJİ KRİZLERİNİN
KARANLIK
TARAFLARI

AFRİKA'NIN
ENERJİ
PARADOKSU

"PİK PETROL"
TERİMİ

Bu sayımızda...

04 BOTAŞ Ne Anlama Geliyor Ya Da Gelmeli?

BOTAŞ, Türkiye Cumhuriyeti ile Irak Cumhuriyeti Hükümetleri arasında 27 Ağustos 1973 tarihinde imzalanan Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması çerçevesinde Irak ham petrolünün İskenderun Körfezi'ne taşınmasını gerçekleştirmek üzere 15 Ağustos 1974 tarihinde kurulmuştur...

06 Enerji Krizlerinin Karanlık Tarafları

Kriz gibi büyük olaylar sırasında, uzmanlar ve anlatıları daha çok yer bulur ve kamuyu geniş anlamda bilgilendirir. Daha sonra bilgilendirilmiş bir tartışma başlar ve iyi politikalarla sonuçlanır. Bu teori. Gerçek daha farklı olamaz. İşte bu gerçeklik, enerji krizlerinin karanlık yüzüdür...

08 Afrika'nın Enerji Paradoksu

Afrika çoğu zaman birçok zorlukla beraber dile getirilse de yenilenebilir enerji kaynakları bakımından çeşitliliğe sahip bir kıtadır. Güneş ışınlarının yeryüzüne dik açı ile ulaşması nedeniyle Afrika'da güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir...

10 "Pik Petrol" Terimi

Dünyanın yenilenebilir enerjiye geçişinde Paris İklim Anlaşmasının hedefi olan karbon emisyonlarını azaltma ve dünyanın sıcaklık artışını 1.5°C derece ile sınırlandırma önemli bir yer oynasa da bu geçişin arkasında bir sebep daha olabilir: Fosil yakıtların tükenmesi ihtimali...

12 Nükleer Reaktör Kazaları

"Nükleer" kelimesi İngilizce'de farklı anlamlarda kullanılabilir, örneğin fizikte atomun çekirdeği ile ilgili bir şeyi anlatmak veya günlük hayatta bir aile tipini anlatmak için. Kelimenin bağlamı ne olursa olsun, insanların kelimeyi duyduklarında temkinli olduklarını gözlemleyebiliriz...

EDİTÖR:

GÖKBERK BİLGİN

İLETİŞİM: gokberk.bilgin@bilkent.edu.tr

HAKKIMIZDA



Enerji Politikaları Araştırma Merkezi

Synergy, gönüllü yazarlar tarafından bilkenteprc.com'da yayınlanan haftalık çevrim içi bir bültendir. Okuyucularımızdan gelen geri bildirimleri memnuniyetle karşılıyoruz. Lütfen görüşlerinizi eeeps@bilkent.edu.tr adresine gönderiniz. Yayın Kurulu bildirimleri gözden geçirecek ve yer izin verdiği ölçüde paylaşacaktır. Bu bültenin içeriğinde yayınlanan yazılar tamamen yazarın sorumluluğundadır. Bilkent Enerji Politikaları Araştırma Merkezi'nin veya üyelerinden herhangi birinin görüşlerini yansıtmayabilir.

BRENT PETROL

91.27 \$/VARİL

BENZİN

15.24 ₺/LT

USD/TRY

13.63

DİZEL

15.60 ₺/LT

EUR/TRY

15.49

FUEL OIL

11.72

BOTAŞ Ne Anlama Geliyor Ya Da Gelmeli?

Sohbet Karbuz



BOTAŞ, Türkiye Cumhuriyeti ile Irak Cumhuriyeti Hükümetleri arasında 27 Ağustos 1973 tarihinde imzalanan Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması çerçevesinde Irak ham petrolünün İskenderun Körfezi'ne taşınmasını gerçekleştirmek üzere 15 Ağustos 1974 tarihinde kurulmuştur. Başlangıçta sadece boru hatları ile petrol taşımacılığı yapan BOTAŞ, ülkemizin artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla 1986 yılından itibaren doğal gazın ticareti ve taşımacılığı ile ilgili faaliyetlerine de başlamıştır.

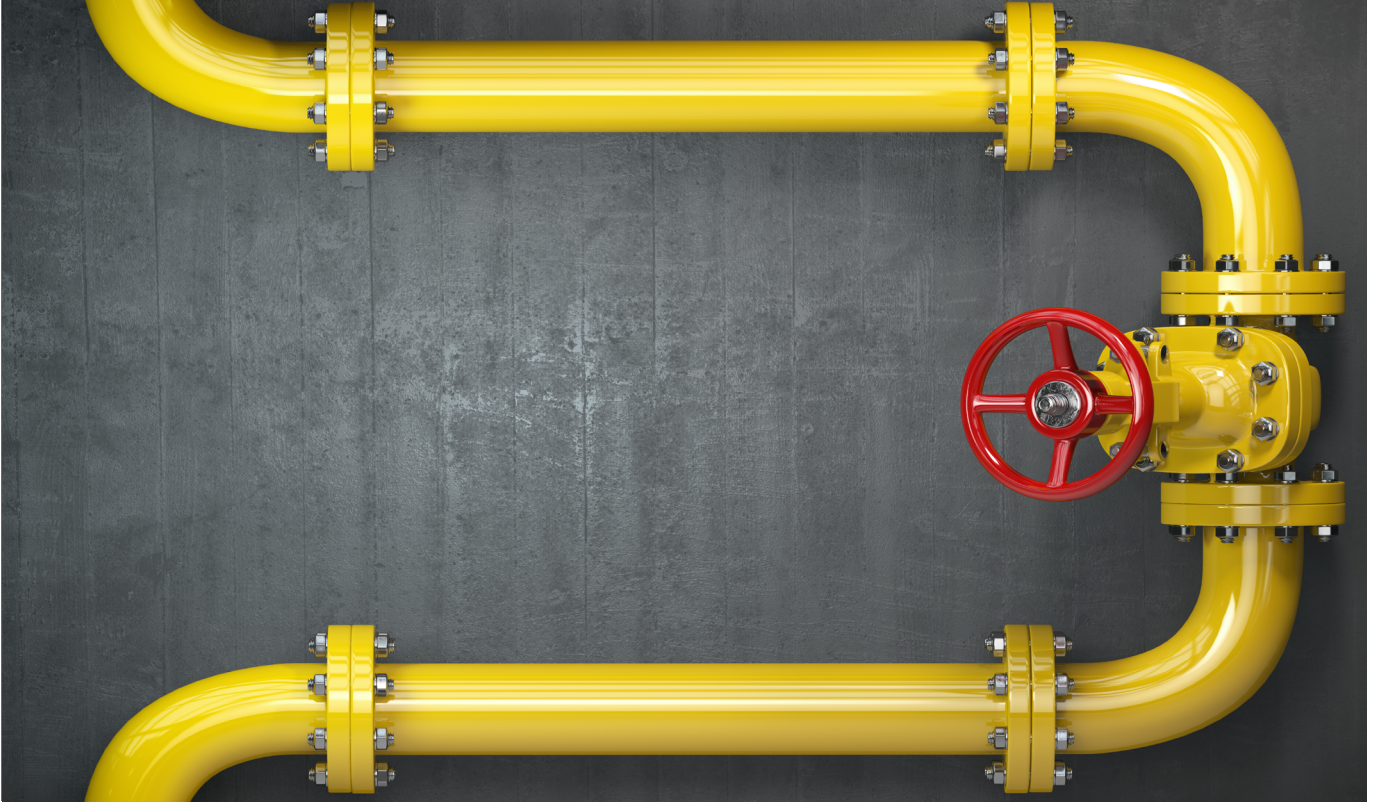
BOTAŞ halihazırda aşağıdaki faaliyetleri yürütmektedir.

1. Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı İşletmeciliği
2. LNG/FSRU Terminali İşletmeciliği
3. Liman Hizmetleri
4. Petrol ve Doğal Gaz Boru Hatları, Kompresör İstasyonları ile İlgili Projelendirme, Mühendislik, Arazi Etüt, Kamulaştırma ve Yapım İşleri
5. Doğal Gaz ve LNG Ticareti
6. Doğal Gaz ve LNG Depolama Faaliyetleri

7. Uluslararası Doğal Gaz ve Petrol Taşıma Projeleri

18 Nisan 2001 tarihli ve 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunundan 10 yıl sonra doğal gaz piyasasının serbestleştirilmesi ve sektörde kamunun rolünün küçültülerek özel sektörün inisiyatifinin artırılması gündeme gelmiştir. Bu bağlamda BOTAŞ'ın yeniden yapılandırılması ve özelleştirilmesinin önünün açılması da öngörülmüştür. Yeniden yapılandırma sürecinde BOTAŞ'ın iletim faaliyeti, LNG tesislerinin işletilmesi ile depolama faaliyetleri ve diğer faaliyetleri gerçekleştirmek üzere üçe bölünmesi öne sürülmüş ancak BOTAŞ isminde bir değişiklik düşünülmemiştir.

Aradan bir 10 yıl daha geçtikten sonra BOTAŞ'ın yeniden yapılanması geçen sene tekrar gündeme geldi. Ana hatlarıyla işletim ve ticaret konularında faaliyet gösteren farklı şirketler kurulacağına ilişkin haberlerde de BOTAŞ'ın ismi konusunda herhangi bir değişiklikten bahsedilmemiştir.



BOTAŞ'ın açılımı nedir? Bu soruya herhalde birçok kişi düşünmeden Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. diyemeyecektir. Birçok faaliyet alanı olan BOTAŞ'ın boru hatları ile petrol taşıma faaliyetinin toplam faaliyetleri içindeki payı nedir sorusuna 125 Megabyte büyüklüğündeki 2020 faaliyet raporuna baktığımızda cevap bulamayız. Ancak şu var ki BOTAŞ deyince birçoğumuzun aklına doğal gaz geliyor. Bunun en önemli nedeni herhalde BOTAŞ'ın doğal gaz satışlarının Türkiye doğal gaz tüketimindeki payının %87 olmasıdır. Boru gazı ve LNG ithalatında da BOTAŞ'ın payı benzer şekilde çok yüksektir.

Uluslararası piyasalarda da BOTAŞ denilince aklına hemen doğal gaz geliyor. Bunun temel nedeni Türkiye'nin büyük bir gaz pazarı olmasından ziyade, dünya doğal gaz ve LNG ticaretinde son yıllarda ilk 10 da yer almasıdır. LNG ticaretinde özellikle spot LNG ticaretinde Türkiye'nin adının gittikçe öne çıkması yadsınamaz bir gerçek. Örneğin geçtiğimiz Aralık ayında Türkiye, İngiltere ve Güney Kore'nin

ardından dünya çapında en çok Amerikan LNG ithal eden üçüncü ülkeydi. Türkiye denince de akla ilk gelen kurum, BOTAŞ yani Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.

Uluslararası dev şirketlerin bile faaliyetlerindeki değişime paralel olarak isim değişikliğine gittiği bir dönemde BOTAŞ'ın da artık yeni bir isim altında yapılanması gerekmez mi? Ayrıca dünya LNG ticaretinde üst sıralarda yer alan BOTAŞ'ın uluslararası bir oyuncu olmasının gereği olarak LNG ithalatıyla sınırlı kalmayıp alım satım yani ticaret işine soyunması gerekmez mi? Veya en azından JERA ve EDF Trading Limited'in yaptığı gibi LNG optimizasyonu ve ticareti konusunda piyasanın önde gelen şirketleriyle gücünü birleştirmesi gerekmez mi? Bir sonraki aşama olarak halka açık hale gelse daha da güçlenmez mi? Bu soruların cevaplarını zaman bize gösterecek ancak şimdiden beyin fırtınası yapmak faydalı olabilir.

Enerji Krizlerinin Karanlık Tarafları

Bariş Sanlı



Kriz gibi büyük olaylar sırasında, uzmanlar ve anlatıları daha çok yer bulur ve kamuyu geniş anlamda bilgilendirir. Daha sonra bilgilendirilmiş bir tartışma başlar ve iyi politikalarla sonuçlanır. Bu teori. Gerçek daha farklı olamaz. İşte bu gerçeklik, enerji krizlerinin karanlık yüzüdür.

Genel olarak, enerji krizi daha da kutuplaşmış bir siyasi tartışma yaratır. Nixon'ın fiyat kontrolleri 73-74 krizi için serbest piyasa lehine sonuçlanmadı. Kamu baskısını yatıştırmak için yapılan müdahaleler 79-80 krizine ortamı iyileştirmede. Bu süre zarfında çevresel hareketler büyümeyi, maddi büyümeyi ve nüfus artışını sona erdirmeye çağrısında bulundu. Başkanlar çoğunlukla bu fikirlerin önünü kontrollü bir şekilde açtı. Ancak seçimlerin kazananları kamuyu dinleyenler değil, neoliberalerdi.

Bu çok kafa karıştırıcı. Çünkü politikacılar halkın (ya da halkın hakim seslerinin), medyanın ve muhalefetin yapmasını istediği her şeyi yapmaya çalıştılar. Öte yandan bilgili, bilimsel tartışmalardan çıkarılan vizyonlar, seçmenlerin

çoğunluğu tarafından sandıklarda kabul görmemiştir. Seçmenler sandıklarda daha realist oluyorlar.

Çok önemli bir parametre ise, tüm tüketiciler için satın alma gücü kaybıdır. Enflasyon gizli bir şekilde vergilendirmedir. Fakat kazananlar da büyük kazanıyor. 70'lerde olduğu gibi, traderlar da şirketler gibi çok şey kazandı. O zamanki çevresel itme ve şimdi net sıfır politikaları, fosil yakıtlar sektörünün, -Tellurian Şefi Charif Souki'nin sözleriyle- "utanç verici derecede yüksek" bir kar elde etmelerine sebep oldu. 70'lerde ticaret evlerinin ve Marc Rich'in yükselişini görüyoruz. Aşırı kar elde ettiler ve ilginç bir üçüncü dünya vizyonunu finanse ettiler.

Madencilik şirketleri farklı değil. ESG sınırlamaları nedeniyle madencilik giderek daha karlı hale geldi. Madenler her yerde eşit dağılmadığından, ancak belirli coğrafyalarda belirli malzemeler için kazabilirsiniz. Eğer bu rezerv noktalarının bir kısmı ev sahibi ülkelerin ESG endişeleri nedeniyle sınırlıysa, geri kalan coğrafyalar daha karlı olacaktır,



kutuplar dahil. Bu hafta dünyanın uzak bölgelerindeki madencilik şirketlerinin, hatta petrol şirketlerinin üzerinde, rekor karlar açıkladığını göreceğiz.

Peki ne oluyor? Teori iyi niyetle yazılmıştır. Ancak gıdaların yanı sıra enerji ve emtia enflasyonuna bağlı satın alma gücü kaybı, bilgilendirilmiş tartışmadan çok, kısır yakın dönemli bir politik tartışma yaratıyor. Enerji ve madencilik karmaşık konulardır. Gazeteciler büyük resmi kolayca göremiyorlar, bu yüzden özel seçilmiş sayılarla politik anlatıları tercih ediyorlar. Bu nedenle, kereste kıtlığı sırasında, yeni malzemelere geçmek yerine, kamu daha fazla ağaç dikimi için demiryolu şirketlerine baskı yaptı. Ama işe yaramadı.

Diğer konu ise politikaların ansızın ve tam ters olarak nasıl değiştiğiyle ilgili. Satın alma gücü kaybı işçi hareketini artırıyor. Haklı oldukları bir nokta var ve haklılar. En düşük gelir düzeyi en kötü etkilenen gelir grubudur. Bir endişeyle grev yapıyorlar. Ancak yeşil-devletçi gündemin neoliberal-fosil gündemini güçlendirmesi gibi, işçilerin yükselişi de

sendikacılık karşıtı politikaları artırıyor. Böyle bir örnek Thatcher'ın kömür işçileriyle mücadelesinde görülebilir.

Bu sefer bir de ek var. İşverenlerin emrinde otomasyon ve yapay zeka var. Bu, dronlar veya otomatik sürüş ile daha da genişleyebilir. İşçi grevleri inovasyon hızını artırabilir. Daron Acemoğlu'na göre otomasyon zaten birçok işin yerini aldı. Neden daha da almasın?

Bir enerji geçişinin başına gelebilecek en kötü şey, tıpkı Columbia SIPA'dan Jason Bordoff'un bir röportajda bahsettiği gibi darmaduman bir geçiştir. Halkın desteğini kaybedebilirsiniz. Otomasyon ayrı bir tehlikedir. En sağlıksız olanı ise, çok daha kötü dengelere yol açan sözde bilgilendirilmiş tartışmadır. Geçmişte, kalabalıkların bilgeliği değil çılgınlığı enerji krizi tartışmalarında sahnede idi. Ama neyse ki bu nesil farklı.

Afrika'nın Enerji Paradoksu

F. Yaren Öztürk



Afrika çoğu zaman birçok zorlukla beraber dile getirilse de yenilenebilir enerji kaynakları bakımından çeşitliliğe sahip bir kıtadır. Güneş ışınlarının yeryüzüne dik açı ile ulaşması nedeniyle Afrika'da güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir. Kuzey Afrika ve Doğru Afrika'nın yüksek rüzgâr potansiyeli ise rüzgâr enerjisinden faydalanmak için büyük bir imkan sağlıyor. Aynı zamanda sahip olduğu geniş nehir havzaları sayesinde hidroelektrik enerjisi için de önemli bir potansiyel barındırıyor. Barındırdığı yenilenebilir enerji potansiyeli bütün kıtanın enerji tüketiminden daha büyüktür. Özellikle Kuzey Afrika ve Sahra Çölü'nde bulunan enerji kaynakları dünyadaki en büyük enerji kaynakları arasında sayılıyor. Sahra Çölü'nün yüzeyine ulaşan güneş ışınları ile tüm dünyanın enerji ihtiyacını karşılamak mümkün. Sahra Çölü'ne yerleştirilen bir güneş paneli Almanya'nın herhangi bir bölgesine yerleştirilen 3 güneş panelinin ürettiği elektrikten daha fazla elektrik üretiyor. Böylesine büyük bir enerji potansiyeline sahip Afrika'nın enerji ve ekonomi alanlarında gelişmesi gerekirken Afrika hala enerjiye erişimin kısıtlı olduğu yoksul bir hayat sürüyor.

Sahra Altı Afrika'da yaşayan yaklaşık 600 milyon insanın günümüzde elektriğe erişimi yok, 900 milyon insanın ise temiz bir şekilde yemek pişirme imkanı bulunmuyor. 2022 yılında dünyada yaşanan diğer problemlerle kıyaslandığında Afrika kıtasındaki bu durum gerçekleri acı bir şekilde ortaya koyuyor. Temel sosyoekonomik ihtiyaçlar arasında olan elektrik ve temiz bir şekilde yemek pişirme imkanlarına

erişimin kısıtlı olması, Afrika'daki geri kalmışlığın en belirgin sebeplerinden sayılabilir. Kıtadaki yenilenebilir enerji potansiyelinin bu problemlerden üstesinden gelmesi beklenirken Afrikatamanlamıyla birenerji paradoksuyaşıyor. Enerji sektöründe büyük bir ilerleme gösterilememesinin başlıca sebepleri arasında Afrika'daki siyasi ve politik engeller yer alıyor. Düzensiz hükümetler, politikadaki belirsizlikler ve siyasi yolsuzluklar enerji politikalarına gerekli önemin verilememesine sebep olmuştur. Altyapı kaynaklarındaki yetersizlikler ve şebekelerdeki eksiklikler durumu daha da kötü hale getirmiştir. Finansal kaynakların azlığı ve kentsel planlamadaki eksiklikler ise gelişmenin önündeki önemli engellerdendir. Afrika'daki belediyelerin çoğu hiçbir zaman yeterli finansal kaynaklara sahip olamamıştır. Hükümetlerin yaşadığı maddi sıkıntılar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları için gereken kamu desteğini bulmak da oldukça zordur.

Afrika kıtasının nüfusu dünyadaki insan nüfusunun yaklaşık %17'sini oluşturuyor. Buna karşılık Afrika kıtası dünyadaki enerji kaynağı yatırımının sadece %4'ünü elinde bulunduruyor. Bu noktada Afrika'nın yenilenebilir enerji potansiyelini tam olarak kullanmak ve elektriğe erişimi kısıtlı olan halkın enerji problemini çözmek için yatırımcılara gereksinimi vardır. Geçmişte yaşanan yolsuzluklardan ve risklerden kaynaklı olarak Afrika'ya yatırım yapmakta çekimser olan yabancı yatırımcıların sayısı az değildir. Yatırımcıların çekimserliğinin giderilmesi için Afrika'daki



hükümetlerin daha şeffaf ve sürdürülebilir politikalar izlemeleri gerekmektedir. Enerji politikalarını güçlendirerek elektrik ve enerji sübvansiyonlarına odaklanan reformlar yapmaları da yatırım elde etmeleri için önem taşımaktadır. Enerjinin güvenilir bir şekilde dağıtılması için sistemlerin belirlenmesi, enerji altyapısının ve kentsel politikaların iyileştirilmesi için Afrika'ya yatırımlar yapılmalıdır. Çok uluslu finans kuruluşları ve yabancı kamu yatırımcıları, Afrika'daki enerji probleminin çözülmesi için bu yatırımlara önem göstererek daha çok yatırımcının teşvik edilmesine önayak olabilirler. Diğer bir nokta ise Afrika'da yenilenebilir enerji kullanımının toplumsal ve ekonomik anlamda neleri değiştireceğinin farkına varan, değerini kavrayan bir toplumun oluşması gerektiğidir. Bu ne çok uluslu finans kuruluşlarının ne de yatırımcıların halka kazandırabileceği bir bakış açısidir. Afrikalı halkların ve hükümetlerin kendilerinin fark edip benimsemeleri ve harekete geçmeleri bunu uygulanabilir kılmaktadır.

Birçok Afrika ülkesi, geçtiğimiz on yıl içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkelerinde teşvik edilmesi ve kullanımının artırılması için politikalar oluşturdu. Ruanda, Gana ve Etiyopya gibi ülkeler de dahil olmak üzere yenilenebilir enerji bağlamında önemli adımlar atıldı. Paris Anlaşması çerçevesinde 45 Afrika ülkesi Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılar (NDC'ler) kapsamında Afrika'da yenilenebilir enerji kullanımının arttırılması için hedefler belirledi. Senegal, Fas, Kenya ve Mısır dahil olmak üzere

birçok Afrika ülkesinde yenilenebilir enerjiye teşvik ve destek politikalarında artış yaşandı. Yaklaşık 102 milyon nüfusuyla Afrika'nın en kalabalık ülkelerinden biri olan Mısır, 2035 yılına kadar üretilen elektriğin %42'sini ülkedeki yenilenebilir enerji kaynaklarından üretmeyi hedeflediğini belirtti. Adını Nil Nehri'nin yakınındaki bir yerleşim yeri olan Benban'dan alan ve 41 enerji santraline sahip Benban güneş parkı Mısır gibi Afrika ülkelerinin hedeflerine ulaşmaya çalıştığının bir göstergesidir. Dünya üzerindeki en büyük 4. güneş enerjisi santrali olan Benban Güneş Parkı belli bir kısmı Dünya Bankası tarafından finanse edilmiş olup yaklaşık 4 milyar dolarlık bir projedir.

Dünya iklim krizinin etkilerini en aza indirmek, karbon salınımını azaltmak ve temiz enerji üretiminde daha gelişmiş yollar bulmak için çabalarırken Afrika kıtası farklı zorluklarla mücadele ediyor. Kıta nüfusunun yarısı enerji kaynaklarına erişim sıkıntısı yaşarken Lagos ve Kinşasa gibi mega şehirlerde bile halk sürekli elektrik kesintileriyle uğraşmak zorunda kalıyor. Geniş enerji kaynaklarına sahip bir kıta olmasına rağmen yerli halkın enerjiye erişim konusunda ciddi sıkıntılar yaşadığı bir gerçek. Son yıllarda ülkeler enerji kaynaklarına erişim sorununu çözmek adına ilerlemeler kaydetse de yeterli seviyeye halen gelinmiş değil. Yüksek oranda yenilenebilir enerji potansiyeline sahip Afrika'nın doğru politikalar ve yasal çerçeveler doğrultusunda gerekli yatırımları alması bu paradoksun çözümünde büyük bir rol oynayabilir.

"Pik Petrol" Terimi

Büşra Öztürk 

Dünyanın yenilenebilir enerjiye geçişinde Paris İklim Anlaşmasının hedefi olan karbon emisyonlarını azaltma ve dünyanın sıcaklık artışını 1.5°C derece ile sınırlandırma önemli bir yer oynasa da bu geçişin arkasında bir sebep daha olabilir: Fosil yakıtların tükenmesi ihtimali. Bu yazımda bu olasılığın gerçekliğini matematiksel kavramlarla açıklamak istiyorum. Daha sonra gerçekleşmesi durumunda neler yapılabileceği tartışılacaktır.

Fosil yakıtlar, milyonlarca yıldır toprağa gömülü fosilleşmiş bitki ve hayvan kalıntılarının bileşik karışımlarıdır. Kökenleri nedeniyle yüksek karbon içeriğine sahip olan fosil yakıtların oluşmaları on milyonlarca yıl gerektirir. Bu sebeple fosil yakıtlar yenilenemez enerji kaynakları olarak sınıflandırılmışlardır. Fosil enerjinin üç ana kaynağı vardır: petrol, kömür ve doğal gaz. Çoğumuzun bildiğinden bile daha fazla fosil yakıtlara güveniyoruz. Günlük hayatımızda kullandığımız her şey petrolden oluşur veya petrol içerir. Otomobiller, çelik, çimento, yollar, tarım makineleri, gıda, sağlık ürünleri, hatta ince bir petrol bazlı polietilen plastik tabakasıyla kaplanmış Starbucks kağıt bardakları, petrol

ürünlerinin sınırlı bir listesidir. Üretilen ürüne baktığımızda şimdiye kadar çok fazla petrol yaktık ve yakacağız. Petrol en çok kullandığımız ürün olduğu için fosil yakıtların tükenmesi ihtimalini petrol üzerinden değerlendirmeye devam edeceğim.

Alice Friedemann'ın notlarına göre, ucuz ve kolay petrol dönemi, geleneksel petrolün düzlükten çıktığı 2005 yılında sona erdi. Bu aynı zamanda bir petrol kuyusu sondajının işleme konması için sadece bir petrol rezervuarının keşfedilmesinin yeterli olmadığı anlamına gelir. Rezervuarlar, sistem üzerine kurulduğunda ekonomik kazanç getirip getirmeyecekleri dikkate alınarak değerlendirilir. Yine Friedemann, bundan sonra petrol elde etmenin maliyetinin ve zorluğunun artacağını belirtiyor. Jeolojik ve mühendislik verilerinin mevcut ekonomik ve işletme koşulları altında makul bir kesinlikle analizine göre, kanıtlanmış toplam dünya petrol rezervlerinin 1,6 trilyon varilin biraz üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Worldometer, British Petroleum (BP) ve Energy Information Administration (EIA) kaynaklarına dayanarak dünyada ne kadar petrol kaldığını



da canlı bir şekilde gösteriyor. Bu nedenle, sıkı bir keşif yapılmadıkça, petrolün sonlu bir enerji kaynağı olduğu konusunda hemfikir olabiliriz. (Ya da muhtemelen, petrolün sonlu olduğunu varsayalım.)

Matematikte, gerçek bir dizi $\langle x_n \rangle$, değer kümesi gerçek sayılar kümesi olan bir dizidir. $\langle x_n \rangle$, ancak ve ancak, doğal sayıların ögeleri olan her i için $m \leq x_i$ ve $x_i \leq M$ olacak şekilde m ve M ögeleri varsa sınırlı olarak adlandırılır. Burada x_i bir yılda dünyadaki toplam petrol rezervuar büyüklüğünü, i yılı gösterebilir ve $\langle x_n \rangle$ petrol rezervuar büyüklüklerinin bir dizisi olsun. Petrolün sonlu ve somut bir enerji kaynağı olduğunu varsaydığımız için $\langle x_n \rangle$ sıfır petrol miktarı ve maksimum petrol miktarı ile sınırlıdır. Dizilerin elemanlarını sıralayalım ve onları bir T kümesi yerleştirelim. Bir teorem, sıralı, boş olmayan ve sınırlı bir T kümesinin her zaman bir maksimal (M) ve bir minimal elemana (m) sahip olduğunu belirtir. Bu, herhangi bir yılda mutlaka maksimum rezervuar boyutuna ulaşacağımızı söylemektedir. Doğal sayıların bir elemanı olan bir j için $x_j = M$ olduğunda buna "pik petrol" diyeceğiz.

Pik petrol, petrolün biteceği anlamına gelmez. Bu, dünyanın petrol üretiminde zirveye ulaştığını ve gelecekte daha az petrol bulunacağını gösterir. Pik petrol, bazı mevcut petrol kullanımlarının artık mümkün olmayacağı anlamına gelir. Mevcut 7,8 milyar insanın her yıl bir kilometreküp petrol yaktığını ve yıllar içinde artan nüfusu düşünürsek pik petrol, burada petrolün bitecek olması değil yetersiz kalacak olması sorununa parmak basıyor. Yani petrolün biteceğini değil ama bir süre sonra yetersiz kalacağını kanıtladık.

Pik petrole yaklaştıysak veya geçmişsek, fosil içermeyen alternatifler mutlaka ticarileştirilmelidir. Bununla birlikte, yeni enerji sistemleri ve ilgili altyapı oluşturmak için büyük hacimlerde petrol gereklidir. Nükleer, fotovoltaik, rüzgar, hidro veya piller olsun, petrol olmadan inşa etmek imkansızdır. Bu nedenle, kalan petrolü, yalnızca kolay ikamelerin olmadığı amaçlara tahsis ederek ve diğer fosil yakıtların kullanıldığı daha basit bir dünyaya geçiş yaparak yeniden kullanmanın zamanı olduğunu acilen kavramamız gerekiyor.

Nükleer Reaktör Kazaları

Halil Öztürk

“Nükleer” kelimesi İngilizce’de farklı anlamlarda kullanılabilir, örneğin fizikte atomun çekirdeği ile ilgili bir şeyi anlatmak veya günlük hayatta bir aile tipini anlatmak için. Kelimenin bağlamı ne olursa olsun, insanların kelimeyi duyduklarında temkinli olduklarını gözlemleyebiliriz. Sebebini görmek için, genellikle geçmişteki bazı kazalar cevaptır. Bu noktada, bu yazıda nükleer reaktörlerin ne gerekliliğinden ne de tehlikelerinden bahsetmeyeceğimizi, nükleer reaktörlerin tarihindeki iyi bilinen bazı kazaları özetlemeye çalışacağımızı belirtmek gerekir. Kazalardan bahsetmişken, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı’nın (INES) Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği’ni tanıtmakta fayda var. INES, her biri önemli olan 7 seviyeden oluşan, nükleer ve radyolojik olayların güvenlik açısından önemini halka iletmek için bir araçtır.

Bu makale boyunca, Çernobil felaketi, Fukushima Daiichi nükleer felaketi ve Three Mile Island kazası dahil olmak üzere en tehlikeli 3, 5-6-7 seviyesinden bazı kazalar vardır. Bu çalışmada üçüncü, beşinci, altıncı ve yedinci seviyedeki olayları özetleyerek, daha açık ve doğrudan olması için alt başlıklar ile gideceğiz:

Çernobil Felaketi

Tarih/Yer: 26 Nisan 1986 / Pripyat-Ukrayna-Sovyetler Birliği

INES Seviyesi: 7

İnsan Sağlığı: BM’nin tahminlerine göre , afet nedeniyle yaklaşık 4.000 kişi öldü ve toplamda yaklaşık 600.000 kişi radyasyona bağlı kanser ve lösemiye neden olarak yüksek dozda radyasyona maruz kaldı.

Sebebi: Kusurlu bir reaktör , No.4 reaktör, yetersiz eğitilmiş personel ile çalıştırılan tasarım.

Toplam Üretim: Tesis 4 adet RBMK-1000 reaktörden oluşuyordu; toplam enerji üretimi $3.200 \times 4 = 12.800$ MWt (megawatt termal) idi.

Yorumlar: Felaketle ilgili TV dizileri, dergiler vb. gibi popüler kültürdeki büyük etkisi ve kullanımları nedeniyle, muhtemelen insanların nükleer hakkında bir şey duyduklarında düşündükleri en korkutucu örnektir. OECD-Nükleer Enerji Ajansı için kaza, Dünya Nükleer Birliği tarafından da vurgulanan "güvenlik kültürü" eksikliğinden kaynaklanmaktadır . Böyle bir olaya neden olan reaktörün kendisi değil, ne kadar güvenli tutulduğu olmuştur.

Bazı Gerçekler:

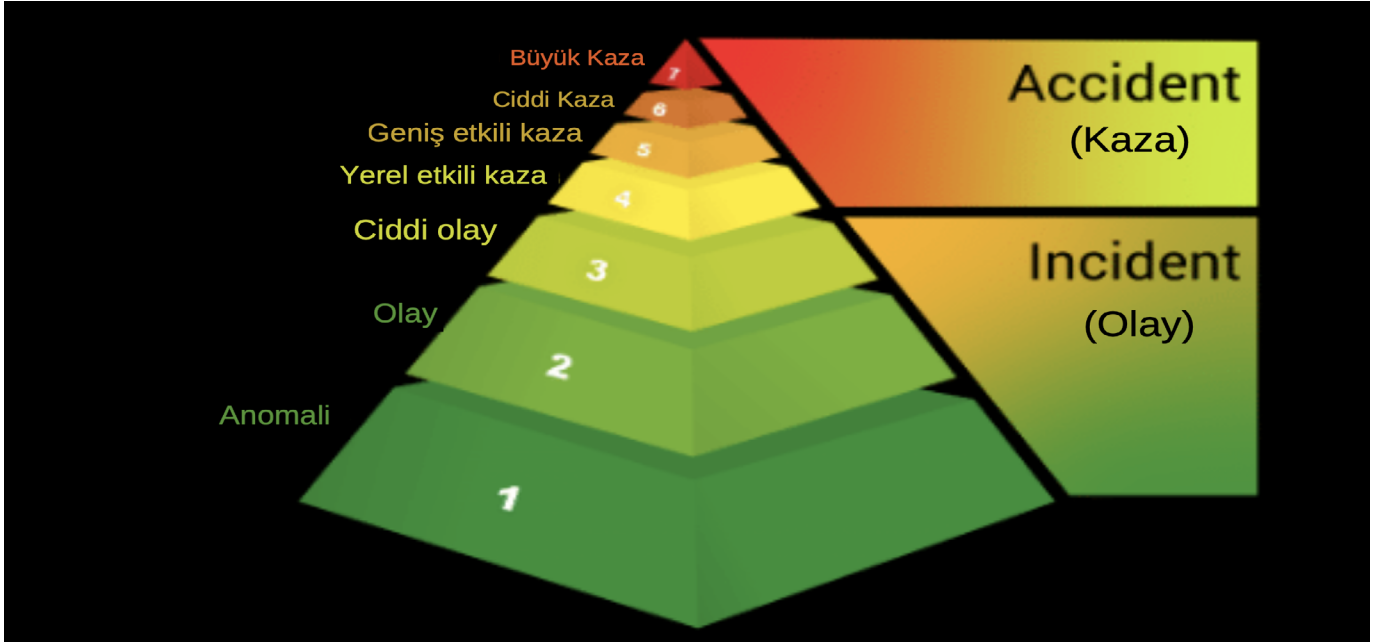
-Çernobil Nükleer Santrali , nihayet durdurulduğu 15 Aralık 2000 tarihine kadar elektrik üretmeye devam etti.

-Bugün bölge turistler tarafından “ koruyucu ” bir rota ile ziyaret edilmektedir.

-Pripyat şehri terk edildiğinden, şehre farklı vahşi hayvanlar yerleşmiştir.

Fukushima Daiichi Nükleer Afeti

Tarih/Yer: 11 Mart 2011 / Ōkuma, Fukushima-



Kaynak: IAEA

Japonya

INES Seviyesi: 7

İnsan Sağlığı: Japon hükümeti tarafından 1 ölüm açıklandı ; BM'ye göre, Fukushima vilayetinde yaşayanlar arasında herhangi bir olumsuz, doğrudan sağlık etkisi olmamıştır . Halen devam etmekte olan bir tartışmadır.

Sebebi: 9.0 (9.1) büyüklüğünde bir depremin tsunamiyi tetiklemesi. Ayrıca, insan faktörüne işaret ederek , daha iyi bir hazırlığın büyük bir fark yaratabileceğini söylemeye devam etti .

Toplam Üretim: Santral, birlikte 4.60 GW güç üretim kapasitesine sahip altı adet kaynar su reaktörüne sahiptir.

Yorumlar: Son zamanlarda meydana gelmesi nedeniyle, hala olayla ilgili haberleri görmek mümkün. Britannica için nükleer enerji üretimi tarihindeki en kötü ikinci nükleer kazadır. Ayrıca, Japonya parlamentosu tarafından kurulan bağımsız bir soruşturma , bunun derinden insan yapımı bir felaket olduğu sonucuna vardı”.

Bazı Gerçekler:

- Yetkililer hala bölgeyi temizlemek için çalışıyor.
- Dört Fukushima Daiichi reaktörünün tamamı, kazadaki hasar nedeniyle iptal edildi.
- Japonya'da üretilen gıdaları çevreleyen olumsuz imaj , Japon ekonomisini ve tüketim standartlarına tam olarak uyan üretimlerinden geçimini sağlamakta hâlâ güçlük çeken yerel üreticileri büyük ölçüde etkiledi .

Three Miles Island Kazası

Tarih/Yer: 28 Mart 1979 / Pensilvanya, Amerika Birleşik Devletleri

INES Seviyesi: 5

İnsan Sağlığı: Şimdiye kadar, Three Mile Island kazasında herhangi bir yaralanma veya olumsuz sağlık etkisi olmamıştır .

Sebebi: Ünite 2 reaktöründe otomatik olarak çalışan bir vananın yanlışlıkla kapatılması, ana besleme suyu sistemine giden su beslemesinin kesilmesi.

Toplam Üretim: TMI-2, reaktör kazası 906 MWe (net: 880) idi.

Yorumlar: Britannica'ya dayanarak , Amerikan nükleer enerji endüstrisi tarihindeki en ciddi olaydı. Amerika Birleşik Devletleri Nükleer Düzenleme Komisyonu'na göre, ekipman arızalarının, tasarımıyla ilgili sorunların ve işçi hatalarının bir kombinasyonu, TMI-2'nin kısmi erimesine ve çok küçük saha dışı radyoaktivite salınımlarına yol açtı.

Bazı Gerçekler:

- TMI-1 , TMI-2'deki kazaya rağmen 20 Eylül 2019 tarihine kadar elektrik üretmeye devam etmişti.
- Temizlik çalışmaları yaklaşık 1 milyar dolara mal oldu .
- Sonuç olarak, bu yazıda, bazı boyutlarını kategorize ederek bilgilendirmek için bazı tarihsel nükleer reaktör olaylarını göstermeye ve özetlemeye çalıştık.



Enerji
Politikaları
Araştırma
Merkezi

bilkenteprc.com