

# ENERJİ 101

Giriş

“Çıkışı olmayan giriş kılavuzu”

**Barış Sanlı**  
**barissanli.com**

## İçindekiler

<b>Enerji Nedir?</b> .....	4
<b>Petrol Derken?</b> .....	9
<b>Elektriğin Kısa Tarihi - Başlangıç</b> .....	15
<b>Enerji Dönüşümü Neden Doğru Gitmiyor ve Ne Yapılabilir?</b> .....	21
<b>OPEC Yarın Ne karar Alacak diye Yarını Bekleyemeyenin Başına Gelecekler</b> .....	26
<b>Enerji Senaryoları Nasıl Yapılır</b> .....	32
<b>Petrol Fiyat Tahmini Nasıl Yapılır?</b> .....	37
<b>Osmanlı Kömüre Geçemediğinden mi Çöktü?</b> .....	47
<b>Elektrikte Belediyelerden Dolayı mı Yıllarca Geri Kaldık?</b> .....	53
<b>Uzun Mehmetli Kömür Hikayesinden Ulus İnşası</b> .....	58
<b>Enerji Güvenliğini Basitleştirmek</b> .....	63
<b>Enerji Birimlerine Uyum Sürecim : EJ Devri</b> .....	69
<b>Parmak Hesabıyla Türkiye Enerji Dengesine Bakmak</b> .....	72
<b>Dünya Enerji Dengesinden Ölçek ve Birimler</b> .....	77
<b>Basit bir Dünya Enerji Talebi Modeli Denemesi</b> .....	81
<b>Avrupa Merkez Bankasının Enerji Fiyatlarında Göremediği İlişki</b> .....	88
<b>Kibar Feyzo'dan İngiltere'nin Kalkınmasına Enerji Köleliği Aritmetiği</b> .....	94
<b>Bilgi Toplumu Neden bir Enerji Toplumdur</b> .....	101
<b>Enerji Fiyatları Nedir, Nasıl Oluşur?</b> .....	105
<b>Elektriği neden poşete koyamıyoruz?</b> .....	111
<b>Niye enerji ile ilgili garip yazılar yazıyorum?</b> .....	118
<b>Şu dağlarda nutella olsaydım</b> .....	123
<b>Elektrik Piyasası Matrix mi?</b> .....	128
<b>Enerjinin Matematik Tarafına Cahil Girişi</b> .....	132
<b>Elektriği anlatırken asla benim aklımla hareket etmeyin</b> .....	137
<b>Enerji anlatırken hayattan örnekler</b> .....	148
<b>Petrol fiyatını anlayan professör olur anladın mı</b> .....	153
<b>Hidrojenin kısa özeti – Atıl Kurt</b> .....	161
<b>Enerji Yoksulluğu</b> .....	171

Her hakkı saklıdır. © 2023. Hiçbir yazı izinsiz alınamaz veya kopyalanamaz.

“Türkiye enerji sektörünün dünü, bugünü ve yarınına katkı koyan herkese, saygıyla”

## Önsöz Niyetine

Enerji ne kadar gıcık bir konu olabilir? Biz ne kadar gıcık etmek istersek o kadar. O zaman olayı biraz daha eğlenceli bir taraftan ele alalım. Ağzları dolduran “jooopolitik gelişmeler” veya “petrol-su savaşları” çığırkanlığına doymuş iseniz, bu yazılar bir taraftan olaya eğlenceli bir pencereden bakmanızı sağlarken, diğer taraftan da ana, esas temelleri vermeye çalışıyor.

Enerji herşey değil, enerji politikasını da abartmamak gerekiyor. Tarım, güvenlik vs gibi politikalar çok daha temel olabilir. Ama enerji bunların hepsini kestiğinden kaldıracı yüksek, biraz da maceralı bir sektör. Hem hayatın içinde hem de birçok teknik, zor detayı var.

Bazen iki elektrik çarpması ile “ay nov kun fu” gibi “ahanda çözdüm” yaklaşımları bizleri yanıltmasın. Çok detayı var konunun. Mütevazi olmayı önce kendime de tavsiye ediyorum.

Daha önce de olduğu gibi yazdığım hemen herşey <https://barissanli.com> adresinden erişilebilir. Bu projenin başlangıcı tam 11 ay öncesine gitmesine rağmen 27 Ekim 2023-10 Mart 2024 tarihleri arasındaki yazılardan oluşuyor. Projenin adı da enerji101.com ‘di.

Bu eserdeki yazılar, önce LinkedIn takipçileri üzerinde test edildi, ölmediler ya da kuyrukları çıkmadı. Eh çok feci yanlışlar olmadığı görülünce de sizlerin beğenisine sunuldu.

Yazılar konusunda birçok kişi görüşler verdi, öneriler, istekler oldu. İsmi sayamayacağım onlarca kişiye teşekkür ederim.

Bariş Sanlı  
10 Mart 2024

## Enerji Nedir?

Piyasa yazarım, fiyat yazarım, elektrik yazarım ama enerji yazmak terapimin en zor kısmı. Ortalama bir enerji uzmanına sorun "Enerji nedir?". "İş yapabilme kapasitesi" diyenlere soracaksın, temizliğe gelen elemanda da "iş yapabilme kapasitesi" var, ee o da enerji mi?

Enerji tanımı "iş yapabilme kapasitesi" olarak geçmesine rağmen, şöyle bakalım bir de. Faturayı görünce bu ay şöyle deysek: "Yahu benim iş yapabilme kapasitesi faturam yüksek gelmiş, ne iş yaptım ki bu ay". Saçma. Farklı tanımlar var ama enerjiyi tanımlamak elektriği tanımlamaktan zor. Biri enerjiciyse hemen sorun "enerji nedir peki?". Bana sormayın, hele kıymayın.

Hayır. Soruyorsun elektrik ne, ışık yakabilme kapasitesi. Işık yakabilme kapasitesi ne? İşte elektron geçiş miktarınının karekökü, turbun kökü. Ya neyse. İş ne o zaman. Oturdum düşünüyorum, iş mi? Dolayısıyla enerji tanımı biraz keçiye benziyor.

Evet keçi, bildiğiniz keçi. Keçiye bakan bazen kurbanlık görür, bazen yün görür, sütünü görür, etini görür. Niyet neyse keçi biraz öyle görünür. Hele makinecilere sakın çatmayın, o termodinamik dersini geçene kadar beyinleri İsmail YK olduğundan, "termodinamik kanunlarına" girerler. Onlar keçiye, entegre et tesisi gibi bakıyorlar.

Gerçekten de Superman için kriptonit neyse, enerji sektörümüzün alayı için "enerji nedir" sorusu odur. Ne olduğunu anlamadığımız, kitaptan bir cevabı yuvarlarız. Direnene "hele sen bir de entropiyi söyle bakalım" diye de bir karşı atak geliştirmeye çalışırız. Oysa bu kadar ezik olmaya gerek yok yoldaşlar, yani badem ezmesi olamayacağımız ortada.

"Konsantre kütle" diyenlere, kısa cevap vereyim, tamam da enerji ne o zaman, kütle parçası mı? Bu da Carlo Rovelli'nin sosyal akım olarak da çok duyduğum, "Gerçeklik, bağlardır" tezine geliyor[1]. Daha çok "Gerçeklik, temel bileşenler arasındaki bir ilişkiler veya etkileşimler ağıdır.". Bakmışlar denklem tutmuyor, gerçeklik yalan, "nalet olsun atom fiziğine de kuantum fiziğine de"dir. Filmdeki cümle eksik.

Ben ilginç bir örnek daha vereyim. Dünyaya güneşten gelen ve giden enerji eşit. O zaman güneşten bize ne geliyor? Yaaaa, daha da beyin yakalım mı? Gerçekten enerji mi üretiyoruz veya tüketiyoruz[2].

Enerji termodinamik, fizik, ekonomik faaliyet, gıda belki de kanun koyucu açısından farklı tanımlanabilmektedir. Benim kendimce bir tanımım da var, daha sıkıcı olduğundan en sona bırakıyorum.

Mesela enerji kaynaklarında, gıdanın tamamı enerji altında yer almalı değil mi? Makineler için mineral kaynaklar ne ise, gıda da biyolojik canlılar için o. Enerji ve gıda kurumu. Bir enerji kaynağı olarak adana kebab, neden? İş yapabilme kapasitesi var. Emekçi adana kebabın haklarını yedirmem, kendisini yerim.

Mesela, ortalama bir yetişkin 2000-2500kcal'i enerji tüketiyor. Eee iyi kömür de 6000 kcal, 300gr yesek hayatta kalır mı? Sakın yapmayın. Zararlı. Aradaki bağ, mutant ilişki, biyoatıklar, kızartma yağları vs. Sizde kızartma yağı içebilirsiniz, Boeing de. Onun kapısı uçar ama umarım sizin bir yeriniz uçmaz. Bu arada atıyorum 10 gr bir kurabiye'nin 10 gr TNT patlayıcıdan daha çok enerjisi var. Farkı, enerjisini açığa çıkarma hızı.

CO<sub>2</sub>'e kirletici diyip, düşmanlık edenler bir de "doğaya" baksınlar. Kömürcüler ellere havaya, geliyor...Doğanın güneş enerjisini depolama şekli karbon bağları. Fosillerin değil bizlerin de. Bir videoda biri espri yapıyor "ne yani konsantre güneş enerjisi miyim?". Tüm fosil yakıtlar konsantre güneş enerjisi. Yenilenebilir hem de çok ama milyonlarca yılda yenilenebilir ama yenilemez.

Verdiğimiz her nefes CO<sub>2</sub>, bizler günde 1 kg'a yakın CO<sub>2</sub> veriyoruz. Çünkü insanlar olarak bizler de karbon bağlarında depolanmış güneş enerjisini kullanıyoruz. Fosiller değil, biz. Kirletici ağır kaçar, doğaya hakarettir, değerli atgivist radikolar.

Termodinamik olarak tanım belli iş yapabilme kapasitesi. İş ne peki? Şimdi temellere dönüyoruz. Termodinamikçilerin çıkış sebebi bu iş. Neden? Eğer termodinamik kuralları olmazsa, sonsuz enerji makineleri yapmayı engelleyen bir açıklama yoktu[3]. 17 ve 18nci yüzyılda bu sonsuz hareket makineleri tasarımları çok revaçta, ama çalışmıyor. Neden, neden, neden?

Bu arada tüm sonsuz enerji projelerindeki en salakça şey, "bunu 10 km yaparsak çalışır". "Büyük yaparsak çalışacak". Aksine çalışmaz. Bu iş 1775'te çözülmüş. O tarihten sonra Paris Academy hiçbir yeni sonsuz enerji projesi veya tasarımını göz önüne almayacağını belirtiyor. Allah aşkına TÜBA sen de söyle de bitsin bu zalim mucit işkencesi.

İş tanımına önce Coriolis giriyor. İş tanımı güç ile mesafe değişimi.(Güç çarpı mesafe) Birşeyi itiyorsunuz, yeri değişiyor, güç uyguladınız, buna iş deniyor. 18.yy'ın sonu. Bu hareket ettirebilme gücüne yaşayan güç (vis viva) deniyor. Daha sonra bu güce dayalı enerjiye bugünkü adı ile hareket-kinetik enerji deniyor. Yani mekan değişikliği oluşmalı, şart.

Sonra deneyler deneyler. Ben dahil mtep-milyon ton eşdeğer petrolcülerin nefret ettiği ExaJoule'un Joule'ı, işin ısı ve mekanik iş ilişkisini kuruyor. Isı, işe benziyor. Çünkü bir deneyi var. Isı ile basınç üretip kanatları çevirip ağırlıkların pozisyonunu değiştiriyor. Hesaplıyor da. Onun sonucunda, ısı bir nesne değil bir "enerji transfer"

yöntemi olarak görülüyor. Isı enerji değil, enerji olan termal enerji. Isı enerji dönüşümünün bir formu.

Kafalar yandı mı? Haydi eller havaya, Fransa yöresinden Sadi Carnot havasıyla bağlayalım, nasıl olsa gecenin sonu net, Ankara'nın bağları. Carnot formülle(  $1 - T_c/T_h$ , kelvin olarak), enerji dönüşümünde bir verimlilik hesabı yapıyor. Ben ne için kullandım? Mesela kömür santralleri, dış sıcaklık -1 dereceyken ve 40 dereceyken ne kadar verimlilik değişimine uğruyor. Sıcaklık farkı ne kadar yüksek ise verimlilik o kadar yüksek. Yani ne kadar yüksek sıcaklıkta yakıp o kadar iyi soğutma yaparsanız, bu arada o kadar çok enerjiyi dönüştürme şansınız olur. Hızlansın fosil çağı. Daha çok verimlilik için daha yüksek sıcaklık farkı şart. Yaktın mı 200 C'de değil 300-500C'de yakacan. Düşük ısılı jeotermalden elektrik verimsiz, zor.

Kısaca verimlilik iki yükseklik arasında akan bir su gibi, bu yükseklikler arası fark ne kadar yüksek ise o kadar çok ısı akışı sağlayıp enerji üretebiliyorsunuz. Mesela 350 C yerine 550 C'de yakmaya dayanacak malzemeniz var ise, ısı akışı, verimlilik de o kadar artıyor. "Dew point" vs girmeyelim, kafa mangal.

Fakat Clausius diye bir adam çıkıyor, ısı sıcaktan soğuğa hareket ediyor, etmesine ama tüm bu ısı akışı işe dönmüyor diyor. İşte orada sonsuz enerji problemi de çözülüyor diyeyim. Enerji balık gibi, çürüyor. Kızartıp yiyeceksin, içini çıkarman gerekiyor. Kafasını kılçığını yiyemiyorsun. Bildiğin balık. Yani aldın 1 kilo, midene giren 500-600 gr ise şahane.

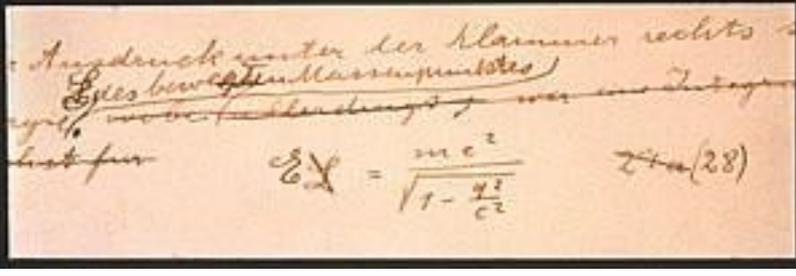
Termodinamiğin ilk kanunu 1850'de net olarak söyleniyor[4]. Enerjiyi yok edemiyorsunuz, yaratamıyorsunuz sabit.

Hadi bakalım, evimizde enerji yaratamadığımız veya yok edemediğimize göre ne yapıyoruz. Yok etmediğim enerjinin faturasını ödüyorum. Elektron yutmuyoruz. Orada da Veritasium'un açıklaması önemli, enerjiyi anlamak için. Aslında tüketip, dönüştürdüğümüz şey düzen(entropi demek istemedim, bilimsel tanım az farklı). Yani tüm enerji sistemimiz düzeni arttırıp azaltmak üzerine. Veya yer altında oluşan düzeni dağıtmak üzerine(fosil yakıt yakmak, onu ısıya çevirmek). Düzen balık gibi, ceplerde, korumalı alanlarda bulunuyor. Yoksa toprak oluyor, eğilimi öyle.

Benim açıklamam, enerjiyi Bruce Lee gibi akış olarak algılayıp enerji sistemini de bu akışın yoğunluğunu değiştirmeye yarayan cihazlar olarak düşünmek.

Bu kısım da biraz ikinci kanuna giriyor.

Sonra da çok postu modern, "kütle yoğunlaşmış enerjidir" tanımı geliyor. Einstein'in orijinal formülü  $E=mc^2$  değil. Açıkcası  $E'$ de değil başta L. Sonra üzerini çizip E yapıyor. Ama ikinci kısım da sadece  $mc^2$  değil. Teknik bir açıklaması da var[5].



Einstein'in orjinal formülü.

Fakat formül çift yönlü çalışıyor görünüyor. Yani enerjiden kütleye kütleden enerjiye geçiş olabiliyor. E=mc<sup>2</sup> çok kolay. İyi de fizik bilenler biliyorlar kinetik ve potansiyel enerji formüllerinde de "m" kütle ve enerji ilişkisi var. Hayat bilgisi tamam. Gelelim sosyal bilgiler ödevine.

Bence devletlerin baktığı noktadan, bir enerji tanımı var. Ekonominin ve yaşamın devamı için ısı, ışık, hareket gibi faaliyetlerin devamı için gereken çoğunlukla mineral bazlı kaynaklar ve sistemler. Enerji güvenliği tanımından belli.

Ben daha çok uzay-zaman olarak bakıyorum. Çünkü enerji ile uzay-zaman arasında bir bağlantı var. Einstein'a göre evrenin geometrisinin eğilmesine sebep oluyor. (Energy-momentum tensor). Enerji uzay-zamanın yapıtaşıdır. Bu sebeple bir çok formda kendini gösterebiliyor, dalgalanmalar gibi, ama hep sönümleniyor. Bu formlar onun daha çok yoğunluğu ile ilgili.

Elektrik tanımındaki gelişim bugünkü enerji tanımı açısından bir şablon olabilir. 18nci yüzyılda, elektriği tanımlıyamıyorlar. İşte statik elektrik var, hayvan elektriği sonra metal elektriği, sonra doğal elektrik (şimşek) vs. Bunları tek tanımda birleştirmek yüzyıl sürüyor. Enerjide de o tanıma daha gidiyoruz. Termal, potansiyel vs. bir sürü enerji türü var, balık mübarek.

Hiçbir enerji tesisi enerji yaratmıyor, dönüştürüyor. Biz evlerimizde enerji tüketmiyoruz, hesapladığımız rakamlar dönüştürülen enerji. Elektrik üzerindeki enerji, ışık şeklinde bir enerji oldu. Herşey bizim bu akışları yönetmemiz ile alakalı.

En devrimci noktadan bakarsak, enerji tüketimi diye bir şey yok. Yine döndük yalan dünyaya. Enerjiyi yutamıyorsunuz. Kalitesini, yoğunluğunu değiştiriyorsunuz. Tüm sayaçlar basit birer toplama makinesi. Dönüşüm yaptığınız rakamları topluyor. Dönüştürdüklerinizi değil.

Dünyaya gelen ve giden enerji eşit olmazsa küresel ısınma oluyor. Bunun sebebi de atmosferde bu enerjinin hapsolmesi. Isının sebebi karbondioksit değil güneş. Karbondioksit o ısıyı göndermiyor. Ve karbondioksitin bu etkisi için atmosferdeki oranı milyonda 450: %0.045

Dünyaya gelen güneş ısı dünyada kalsa, yanarız. Bu sebeple gelen ve giden eşit gibi. Değişen şey düzeni. Dünyaya gelen enerjinin yoğunluğu değişiyor. Daha yüksek enerjili paketler geliyor, daha düşük enerjili fakat daha çok paket gidiyor. Çuvalla un geliyor, un zerreleri olarak gidiyor. Toplam un miktarı sabit.

Arada sıkılınca "enerji nedir" başlıklı bir şeyler yazmak çok iyi geldi. Salak gibi hissetmek için harika bir yöntemmiş.

---

[1] <https://www.youtube.com/watch?v=QDeHnIriuZ8>

[2] <https://www.youtube.com/watch?v=DxL2HoqLbyA>

[3] <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED629206.pdf>

[4] <https://www.britannica.com/science/first-law-of-thermodynamics>

[5] <http://einsteinrelativelyeasy.com/index.php/einstein/72-e-mc2-published-in-the-1912-manuscript-on-the-special-theory-of-relativity>

## Petrol Derken?

Canı sıkılan enerji analisti ne yapar? Arka ayakları ile kulağını kaşıyamayacağından kavram tartışması yapar. Karşıdakini ezmek için birebirdir: "Ham Petrol derken neyi kastediyorsun?" diye başlayarak rakibi kündeğe getirecek bilmediği iki kavramla(pentan plusları, katkılar vs) tuşa götürüp, öğle kuşağı ilahiyatçısı modunda cehalet hissi işinlayan bir uzmandanız işte olmuşsunuzdur. Bu yazıyı okuyabilirsiniz.

Bazen soruları çocuk gibi sorunca daha anlamlı oluyor. Petrol derken? Şimdi bu soruyu petrol mühendislerine sorarsanız ders kitabı tanımını alırsınız. Ama bu sıralar canı sıkılan ve etrafta kimseyi bulamayınca kendisiyle polemige giren Fenerbahçe taraftarı -ki değilim- gibi kavram tartışması içinde kalıyorum. Bu terapinin konusu bu. Ham petrol ne? Petrol derken?

Konuyu biliyor muyum? Yani yemekle aran nasıldır gibi bir soru. İyi yiyiciyimdir, bu beni yemeğin uzmanı yapar mı? Tabii ki yapmaz. Zaten öyle bir derdim yok. Ama son dönemde çok aradığım bir şey buldum. Onu not ediyorum. Farklı kurumların petrol kavramlarının karşılaştırılması[1].

Benim baktığım noktadan istatistiklere, ABD üretimine veya aylık petrol raporlarına baktığımda ne anlamalıyım? Dolayısıyla ders kitabı tanımını petrocülerin olsun, piyasa tanımına gidelim. İşte orada da istatistikçiler devreye giriyor. Önce bir rakamlara bakalım ki kafa iyiden karışsın, bu yazının sonunu getiremediğiniz için mutlu olun.

Anladığım kadarını anlatayım:

- a. Dünyada 100 mv/g(milyon varil/gün= 157-159 litre) petrol tüketimi var
- b. Covid olmayaydı yıldan yıla ekonomik büyüme ile orantılı 0.8-1.2 mv/g talep artışı veya düşüşü görebiliyorduk. Şimdi iş zıvanadan çıktı bir 2.4 mv/g, bir 0.8 mv/g artık hayırlısı diyoruz.
- c. Yıl ortalaması 100 ama, Temmuz-Ağustos'ta herkes gezip tozup uçarken ki talep mesela 102 mv/g iken, soğuktan evden çıkamadığımız dönemde talep 98 mv/g sınırına kadar gelebiliyor. Fiyat hareketi de böyle oluyor. "Hava güzel gezelim biraz" diye düşünüyorsanız fiyatın yükselmesi lazım, çünkü Kuzey Yarımkürede muhtemelen herkes öyle düşünüyor.
- d. Ama talep artışı varsa, tüm bu rakamlar ileri doğru 1'er artarak gelmeye devam eder. Yani bu kış 98 değil 99 olur misal.

Zor kısma gelmeden önce bu talebi nasıl tükettiğimize bakalım. Çok yuvarlak olarak bu pastanın yarısı benzin ve dizel kardeşlere eşit paylarla diyelim, normalde dizel abi, biraz daha büyük payı var. 7 mv/g uçuşlara, 4 mv/g'ü de gemilere gidiyor.

Harekete, mobiliteye karada, havada, denizde 61 mv/g gitti. 62'den tavşan yapmayı biliyorsanız, işte o hareket eden tavşan, 62, hareketlilik yakıtları.

15 mv/g'de hammaddeye, plastik vs. 5 mv/g de elektrik üretimine diyelim. Ne etti? 81 mv/g. Kalanı da asfalt, ağır ürünler vs diye gidiyor. Daha rakkamsal referanslı açılım ise aşağıda.

OPEC WOO (Küresel Petrol Görünümü)'ne göre dünyada petrol talebi 100 mv/g civarında, bu talep üç kısma ayrılıyor:

- a) Hafif ürünler (Toplam 45.6 mv/g)
  - a. LPG/Ethane (ısınma-petrokimya hammadde): 12.9 mv/g
  - b. Nafta (petrokimya-karışım): 6.3 mv/g
  - c. Benzin (araba içiyor – gezme tozma yakıtı): 26.3 mv/g
- b) Orta ürünler (35.4 mv/g)
  - a. Jet/kero (uçak yakıtı): 6.8 mv/g
  - b. Gasoil/dizel (kamyon yakıtı – ekonomik gösterge): 28.6 mv/g
- c) Ağır abiler (18.4 mv/g)

Talep tarafının maalesef özeti bu.

### **Peki neden önemli?**

Başıma gelen bir hadiseden. Herkes bana ABD petrolde kendi kendine yetiyor diyor, bakıyorum bakıyorum 13 milyon varil/gün üretimi var (mv/g), tüketim 20 mv/g. Daha sonra aşağıdaki tabloyu keşfedince petrol istatistiklerinin ne kadar karışık olduğunu görüyorsunuz[2].

Bir diğer konu da OPEC+ kesintilerini anlamak için gerekiyor. Bu petrol üretiminde bir sürü hidrokarbon (karbon-hidrojen halay ekipleri) kokteyli çıkıyor. Aralık 2019'da Rusya kondensatların[3] petrol üretiminden sayılmamasını istedi. Herkes kesinti yapacak ya, onlar da kesemeyecekleri kısmın (kışın artan doğalgaz üretiminin sonucu)

kesintilere dahil olmamasını istediler[4]. Kondensat daha çok doğalgaz üretiminde gelen benzin ve daha çok karbonlu karışım diyelim.

Hayır bir de kimya dersine dönen süreçte "İstanbuldan Hale, Jale, Yale, Bakırköy'den tüm mahalle" ritminde karbon sayısı artışına göre etan(plastik hammaddesi), propan(LPG), bütan(LPG), pentane(doğal benzin) var. Bunlara da doğal gaz sıvıları diyoruz[5].

Birçok kavram var. Ham petrol, kondensatlar[6], doğalgaz(NGL)sıvıları, katkılar, biyoyakıtlar, petrol sıvıları, katkılar ve en üstte sıvılar var. Kısaca petrol dediğimiz şeyin en üst noktası sıvılar(Liquids)

En genelden detaya doğru şöyle gidiyor.

1. Sıvı arzı (ithalat dahil)
2. Sıvı üretimi (biyoyakıt vs)
3. Petrol üretimi
4. Ham petrol üretimi ve NGL üretimi yani gaz üretimi ile gelen sıvılar

Şimdi üretim ile arz da birbirinden farklı:

1. Üretim bildiğimiz yer altından çıkan petrol
2. Arz ise üretim üzerine biyoyakıtlar ve dönüşümler sonrası gelen mesela ağır petrolü hafif ürünlere dönüştürdünüz. 1 varil ağır petrol aldınız, olmaz ya 1.2 varil benzine dönüştü gibi düşünün.

Bu 100 mv/g üretimin:

- a. 35 mv/g OPEC'in,
- b. 65 mv/g'ü OPEC harici ülkelerin,

OPEC'i, OPEC+ yapınca bu 35 mv/g'ün payı 52 mv/g'e çıkıyor.

OPEC üretiminin 30'u ham petrol, 5'i de doğalgaz sıvıları dediğimiz ürünler.

OPEC dışı ülkelerde istatistikler daha detaylı olabileceğinden 65'ten devam edelim.

OPEC harici ülkelerin tanımlamalara göre bu 65'in nasıl farklı hale geldiğini en güzel IEA'in Oil 2023 raporunun eki veriyor.

Calculation	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
<b>Oil 2023 Report definitions</b>									
<b>NON-OPEC SUPPLY</b>		<b>63.7</b>	<b>65.5</b>	<b>67.2</b>	<b>68.3</b>	<b>69.2</b>	<b>69.5</b>	<b>69.6</b>	<b>69.5</b>
Processing gains		2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
Global biofuels		2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6
<b>NON-OPEC PRODUCTION (excl. processing gains and biofuels)</b>	<b>1</b>	<b>58.7</b>	<b>60.3</b>	<b>61.7</b>	<b>62.6</b>	<b>63.3</b>	<b>63.6</b>	<b>63.6</b>	<b>63.4</b>
Crude	2	48.0	49.1	50.3	51.0	51.6	51.7	51.5	51.1
of which: Condensate	3	4.0	4.2	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5
Tight oil	4	7.8	8.5	9.4	9.9	10.3	10.6	10.8	11.1
Un-upgraded bitumen	5	3.8	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1	4.2	4.4
NGLs	6	8.7	9.1	9.4	9.5	9.6	9.7	9.9	10.2
Syncrude (Canada)	7	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
CTL, GTL, kerogen oil and additives <sup>1</sup>	8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
<b>World Energy Outlook definitions</b>									
<b>NON-OPEC PRODUCTION (excl. processing gains and biofuels)</b>	<b>=1</b>	<b>58.7</b>	<b>60.3</b>	<b>61.7</b>	<b>62.6</b>	<b>63.3</b>	<b>63.6</b>	<b>63.6</b>	<b>63.4</b>
<b>Conventional</b>		<b>45.1</b>	<b>45.7</b>	<b>46.2</b>	<b>46.5</b>	<b>46.8</b>	<b>46.8</b>	<b>46.4</b>	<b>45.7</b>
Crude oil	=2-3-4-5	32.4	32.4	32.4	32.6	32.8	32.6	32.0	31.1
Natural gas liquids (total)	=3+6	12.7	13.3	13.8	13.9	14.0	14.2	14.4	14.7
<b>Unconventional</b>		<b>13.6</b>	<b>14.6</b>	<b>15.5</b>	<b>16.1</b>	<b>16.5</b>	<b>16.8</b>	<b>17.2</b>	<b>17.7</b>
EHOB (incl. syncrude) <sup>2</sup>	=5+7	5.2	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.6	5.8
Tight oil	=4	7.8	8.5	9.4	9.9	10.3	10.6	10.8	11.1
CTL, GTL, kerogen oil and additives <sup>1</sup>	=8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8

<sup>1</sup> CTL = coal to liquids; GTL = gas to liquids.

<sup>2</sup> Extra-heavy oil and bitumen

65 mv/g OPEC harici "arzın", 2.3 mv/g'ü bu ağırdan hafife hacim artışı, 3'ü de biyoyakıtlar. Dolayısıyla yerden gelen üretilen petrol gibiler 60 mv/g civarı[7]. Neden petrol gibiler? Çünkü öz hakiki organik ham petrole sentetik ham petrol ve kömürden sıvı ve katkıları da geliyor.

Yani iş karışık...

Hala toparlayacağımı ümit ederek terapiye devam ediyoruz. Son 15 dakika

Ham petrol o zaman nedir?

JODI Kitapçığına göre 6 organizasyonun farklı tanımları var[8]:

a. Eurostat, IEA, APEC (Bunlar birlikte takılmayı seviyor hep): yüzey koşullarında sıvı olacak, doğal olacak, gaz üretiminden kondensatlarda "ticari ham petrol akışına" karışmış olabilir. Kondensat derken, NGL (doğal benzine kadar) ve nafta aralığında çok hafif ayarda hidrokarbon karışımları.

b. OLADE: Latin amerikacılar. Sıvı demiyorlar ama karışım, sülfür de olur, o da olur ama damıtıldığında temelde üç kategori parafin, asfalt veya ikisi de.

c. OPEC: "yeraltında doğal olarak sıvı olan ve çıktığında da ayrıştırma tesisleri sonrası atmosferik basınçta sıvı kalan hidrokarbon karışımı" diyor ama istatistiksel amaçlarla aşağıdakiler de ham petrol olarak raporlanabilir diyerek:

- a. Teknik olarak ham petrol olarak tanımlananlar (beyin erimesi)
- b. Aşağıda az miktarda gaz ama çıkınca sıvı
- c. Petrolle üretilen az miktarda hidrokarbon harici miktarlar (haydaa)
- d. Ağır ama çok ağır (çikolata şurubu[9] gibi) petroler
- d. UNSD: yeraltından gelen sıvı ya da yarı sıvı

Şimdi bu tanımdan ne anladık? Sıvı olmak şart, yeraltından çıkacak, karışım olacak. Ama en başta anlattığım iki konu ile ilgili bir ayrıntı vereyim.

ABD üretiminin 13 mv/g'ü hali muhlis ham petrol üretimi. 2 küsur mv/g'de ithalat var. Toplamda 15 mv/g petrol arzı var. Dikkat ettiniz mi ham petrol üretiminden bir anda petrol arzına dönüştü. Ama bitmedi. Şimdi diğer arz kısmı var. Bu hacimsel oynamadan rafineri kısmına geçince 1 mv/g geldi(ağırları hafif yaptık hacim genişledi diyelim). 1 mv/g'de biyoyakıtlar, katkıları geldi.

Ülkenin tüketimi 20 mv/g, gerisi? İşte aynı tabloda 6 mv/g NGL-doğalgaz sıvıları var. Toplam üretim olarak bakarsak

1. Yer altından ise : 13 +6 (öz ham petrol ve doğal gaz sıvıları) mv/g
2. Dönüştürünce hacim genişledi : 1 mv/g
3. Biyoyakıt vs : 1 mv/g

Toplam 21 mv/g var. Harbiden üretimi tüketiminden fazla.

Son kısmı da yazıp bitireyim. Doğalgaz sıvıları (NGL) ne o zaman? Gaz üretimi ile gelen sıvılar.

a. Üçüzlere (IEA, Eurostat, APEC) göre: doğal gaz üretiminden veya gaz ayrıştırma tesislerinde elde kalan etan, propan, bütan, pentan ve pentan plus (doğal benzin)

b. OLADE: Ham doğalgaz üretiminden gelen metan(bildiğimiz saf doğal gaz) harici ürünler

c. OPEC: Çıkarılınca yada işleme tesislerinden sıvılaşılan rezervuar gazları

Bu da ilginç değil mi?

Petrol neydi? Kayadan çıkan yağ, kaya yağı. Ama modern dünyada petrol nedir deyince, kitapçığa bakmak gerekiyor.

Bu konuda şimdilik yazmak istediğim bir şey kalmadı. Terapinin sonu.

---

[1] <https://www.jodidata.org/capacity-building/jodi-manuals.aspx>

[2] <https://www.eia.gov/outlooks/steo/tables/pdf/4atab.pdf>

[3] Kondensat için, <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=C>

[4] <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/oil/120419-russia-expected-to-resist-deeper-ope-cuts-see-k-condensate-exemption>

[5] <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=5930>

[6] <https://www.mckinseyenergyinsights.com/resources/refinery-reference-desk/condensate/>

[7] <https://www.iea.org/reports/oil-2023#downloads>

[8] <https://www.jodidata.org/capacity-building/jodi-manuals.aspx>

[9] <https://www.smooth-on.com/page/viscosity-scale/>

## Elektriğin Kısa Tarihi - Başlangıç

Bu sefer espri yok, konu sıkıcı, ama yazmam lazım.

En sıkıcı konulardan biridir tarih. Ben de aksi gibi öğrencilere hep onları uzman yapacak şeyin tarih ve detay olduğunu söylerim. Bir dönem isyan da oldu. Ama dünyanın pekçok yerinde enerji alanında çalışacak uzmanlara Daniel Yergin'in Petrol kitabını okumaları söylenir. Hava atmak gibi olmasın ama Türkçe ve İngilizcesi arasındaki farkları da biliyorum, sadece Daniel Yergin'e söyledim.

Gerçekten uzmanın analizinde, bir konuyu isimlendirebilmesi (misal "enerji krizi"), analitik bakışı basitleştirebilmesi (misal "üç olaydan etkilenir, bunlar"), detay verebilmesi ( misal "ürün akışları ile ham petrol akışlarının yönleri aynı değil") ama en önemlisi tarihsel içerikte konuyu değerlendirebilmesidir.

Suudi krallarından biri oğullarına tarih okumayı tavsiye edermiş. Tarih okurlarsa, onlarca insanın yaşadığı hayatın dersini öğrenebileceklerini belirtmiş. Arap kralı da, orta doğuda bir hükümdar da diyebilirdim. Ama okuduğum bir petrol kitabında geçen bu. Suudi petrol stratejisini anlamak isteyenler için önemli bir cümle. Gençler teknoloji tarihi okuyun gerçekten çok önemli bir perspektif kazanırsınız.

Elektriğe dönelim. Elektrikte bence birkaç dönem var. Bunlar

1. Birçok fenomenin hepsinin aynı olaya, elektriğe işaret ettiğine ulaşılan bir dönem

Bu dönemi statik elektrikten başlatıp, Galvani, Volta, Benjamin Franklin'e kadar götürebiliriz.

2. Elektriğin manyetizma ile ilişkisinin ortaya çıkarıldığı dönem

Volta pili yapıp da Oersted elektrik akımı geçince manyetik etki olduğunu bulunca, Faraday ve Maxwell'e kadar uzanan bir elektromanyetik dönem yaşanıyor.

3. Telgraf dönemi

Denklemler ve deneyler çoklaştıkça, manyetik ve elektriği nasıl birlikte kullanacaklarını öğreniyorlar, ilk büyük ticari uygulama da telgraf oluyor. Daha sonra tüm elektrik altyapılarının kaynağı telgraf tecrübesi.

4. Elektrikli aydınlatma ve altyapı dönemi

Karbon çubuk ile aydınlatma zaten 1809'dan itibaren biliniyor. Ama dumansız ve yumuşak bir ışığa ihtiyaç var. Bu ve gerekli sistemi Edison kuruyor. Ama ekonomik olan sistem Westinghouse'un.

## 5. Ölçeklendirme

Ölçeklendirme iki kısım. Westinghouse'un biraz da Avrupa'dan getirttiği AC sistemler ve sonrasında Edison'un özel sekreteri Samuel Insull'un kaynakları toplulaştırması ölçek etkisi ile elektrik fiyatını düşürüyor.

## 6. Kırsal elektrikleendirme ve devlet gücü

Kırsala elektrik götürülmesi aslında modern enterkonekte şebeke ve elektriğin kamusal modern bir kaynak olarak görülmesidir. Bu ekonomik olmadığından devletler ipleri bir süre eline alır veya devletçi modellerle ilerlenir. Bunda İkinci Dünya Savaşı sonrası büyüme de etkilidir.

## 7. Teknolojik ve ideolojik gelişmelerle yapılanma

Artık elektriğin erişimi arttıkça, daha büyük türbinler, nükleer, sonra gaz türbinleri, kojenerasyon ile artan gelişmeler bir taraftan, ideolojik olarak petrol krizi sonrası oluşan teknolojiye farklı yön verme çabaları bugünkü düzene bizi taşımıştır.

## 8. İklim hedefleri ile arayış

Ülkelerin iklim hedefleri ile uyumlu en önemli enerji kaynağı elektrik olduğundan (enerji taşıyıcısı demiyorum şimdilik), elektriğin bu sefer diğer enerji kaynaklarından pay alma dönemi başlıyor.

İlginç geliyor bana ama elektronun keşfi, Ekim 1897[1]. Ama Volta ilk pili 1799'da yapıyor[2]. 1809'da Humphry Davy o zamana kadar dünyanın en büyük pili ile ilk elektrikli aydınlatmayı yapıyor[3]. Edison'un ampülü ise 1878'de geliyor. Ama elektron daha bilinmiyor mu? Yani elektronu bilmeden kullanan uygulamalar yapıyorlar. Kimbilir biz neler yapıyoruz daha mekaniğini zamanla anlayacağız.

Biraz geriden alırsak, bugün elektrik dediğimiz şeyin, şimşek, metallere elde edilen pil, statik elektrik gibi aynı fenomenin farklı görünüşleri olduğu bilinmiyordu.

Büyük konuşmayayım ama aynı konu bugün enerji için de geçerli. Kömür yakıyoruz termal, masa üstünde duruyor potansiyel, ışık hızına çıkınca  $E=mc^2$  artık tam enerji formu gibi bir sürü enerji tanımı var. O zaman da elektrik böyle.

Mesela statik elektriği Anadolu'da Miletli Thales'in gözlemlendiği söylenir, ama çok delil yok gibi[4]. Fakat daha sonra yapılan statik elektriği depolama çalışmaları var. Leyden kavanozunda[5] bu statik elektriği depolama işi bayağı ileri gidiyor.

1752'de Benjamin Franklin şimşegi bu Leyden Kavanozunda depolamaya dair bir deney öngörüyor[6]. Kendi Allah'tan yapamıyor. Ama daha sonra 1753'te deneyi başarıyla yapan Richmann çarpılarak ölüyor. Bu leyden kavanozu çok kompleks bir şey değil, ama öldürücü olabiliyor. Önemli olan statik elektrik ile şimşekteki elektriğin aynı şey olduğunu bulmaları. Daha sonra bu elektriğin önce hayvanda sonra metallerde olduğunu da keşfedecekler.

Galvani'nin meşhur kurbağa bacağına metal değdirince hareket ettiğini keşfetmesi 1786 yılı ve buna hayvan elektriği diyor[7]. Volta önce destek çıkıyor, ama sonra elektriğin hayvandan değil metalden kaynaklandığını buluyor ve bu sayede meşhur yığın-pile pilini yapıyor. Elektrik verdikleri hayvan cesetleri tepki veriyor. Sanki hayvana tekrar can verdiklerini düşünenler de var.

Napolyon, Volta'yı çok beğeniyor, hatta tırnağı ile Academy of Sciences of the Institut de France'da "Büyük Voltaire'e" yazısının son kısmını kazıyarak Volta'ya çevirdiği de kaynaklarda geçiyor[8]. Ama Galvani Napolyon'a boyun eğmiyor. Fakat ölü hayvan kaslarının elektrik ile hareket ettirilmesi o kadar farklı bir perspektif açıyor ki.

1816 yılı dünyada "Yaz mevsimi olmayan Yıl" olarak biliniyor[9]. O karanlık dönemde

Galvani'nin deneyi, 1818 tarihli Frankenstein romanına konu oluyor.

1820'de Oersted elektrik akımından manyetik etki oluştuğunu keşfedince, 1831'de Faraday'ın da deneyleri sonrasında, Resim ve Heykel Profesörü Samuel F.B. Morse 1835'de telgrafın çalışmalarına başlayıp 1837'de patent alıyor[10].

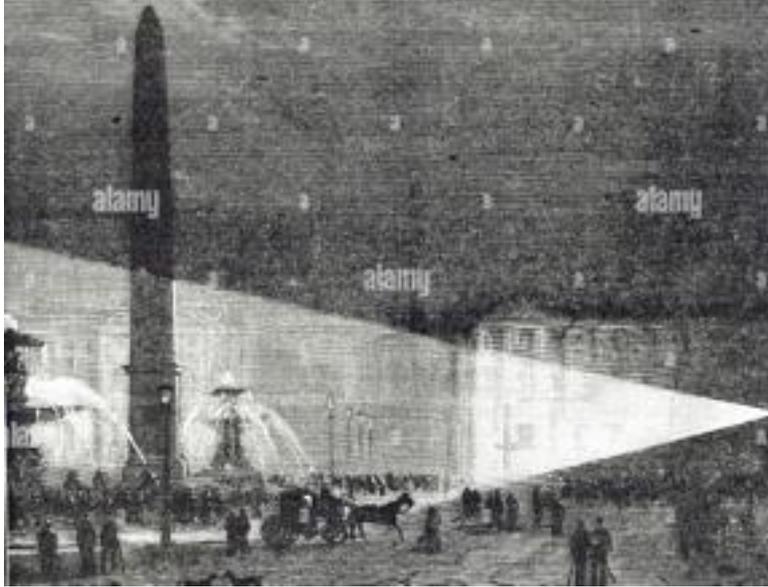
Morse Paris'te telgrafı deniyor. Hatta İstanbul'a davet ediliyor. Ortağı Chamberlain telgraf makinesini İstanbul'a getiriyor. Benim gibi tüm eski Boğaziçi Üniversitesi öğrencilerinin bildiği telnet [hamlin.cc.boun.edu.tr](http://hamlin.cc.boun.edu.tr)'nin Hamlin'inin evinde alet çalışmıyor. Sonra Chamberlain ölüyor.

İkinci olarak Amerikalı jeolog Lawrence Smith, Sultan Abdülmecid huzurunda 9-10 Ağustos 1847'de Beylerbeyi Sarayında deneme yapıyor. 22 Ocak 1848'de de ilk telgraf berat ve madalyasını Morse'a gönderiyor[11]. Bu hikayede çok önemli anekdotlar var[12].

Hepsini söylemeyeyim ama Sultan'ın "Fransız gemisi geldi mi?" sorusu, bu aracın ne için (istihbarat) kullanılacağı konusunda bir bakışı olduğu, gelişmeleri takip ettiği fakat Osmanlı bürokrasisine yenildiği ve İstanbul-Edirne hattını paşaların karşı çıkışı ile yapamadığı belirtiliyor. Yani ne kadar yenilikçi olursanız olun, bürokrasinizin statükosu kadar yenilikçi olabiliyorsunuz.

1843'te Morse ABD devletinden destek alıyor. 1848'de Associated Press, 1849'da Reuters kuruluyor diyelim. 1851'de ABD'de 50'ye yakın telegraf şirketi var.

Bu sırada karbon aydınlatma devam ediyor[13]. Paris'te Concorde meydanında gaz aydınlatmaların yanında karbon aydınlatma projektör gibi. Ama karbon aydınlatmanın bir özelliği var, karbon uçlar zamanla yanarak gidiyor, değiştirilmesi gerekiyor. Ama göze uygun yumuşak bir ışık değil.



Edison ve Tesla kısmını hızlı geçeyim. Açıkcası Tesla'nın Avrupa'dan gelmesi bazı şeyleri biliyor olması anlamına geliyor. Çünkü asıl akım savaşları Edison ve Westinghouse arasında. Tesla bence gizemler oluşturuyor ama biraz imaj biraz hayal gücü diyelim. Ama AC motor konusundaki çalışması takdire şayan. Fakat Westinghouse bu patenti çok da kullanmıyor. Fakat Tesla da benim anladığım mert bir adam, kendisine destek olan Westinghouse'u unutmuyor. Yani tarih karışık kişiliklerle dolu.

Belki bilmediğimiz ama tüm sistemin ana komponenti trafo tarihinde karşımıza çıkan Pavel Yablochkov'da 1876'da bir "step-up" yani gerilim yükselten trafo patenti alıyor, kendi elektrik şirketi de var. Bir sistemin en temel özelliği elemanlarını ne ölçüde kontrol edebildiğiniz. Akım ve gerilimi kontrol edecek araçlar aslında sistemi mümkün kılıyor.

Edison 1882'de Edison Electric Illuminating Company'yi kuruyor. Yani "elektrikli aydınlatma" şirketi, benim bildiğim sayaçlar biraz arkadan geliyor. Bu sebeple elektrik değil ampül başına para alıyor[14]. En büyük destekçisi JP Morgan, ama sistem çok ekonomik olmayınca işler değişiyor. İlk sayaçta da bakır şeridin ağırlığı ölçülerek fiyatlandırma yapılıyor[15].

Edison'un sistemi biraz bizim cep telefonu istasyonu sistemi gibi. Doğru akım kullandığından hatta ilerledikçe gerilim düşüyor. Bu sebeple her 1 milde bir tane

santral kurması gerekiyor. Tabii ABD mahkemeleri kaybolan bu elektriğin bedelinin Edison'dan alınmasını istiyor. Şaka tabii ki, ama tanıdık bir sürrealizm işte.

Gerilim düştüğü için 1 mil yarı çapında santral kurulması da kömür dumanı, is, gürültü demek.

Biraz geriden bakarsak, Volta'nın pili, özellikle o dönemde asit ve metalle elektrik üretmeyi olanaklı yapıyor ama o kadar metale kim para verecek. Faraday'ın hareket ve elektrik ilişkisini göstermesi ve sonrasında hareket eden nesnelere elektrik üretilabileceğini ispatlaması asıl oyun değiştirici oluyor. Yani yan yana bir sürü metal koymak yerine, dönen şeylerden elektrik üretebilmek ile elektrik çok daha ucuz oluyor.

Westinghouse ise Niagara şelalerinden elektrik üretme fikrini, yüksek voltajla da taşıma ile birleştirdiğinde, Edison savaşı kaybediyor. Fakat bu sistemi benim bildiğim Avrupa'dan alıyorlar[16]. Sanırım bir sürü ekipman da Avrupa'dan geliyor.

Uzun lafın kısıması, artık çalışan ABD-Avrupa karması bir elektrik sistemi var. Ama sorun şu, herkes isteğine göre elektrik alıyor. Tam serbest piyasa modeli. Bu da bir sürü üretici ve hat demek. Edison'un özel sekreteri Samuel Insull, kaynakları bir araya getirerek ekonomiklik sağlıyor, elektrik fiyatları düşüyor talep patlıyor.

Aslında kaynakları bir araya getirince bir ekonomiklik sağlanması da tüm enterkonnekte şebeke işinin temeli.

Gerçi Insull şirket skandalları sebebi ile kaçıyor ama 1934'de Türkiye'de yakalanarak iade ediliyor.

Daha yazardım ama bugünlük yeter. Çünkü bir iki boyutu daha var bu işin. Sıkıştırmaya gelmez.

---

[1] <https://www.aps.org/publications/apsnews/200010/history.cfm>

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Alessandro\\_Volta](https://en.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta)

[3] <https://www.bulbs.com/learning/history.aspx>

[4] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304388612000216>

[5] <https://www.wired.com/2017/01/the-physics-of-leyden-jars/>

- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Kite\\_experiment](https://en.wikipedia.org/wiki/Kite_experiment)
- [7] <https://www.historytoday.com/archive/months-past/galvani-discovers-animal-electricity>
- [8] <https://yalebooks.yale.edu/book/9780300266276/the-seven-measures-of-the-world/>
- [9] [https://en.wikipedia.org/wiki/Year\\_Without\\_a\\_Summer](https://en.wikipedia.org/wiki/Year_Without_a_Summer)
- [10] <https://www.britannica.com/technology/telegraph>
- [11] <https://istanbultarihi.ist/228-istanbul-haberlesme-tarihi>
- [12] <https://www.eskihayatlar.com/telgraf-osmanli-devletine-ne-zaman-geldi-0234/>
- [13] <https://www.alamy.com/an-engraving-depicting-the-first-public-electric-lighting-demonstration-made-by-leon-foucault-in-the-place-de-la-concorde-paris-the-existing-gas-lamps-in-the-in-their-standards-are-insignificant-by-comparison-with-the-new-arc-lamps-dated-19th-century-image235038438.html>
- [14] <https://www.nps.gov/edis/learn/kidsyouth/the-electric-light-system-phonograph-motion-pictures.htm>
- [15] <https://www.smart-energy.com/features-analysis/the-history-of-the-electricity-meter/>
- [16] [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_electric\\_power\\_transmission](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_electric_power_transmission)

# Enerji Dönüşümü Neden Doğru Gitmiyor ve Ne Yapılabilir?

Bir süredir etraftaki birçok uzmana enerji dönüşümü ile sorunun ne olduğunu soruyordum. Çünkü daha sorunlar ne anlamadan "enerji dönüşümü oluyor, dünya dönüyor, yoksa ölürüz biteriz" şeklinde fazla kafa karıştırıcı açıklamalar oluyor.

Niye olaya buradan bakmamız gerektiğinin çok basit bir cevabı var. Biz bu enerji dönüşümünü istiyor muyuz? Eğer cevap evet ise yapılması gereken çok basit. Herşey oluyormuş gibi davranmak yerine, herşeyin neden olmadığına bakmak gerekiyor.

Önden bazı keyfime kalmış "kabullerle" başlayabiliriz

1. Zaten bir enerji dönüşümü hep oluyor. Yıllardan yıla enerji ürünlerinin payları hep değişiyor.
2. Önce kapatıp sonra sistemin kendini ortaya çıkaracağını düşünmek inanılmaz naif bir yaklaşım, çünkü mevcut veya düşecek talep için fosil yakıt sistemini ayakta tutmak bile çok zor.
3. Petrol, gaz ve kömür fiyatları tüm fiyatlar üzerinde çok etkili, paradoksal gelebilir ama enerji dönüşümünün hızlanması için fosil yakıt fiyatlarının düşük olması gerekiyor.
4. Marjinal fiyat dünyasında, oyundan çıkmadığın sürece piyasa gücüne sahip olanlar herkese o marjinal fiyatı ödetir. Eğer gelişmiş ülkeler petrol, gaz, kömürde %25(kafadan bir rakam atıyorum) altına düşmezlerse, piyasadaki her türlü arz probleminin maliyetini öderler. %75'ten %25'e atlanamayacağına göre, yol bedellerle dolu. Sıcak bir dünya mı, yoksa **sıcak** bir dünya mı?
5. Cevabını bilmediğimiz bir soru var. Enerji de dönüşümün "kanununu" adım adım (enerji merdiveni) şeklinde mi olmak durumunda yoksa sıçramalar oluyor mu? Benim gördüğüm tek sıçrama petrol krizi sonrası Fransa'nın nükleer oranı ve o kadar çok sorun çıkıyor. Hatta bu başarıda imzası olanların evleri(Marcel Boiteux) çevreci ekiplerce gerçekten bombalanıyor. Oysa bugün Avrupa'nın emisyonlarını düşük göstermesinin mimarı bunlar.
6. Belki de işin doğası böyle. Belki ilk defa yapıyoruz zannediliyor olabilir. Oysa 1990'lar, 2005-7 dönemi de böyleydi. Neler hayal ettik, sonunda 97 mv/g'den 102 mv/g tüketime geldik, kömür-gaz tüketimini hiç söylemiyorum. Ama yenilenebilirde de bence süper yol katettik.

7. IEA World Energy Outlook 2016'ya da bakınca aslında 2 C hedefi var. Bu 1.5 C zordu. Çatırdıyor, normal. Ama şu ana kadar yapılanlar 2 C'de stabilize eder sanki

8. Dünya Avrupa değildir. Avrupa nüfusu dünya nüfusunun %5.5'i. Talep yok, büyüme sallantıda. Ama Avrupa o geleceği "parasıyla" öyle bir lanse etti ki, bu iş olur zannedildi. Oysa sorundan önce dönüşümün kendisi mega büyük.

İki tip ülke var. Kişi başı tüketimde bir doygunluğa gelmiş olanlar, bir de gelmemiş olanlar. Sanırım 5000 kWh/kişi bu nokta. Burada artık talep çok gitmiyor. Ama teknoloji değişir bu kabul de değişir. Doygunluğa gelmiş olan -gelişmiş ülkelerin- işi basit, zaten kömür santralleri 1980'lerde yapıldı, eskiyor, kapanacak, kapanır. Ama yine de karbon emisyon "free allowance" ve üstüne paralarla bayağı bir para aktardılar bu zaten kapanacak kömür santrallerine de.

Meşhur bir net sıfır raporunda tek bir yol var. Oysa dünyadaki 20 kişiden 19'u olmasa da, 15'inin ucuz finansmana erişimi yok. Avrupalılar da şöyle düşünüyor : "Benim bu hayatım var, işte dekarbonize edeceğim, elektrikli arabaya geçeceğim, herkes de üzerine düşeni yapsın". Tamam da o kişi başı tüketimin çok uzağında bir dolu ülke var. 20 kişiden 15'i oranın yakınında değil belki. Sadece Afrika'yı Avrupa'nın 3'te 1'ine (kişi başı enerjide) getirmek inanılmaz bir enerji tüketimi getirecek. Bazen Prof Timothy Synder'in konuşmasından daha gerçek bir Avrupa tanımı bulmanın zor olduğunu düşünüyorum[1].

Bence uzatmayayım. Neden gitmiyor:

1. Detaya hakim olmadan, genel çerçevelerle hareket edildi. Tüm maliyet hesapları da bunu yansıtıyordu. Gerçekten Excel hesapları ile bu dönüşüm politikaları planlandı. Oysa bugün ABD'de deki iletim sıraları, finansman problemleri, düzenleme gereklilikleri enerji dönüşümlerinin neden yavaş olduğunu gösterdi. Modern dünyayı "düzenleme düzenleme" bu şekilde inşa ettik, hızlı evrilmesi zaman alabilir.

2. Teknolojiler "olgun" diye tanımlandı ama bunların bir kısmının yüksek enflasyon ortamında ekonomik olmadığı ortaya çıktı. Concorde uçağından örnek veriyorum hep, süpersonik yolcu uçağı teknolojisi olgun mu olgun, peki neden öldü? Yenilenebilir teknolojileri nükleer gibi, tamam yakıt bedava ama önden büyük bir teknoloji yatırımı gerekiyor. Bir de bunlar pahalıysa iş daha da zor. Yüksek faiz ödeyen gelişmekte olan ülke iseniz (20 kişiden 15'i) çok çok daha zor.

3. Metriklerde sorun var. MW'ı en düşük güneş olabilir. Ama ülkelerin talebi MW'tan çok MWh ile hesaplanır, yani kapasite faktörü gerekli. O talebi karşılamak için 2-3 misli güneş-rüzgar yapması lazım. O MW hesabını 3'le çarpacağız. Bir de kontrol-depolama hiç girmiyorum o konuya. Parayı konuştuk, bu sektörler insan gücü, standartlar, düzenlemeler birçok paydaştan oluşuyor. Sürekli güncellenen "yumuşak" altyapı olmadan ilerleyemiyor. Oysa bu sektörler geliştikçe düzenleme de artıyor.

Açıkçası kendi gelişme direncini oluşturuyor. Gelişmekte olan ülkelerde ise birkaç poster yıldızı hariç o ilerleme yok.

4. Düzenleme ile herşey çözülür mü? ABD'nin son etki analizi kararında mesela yıllık etkisi 200 milyon \$ olmayan konuyu düzenleme diyor. Avrupa herşeyi düzenleyince yapay zeka şirketinden petrol şirketine hepsi ABD'ye kaçma planı yapıyor. Maden 10-15 yıl, offshore rüzgar 7-8 yıl, güneş bile giderek uzuyor. Avrupa da hedefleri yakalayamazsa şaşmamak lazım. Ama AB'nin amacı bu, daha çok düzenleme ki harmonizasyon olsun. Burada bir "captive state theory" var, çok girmeyeyim ama OpenAI'ın yaptığı gibi sektöre erken gelenler diğerleri giremesin diye daha çok düzenleme de isteyebilir. Böylelikle giriş maliyetini yükseltirler. Brüksel'in tabii ki bunlarla alakası yok neden dediysem.

5. Çok radikal bir dönüşüm planı paydaşların kafalarını allak bullak etti. Mesela sanayi sektörü, petrol sektörü. Eğer bu planlar radikal olmasaydı ilerleme sağlayabilecekken, "net sıfır geliyor, teknolojiler hazır" tamamları ile yatırım imkanı baktılar. Baktılar olacak gibi değil "hehe" diyerek -miş gibi devam ediyorlar. Çünkü adam o teknoloji maliyet etkin olsa bugün onu değiştirir. Maliyeti düşecek. Oysa yıldıan yıla %1 iyileşme hedefi konsaydı, %5 cepteydi şimdiye.

6. İklim değişikliği lobisi(bu arada daha çok artan oranda fosil lobisini aratırlar), sorunları sürekli örtme üzerine bir strateji izledi. İyi-kötü fakat sorunlar: inkarcılar-fosil şirketler-ısınan dünya. İnsanlara maliyetler düşecek dendi, düşmediği görüldü. Sanayiye o teknolojiler var dendi, olmadığı ortaya çıktı. Bangır bangır geliyor dendi. Artık hergün kötü haber okumaktan benim de moralim bozuluyor. 2007-8'e döner bu iş diye. Şu anda bile sorunları konuşmuyoruz. "Herşey var, herşey oluyor, bak OrtaDünya saat 12.34'ün 5.salisesinde %500 yenilenebilirden elektrik üretti". Alkış. Sayfayı çeviriyorsun, offshore rüzgar sektörü batıyor.

7. O kadar çok veri ve sayı var ki, her hikayeyi anlatabilirsiniz. Verinin anlamı kalmadı nerdeyse. Veri madenciliği ile sosyal medya ilgisini çekecek kozmetik yöntemler acaba görmemiz gereken gerçeği mi gösteriyor. Sayı görünce gerçek, senaryo görünce olacak zannediyoruz. Sayılar modellenmiş olabilir, o gelecek de birinin masasındaki politika. Ne yapacağız?

Peki sorunların bir kısmı bu. Ben de açıkçası düşünmeye devam ediyorum. Sadece artık terapi olarak yazmayı tercih ediyorum, sonra fikrim değişir belki. Türkiye için yazmıyorum, çünkü bizde çok daha farklı noktalar var. Çözümler:

1. Bir sorun ağacı çıkaralım, neden belirli şeyler ilerlemiyor, korkmadan detayları ile konuşalım. "How Big Things Get Done" kitabını tavsiye edebilirim. Çünkü sorun envanterini yaşadıkça görüyoruz ve sorun konuşmuyoruz. Sadece suçlama var : "devletler yapmıyor, şirketler yapmıyor vs vs". Fakat bunu sadece içeridekilere

sormamak lazım. İçeridekiler sistemi kendi kar maksimizasyonlarına yönlendirebilir. Dengeli (iç-dış-yeni girişimci) ayrımı lazım.

2. Dürüst olalım. Bu emisyonun sebebi tüketici ve biziz. Aynadaki kişi. Bedelini ödemesi gereken de biziz. Bu Dieter Helm'in kitabındaki de ana mesaj. Kim fosil şirketlerini suçluyorsa, bugün petrol talebi neden artıyor onu da açıklasın. Bu popülist kolaycılık kimseyi bir yere götürmüyor. İnsanların beklentileri ayarlanmalı "Bu maliyetli olacak, çünkü dünyayı kirletiyoruz ve bunun sebebi şirketler değil bizlerin tüketimi". Yoksa fiyat arttıkça destek kalmaz. Fransa'nın taşıma için karbon vergisinde başına gelenler, Avrupa'daki tüm ilerlemeyi belki 5-6 yıl geri itti.

3. Elektrifikasyon bence en önemli araç. Bunu hızlandıracak bir hedef yok. (Elektriğin toplam tüketimdeki oranının yıldan yıla %0.5 artması). Rakkam demiyorum. Elektriğin Payını Arttırma planı. Çin'e baktınız mı bilmem ama elektrifikasyon oranı birçok gelişmiş ülkenin çok ilerisinde. Bu bir ilerleme göstergesi. Elektrifikasyonu hızlandırmak en "mevcut" çözüm. Zamanla sistemde fosil yakıtlarda yenilenebilir ile değişebilir. Bence elektrifikasyon hedefi net, anlaşılır ve nasıl gidileceği belli

4. Finansman sorun. Yenilikçi ve yerli para birimleri ile (Hindistan vs) finansman mekanizmaları ve altyapıları kurulmaz/icat edilmezse o dolar borçlarla hiçbir Afrikalı ülke yatırım yapamaz. Bunun içinde organize piyasalarda yeni borçlanma araçları kurulabilir. Yine de finansman sorun.

5. Özellikle içeride üretilen fosil yakıtların önü kesilmemeli, fiyat dengesi, enflasyon kontrolü için çok gerekli. Eskiden petrol fiyatları eskisi kadar önemli değil derdik, ABD bazlı makalede de hala çok ama çok önemli çıkıyor[2]. Fosil yakıt öngörülebilirliği gerekiyor, en azından yakın dönemde. Az değil biraz çok yatırım kaçınılmaz, ki fiyatlar düşük kalsın. Yenilenebilir enflasyonist olmayan ortamda gelişir bence.

6. İnsan kapasitesi. Beğenelim beğenmeyelim, elektrik çok daha karışık bir sistem ve daha çok yetişmiş insan istiyor. Sistemin talebinden fazlasını eğitmek gerekiyor. Şarj istasyonları teknisyenlerinden belki yarın evirici destek sistemlerine çok daha fazla insan kaynağı lazım olacak. Daha dijital eğitim araçlarıyla bu işi yönetmek gerekecek.

7. Daha çok ve açık veri. Doğru veri var mı, düşünmem lazım, sadece altında güvenilir kurumların imzası olan sayılar var. Fakat yine de daha çok veri toplanması ve yayınlanması lazım. Borçlanma maliyetlerinden, gerçek istihdam rakamlarına. Sistemin nefes alışını anlık görmeden olimpiyatlara hazırlayamayız. Fakat bunu da yüke dönüştürmemek lazım.

8. Önceki enerji krizlerinde petrol verisinin önemi ortaya çıkmıştı. Şimdi boyut atlamamız lazım, belirlenen teknolojilerdeki yatırım süreleri MW kapasite gelişiminden daha önemli. Hava atmak gibi olmasın ama atmayalım bari, herkes zirve

fotoğrafını paylaşır, kimse o 5 gün boyunca ne kadar acı çektiğinizi bilmez. Zirveye değil yolculuğa odaklanmak, MW değil o MW gelene kadar başına gelenlerin istatistiği daha önemli olacak. Bunu şu anda ABD yapıyor.

9. Düzenleme limitleri koymak gerekecek. AB'nin son uygulamaları(daha kısa süreler - onlarda da süreler vardı ama artık mecburi zorunlu süreleri kıstılar, cevap verilmezse olumlu değerlendirme vs), ABD Circular A-4 bunun örnekleri : "zorunlu değilsen düzenleme". Çünkü dünya kaotik bir yer, o kaosun ne kadarına ayaklarını sokman gerektiği bir soru.

10. Kapasitenin belki bir opsiyon kontratı gibi görülmesi gerekir. Almanın da elde tutmanın da bir maliyeti olmalı. ABD'de FERC'in son kararları kapasite elde durdukça uzatmak için bir bedel ödenmesini gündeme getirdi.

11. Daima bir hedefin ideolojik olup olmadığını soralım. İdeolojik olan her hedef başarısız oluyor. Çünkü ideolojiler romantik bir ütopyada yaşarlar, keşke dünya da öyle bir yer olsa.

Terapi saati bitti. Belki sonra devam ederim.

---

[1] [https://www.youtube.com/watch?v=-Lg\\_q0\\_rTko](https://www.youtube.com/watch?v=-Lg_q0_rTko)

[2] [https://scholarworks.umass.edu/econ\\_workingpaper/340/](https://scholarworks.umass.edu/econ_workingpaper/340/)

# OPEC Yarın Ne karar Alacak diye Yarını Bekleyemeyenin Başına Gelecekler

Eceli gelen enerji analisti ne yapar? Fiyat tahmini. Tüm dünyadaki uzman enerji analistlerinin korkusu fiyat öngörüsü sorularıdır. Eveler geveler sağa atar, sola atar, "Çin de önemli, piyasa da sıkışık, armut da güzel, limon da ekşi, fiyat derken neyi kastediyorsun, brent mi, ürün mü, vergili fiyat mı" gider. Kibar Feyzo'dan bir tabirle Uyuz eşşek gibi kıvranmaya gerek yok, soru gelecek ile ilgili ve kimse geleceği bilemez. Ama kafamdaki senayo şöyle der anlatır geçer, rezil olup, insan olduğunu hatırlarsın.

Ama çok daha akıllı uzmanların üst seviye olanları izledikleri gösterge ve dinamikleri anlatır, bunların nasıl şekil alacağına baktığını söyler.

Bu yazının veya terapinin konusu, bir gelecek analizi. Çok biliyorum ya bir bu konu kalmıştı. Fakaaat, bu sefer bazı yapısal yöntemleri listeleyeceğim. Vaka çalışması olarak da yarın ki (30 Kasım 2023) OPEC+ toplantısı sonucunu seçiyorum. Başlıkta bu yazıyı, toplantıdan bir gün önce yazma ve sonuçlarına kötü şekilde maruz kalabilme ihtimalim anlamında, analizin trajik olduğunu ama buna rağmen başkalarına bir mekanik öğretebilirse bu trajediye degeceğini göstermek istedim.

Genelde ezik uzmanların bir huyu vardır. Sorarsın "nasıl yapıyorsun?", cevap verir "bu matematik değil, sanat". Çünkü kısaca şunu demek istiyor: "valla ben de mekaniğini çözemedim ama salak demeyesin diye, biraz da sana doya doya yukarıdan bakıp, sen zor yaparsın demek yerine sanat diyorum". Bir zümrenin kendilerini geçemesinler diye arkadan gelenlerin kafasına inşa etmeye çalıştığı pişikolocik bariyer.

Ben de bu kafaya çok karşıyım. Yani kendi eğitim ve iş tecrübem bana şunu öğretiyor. Herşeyin bir mekaniği var. Bu mekaniğin üzerine bilgi-tecrübe koyarak daha iyisini yapabilirsin. Ben de kendimce literatürden öğrendiğim mekaniği paylaşıyorum, bunu da bir örnek ile hatta salak olsan yapmaman gereken bir vaka analizi ile yapıyorum. Böylelikle mekanik ne kadar işe yarıyor siz karar verin.

Bu yönteme çizgi filmde esinlenerek ratatouille yöntemi diyelim. Herkes "iyi analiz yapabilir". Gusto'nun kılavuzu. Gerçi çizgi filmde fareden başka iyi yemek yapan yok ama takılmayalım. Zaten fareler yemek yapamıyor.

OPEC ve +(bir diğer ülke diyelim)sı, birlikte bir süredir piyasa "dengelemeye" çalışıyor. Dengeleme eğer havuz gibi düşünürseniz her seviyede çalkantıları azaltarak dengelenebilir. Fakat 30 Kasım 2023'e atılan sanal toplantıdan acaba ne karar çıkacak?

Önce bazı kurallardan başlayalım.

1. "Yarın ki petrol fiyatı kaç olacak?" sorusunun cevabına daima bugünkü fiyatı söylerseniz zaten %95 bilme ihtimaliniz bile çok yüksek.
2. Peki yarın ki kararın sonucu ne olacak? Mevcut durumun devamı. Bilmiyorsak istatistiksel geçmişe bakacağız. Bu baz senaryo olacak
3. Ama araba sadece dikiz aynasına bakarak sürülmez. Yani istatistiksel geçmiş yarına bir gösterge değildir. O zaman diğer ihtimal bir kesinti olacak ya da anlaşmazlık yüzeye çıkacak
4. İşte bu olasılık havuzuna odaklanırken bir dışsal nokta daha var, toplantı tekrar ertelenebilir.

Sorun çözüldü, bilimsel.

Bir diğer noktaya gelelim Philip Tetlock'un Dan Gardner ile olan "Superforecasting" kitabında bazı tüyolar verir. Mesela daha sonra gazete makalelerine konu olmuş, "dart oku atan bir maymunun uzmandan daha başarılı olması" konusu çok tartışıldı. O zaman uzmanlıklar niye var diye.

Burada çok kritik bir noktaya geliyoruz. Analizini dikkate almamanız(olumsuz) gereken uzman kendi analizine güvenen ve arkasında durandır. Eğer şunu derse yırtar : "Son bilgilerle anlık görüş angörü(ön değil angörü) budur". Yani Tetlock'un konu ettiği projenin sonucu bu. Analizi daha başarılı olan insanların temel özelliği de sürekli yeni bilgi ile güncellemesidir. Güncelleyenler uzmanlardan daha başarılı. Yani başarılı analiz bir "hareketli hedef"tir.

İşte burada denek uzmanımızı tekrar test etmeniz gerekiyor. Her yeni gelen bilgi ile analizini nasıl güncelledi geçmişte. Başta da böyle düşünüyorum diyorsa, dart atan maymunu evlatlık edinin.

Bir iki de yöntem vardır:

1. Aktör analizi yapmak, tembel işidir. Dünyayı kafamızdaki küçük adamlar yönetse ne olur. İşe yarar mı? Yani dart atan maymun bile başarılıysa, aktör analizi tabii ki başarılıdır. Seviye artık neredeyse? Buradaki sorun şu, aktör diye basitleştirdiğimiz yapılar heterojon olabilir. Sistemin daima kendi iç çatışmaları vardır. Yoksa sınır koşullarına yapışır.
2. Ağaçta bir elma ne kadar sallansa da, şartların onları düşmeye zorlayacağı yer aynıdır. Yani aktörü kestirmek yerine, ne yapmak zorunda kalacağını anlamak önemlidir. Bu da daha önceleri Stratfor'un metodolojisiydi. Başarılı mı? Alternatif
3. Senaryo analizini başka seansta ayrı anlatacağım.

Diğer yapısal teknikler de var. Ama işin ana iki tane başlangıç noktası var

1. Ana soru ne? Tamam da bu analiz kimin ne işini çözecek. Bazı kimseler var, herşeyi sorar sorar sorar sonra "ya önemli değilmiş" der. Bu korku itişli analist. Bunlar korkuları ile yönetildiği için her riski anlamak ister. Risklerin kendisine dokunmadığını anlayınca "varsın yansın dünya"ya çeker. Ama "gerçek soru ne?" zaman harcamanız gereken tek soru. Bu size bir sonraki ana soruyu açacaktır. Alice'in tavşanı bu sorudur "Ana sorumuz ne?". İyi soru sorabiliyorsanız, iyi analiz yapma ihtimaliniz yüksek. Sorulara odaklanın önce.

Bu analize gelirse, OPEC+ kararı konusundaki ana soru "OPEC+ fiyatların düşmesine göz yumacak mı?" hem de COP28 öncesi saldırılar artmışken.

2. Ana kabüller ne? Tüm analizlerde ana kabüller (main assumptions) esastır. Önünüze gelen her analizde ana kabülleri sorgulamanız gerekir. Çünkü kabüller sonuçlarını göreceğiniz "alternatif dünyayı" oluşturur.

Şimdi analize bakalım.

Ana soru ve başlığımız : "OPEC+ fiyatların düşüşünü seyredecek mi?"

Ana kabüllere gelelim:

1. OPEC+ ülkeleri (detay yazamıyorum politika yapmayalım), bu anlaşmaya ne kadar değer veriyor, hangileri?(benim kafamda değerler var ama yazının konusu değil)
2. Dünya talebi yıllık en düşük talep dönemine geldi.
3. Sadece 2 Afrika ülkesinde sorun var deniliyor. Diğer ülkeler için bir sorundan bahsedilmiyor. Analizimizde üçüncü bir ülke ile olan sorunu değerlendirmiyoruz. Ya da bir uyarı cümlesi geçebilirsiniz.
4. Toplamda 180bin v/g bir üretim kotası problemi görünüyor.
5. Daha önceki toplantılarda bir kesinti olursa, bir petrol bakanı metafor ve orijinal kavramlarla kesinti kararını açıkladı. Kesinti olmazsa sessiz kaldılar
6. Petrol fiyatlarında bir mevsimsellik var ve Aralık sonuna kadar pek de hareket etmiyor. Sebepleri var(yıl sonu, talep düşük, soğuk vs)

Tüm başarılı analizlerin ortak özelliği neydi? sürekli güncellemek. 2 günde bir güncellesem, aslında 4 gün önceki analizimi kim nereden hatırlayacak. Bu da işin

aldatmacası ama diğer taraftan da bilimsel gerçeği. Katı analiz yoktur, zamana göre güncellenen analiz vardır.

Şimdi istersek senaryo yaparız. Örneğin

1. Baz senaryo olarak OPEC+'ın kesintileri aynı şekilde devam ettirerek, Nisan dönemini bekleyeceğini düşünüyoruz
2. Eğer baz senaryoya muhalif bir durum olursa, bunun "ilginç bir gerekçelendirmesini" bekleyebiliriz. Baz senaryoya alternatif olarak üretim arttıramayacaklarına göre (ki bu OPEC için en kötü senaryo ama olmaz olmaz demeyeceğiz), ek bir üretim kısıntısı beklemek doğru olur. Şimdi bir diğer noktaya geleceğiz, olasılığı ne, ne kadar? Bu konuda net rakam veremeyiz, artık uzman bakışınıza kalmıştır. Ben %25 diyorum
3. OPEC+ için en kötü senaryoyu da analizin sonunda "olmaz olmaz dememek lazım" ama üyeleri terbiye etmek için büyük oyuncular üretimi de arttırabilir ki, Afrikalı ülkeler için iyi bir mesaj olmaz da diyelim

Kafamızdaki tüm senaryoları kapsadık. Detay yazabiliriz istersek, grafikte güzel olur. Bir şey anlatırken çocukluğumuzdan kalan harflerini okuyamadığımız resimli masal kitapları etkisi gerçek. Her gelecek hikayesi bir masal ama sesli dile getirmeyelim. Devler var mı? Çocuk gözünden var.

Senaryo analizi bizi kesmedi, ama içeride tanıdık da yok diyelim. Gerçi analizleri en çok saptıran içerideki tanıdıktır, mesela Twitter'da "Bir OPEC ülkesi temsilcisi". Bilgilerimizi son ana kadar güncellemek istiyoruz. Twitter'da opec yazıp latest'da bazı OPEC kaynaklarına bakıyoruz. Petrol fiyatlarına bakıyoruz, bilgilerimizi güncellemeye devam ediyoruz. Güncelleme esastır. Analize sadece kağıtta nokta koyarsınız, yoksa kafanızda bile yaşamaya devam eder.

Şimdi de ikinci yönteme geçebiliriz. Yani ana kabuller sonrası ne karar almak zorundalar?

Önce bir ortamı hazırlayalım:

"Dünya petrol talebi son çeyrekteki zayıf seyrine devam ediyor. Fakat Çin ve ABD'de göreceli toparlanma, (buraya çok dikkat) 2024'ün birçok ülkede seçim yılı olması, (ne alaka?), seçimlerin enflasyonist ve tüketimi arttırıcı olması sebebiyle, 2024 yılının önemli bir kısmında güçlü talep beklenebilir. Ama aynı yıl için de güçlü talep ve resesyon ihtimalleri de geçmişte görüldü(her zaman bir uyarı da atmak gerekir)"

Şimdi şartlar, hangi pozisyonları zorlar?

1. OPEC+ anlaşmaya değer verdiğini göstermek zorunda, yoksa bu kadar iç tartışma olmazdı. Yani anlaşmaya sadık kalmamanın maliyetini çok yüksek görüyorlar. Kısaca üretimi arttırma en son ihtimal ki pratikte anlaşma sonunu gösterir.
2. Afrika ülkeleri ne kadar müzakere etseler de, bir anlaşma olmadığı haberi fiyatları düşüreceğinden bayağı bir gelir kaybına sebep olur, bunu mutlaka hesaplıyorlardır. Ama rasyonel aktör olmak demek, her zaman rasyonel hareket etmeyi gerektirmez.
3. Sanal bir toplantıya çevrilmesi, çok ciddi bir sorun olarak göstermeme endişesi olabilir. Özellikle IEA-OPEC kavgasının ortasında ya Mahsun'un "Yıkılmadım Ayaktayım"ı söyleyecekler, ya da İbo'dan "Nankör Kedi". Daha önce de yıkılmadım şarkısını tercih ettiler. Tercihler bizi biz yapar.
4. Fiyatlar düşerken OPEC+ bu durumların içinden yarasız-beresiz çıkmakta çok zorlandı. Kartel olmanın sefası talep artarken çekiliyor, talep düşerken acıların paylaşımı konusunda karar almamak en optimum çözüm oluyor. Ama yarasız çıkış yok.

Şimdi biraz daha analizi katmerlendirerek yukarıdaki pozisyonları sıralayabiliriz. "OPEC'in ihtiyaç oldukça toplanacağı düşünülürse, mevsimsel petrol fiyat hareketleri ile değerlendirildiğinde, Aralık döneminin de zor olacağı söylenebilir. Çünkü yılın en düşük fiyatlarının önümüzdeki 1 ay içinde görülmesi muhtemeldir(kısaca fırtına bu sefer geçmemiş olabilir)".

Bu son kısmın özelliği de şu, iyi bir analizde bir sonraki adıma dair de bir şey diyebilmeniz gerekir.

Son kısım ile ilgili bir yazma kuralı var. Ben çok beceremiyorum ama kısaca "en iyi ikinci cümle en başa en iyi cümle de en sona koy". Yani sona gelebilen okuyucuyu mutlaka ödüllendir.

Deneyelim. İşte bu son cümle başkalarının analizi okurken akışına kapıldıkları göremedikleri ama yalın bir çıplaklık gibi çarpan şey olmalı. Çünkü iyi bir analiz okuyucunun kafasında dönmeye devam etmeli, bunun için de düşünsel alanını genişletmeli. Çok biliyorum ya sıra bende:)

"Her ne kadar OPEC kararı petrol fiyatlarında uzun dönemli çok önemli bir hareketlenmeye sebep olmayacak gözükse de, dünyada artan talep ve rafineri kısıtları sebebi ile, tüketici ham petrolün ötesinde ürün fiyatlarına ve bu artışlara daha çok maruz kalmaktadır. Önümüzdeki dönemde rafineri ve ürün problemleri, tüketicinin baktığı noktadan çok daha anlamlı olabilir. Dizel marjlarının %4 güçlendiği, benzin marjlarının da %2 güç kaybettiği noktada, oyun değiştirici olmayan bir OPEC kararının nihai tüketici fiyatlarına etkisi bu ürün marj hareketleri kadar bile olmayabilir.

OPEC sert veya beklenmeyen bir karar alırsa da hem kağıt piyasalara hem de bizlere bir ders verecek, rakip ve alternatif üreticileri sevindirecek. Kısaca her şartta birileri sevinecek ama bu OPEC olmayacak."

Sanat mıymış? Hayır. Herkes çok daha iyisini yazabilir.

## Enerji Senaryoları Nasıl Yapılır

Bir önceki [analizde](#), enerji senaryolarını ayrı yazacağımı söylemişim. O yazı bu.

Enerji analizi yaparken, veya başka analizlerde kullanılan bir diğer yöntem de senaryo analizidir. Bu sefer çok daha kısa olarak yöntemi anlatmaya çalışacağım

Kısa, esprî yok sadece konu.(Aslında Sohbet Karbuz ile Petrol Nedir? Makaleminden dolayı çok tebrik etti ama havaya girmeyeyim, Sohbet hocadan aferin almak zordur)

Bu satırları yazarken bile sürekli aklıma Petrol Ofisi'nin 2005 yılında yaptığı Enerji Senaryoları geliyor. Benim senaryo alanıma intikalim 2005'te WEC (Dünya Enerji Konseyi) Küresel Enerji Senaryolarına dahil olmam ile başladı. Daha sonra Türkiye için senaryolar çalışmasını tekrarladık[1]. Daha sonra bir analiz yöntemi olarak defalarca da kullandım.

Neden senaryo analizi yapıyoruz? Sistemik bir şekilde belirsizlikleri ve bunlardan kaynaklanan oyun alanını belirliyoruz. Bu oyun alanından nasıl etkileniriz bunları çıkarıyoruz. Geleceği değil, belirsizlikleri keşfediyoruz.

Peki senaryo çalışması nasıl yapılır?

İlk ana sorumuz: dünyayı veya bizleri ne tip belirsizlikler bekliyor, bunların en önemlileri hangileri?

Dolayısıyla uzman veya değil, ilgili bir çok kişiyi bir araya alıp, veya 5-6 kişi ile önce önümüzdeki 30 yıldaki en önemli belirsizlikleri alt alta listeliyoruz.

Örneğin belirsizlikler finansal yapı, çok kutuplu dünya, veya daha mikro olarak yenilenebilir maliyetleri vs gibi konular olabilir. Genelde politik belirsizlikler ilgi çeker ama odaklanmak önemli.

Çıkan tüm bu belirsizlikleri bir araya toplayarak uzmanlara bu sefer puanlatıyoruz. Yani hangileri sizin iş akışınız için diğerlerine oranla daha etkili. Birkaç puanlama yöntemi olabilir. Önce 1,2,3 diye puanlatıp sonra 3'leri kendi içinde vs de puanlatabilirsiniz.

Özellikle iklim değişikliği konusunu senaryo girişine almayın, her senaryodaki gidişatını değerlendirmek daha mantıklı. Çünkü öyle ya da böyle gelecekte senaryo ne olursa olsun bu konu önemli olacak.

Ben yazdığımız 2006'daki rapordaki gibi politik konulara giremeyeceğim ama daha teknik bir noktadan geleyim. Biraz sıkıcı olacak ama benim "varsayalım İsmail" grubum iki parametreyi en önemli buldu. Bunlar

1. Elektrifikasyonun,
2. Enerji Teknolojilerinin

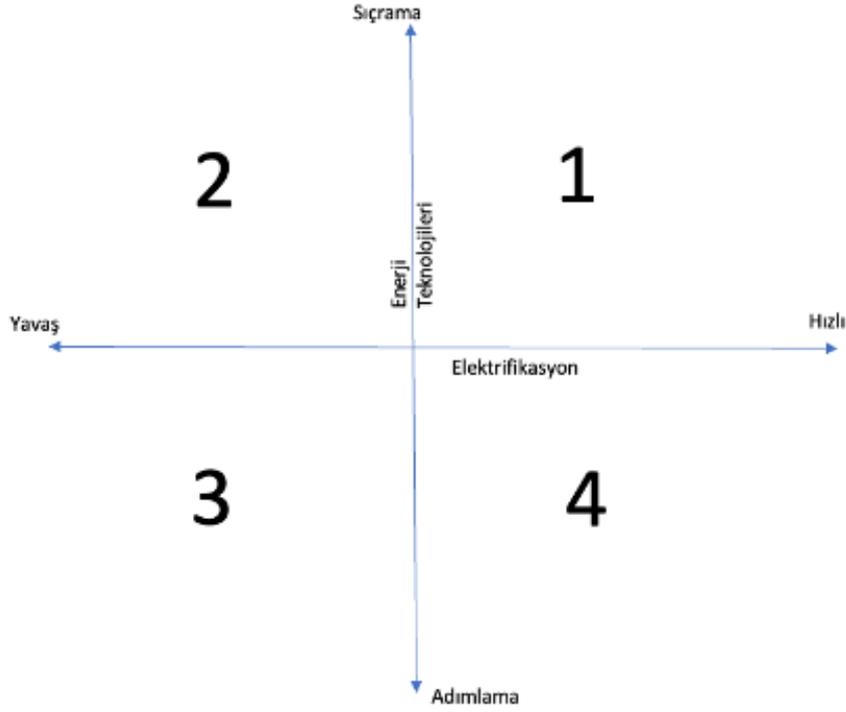
gidişatı.

Bunun sebebi de benim kişisel bakışım. Jeopolitiğin çok gündem doldurmasına rağmen savaşları bile teknolojinin kazanmasından dolayı daha teknoloji temelli bir bakış açısını faydalı buluyorum. Sayfa 2 ilgi çekiyor olsa da, para iç sayfalardan kazanılıyor. Belki enerji teknolojileri arttıkça jeopolitik gerilimlerin anlamı kalmaz. Coğrafya tabii katedir, 3 veya 4 boyutlu bir dünyada yaşıyoruz (3 veya 4 dedim, çünkü an nedir tartışmasına girmeyeceğim), ama teknoloji insanı ve yapabileceklerini başka bir boyuta taşır.

Şimdi benim için en büyük belirsizlik olan bu iki parametreyi en uç noktalarına çekiyorum. Mesela

1. Elektrifikasyon: Burada en kötü senaryo küresel tüketimdeki payının çok az artması diğeri de çok hızlı artması
2. Enerji teknolojilerinde de iki uç sıçrama ya da adımlama(incremental) olsun

Şimdi bu iki parametre (elektrifikasyon ve teknoloji) bizim eksenlerimiz olsun, Elektrifikasyon x eksenini yani yatay eksen, enerji teknolojileri de düşey y-ekseni.



Bu şekilde belirsizliklerimiz ve bu belirsizliklerin hareket alanını belirtmiş oluyoruz. Şimdi 4 ayrı senaryomuz oluştu.

Bu senaryolar

1. Hızlı elektrifikasyon – enerji teknolojilerinde sıçrama
2. Yavaş elektrifikasyon – enerji teknolojilerinde sıçrama
3. Yavaş elektrifikasyon – enerji teknolojilerinde adımlama
4. Hızlı elektrifikasyon – enerji teknolojilerinde adımlama

Şimdi bu senaryolara isim verelim, yapay zeka yardımı ile grafik de oluşturabiliriz. Bu isimlendirme genelde metaforlardan alınır iyi olabilir. Mesela

1. Yarının Dünyası
2. Geride Bırakılanların Yükselişi
3. Uzun yeşil yol
4. Bugünü Güçlendirmek

Böyle artistik şeyler de yapabiliriz, film isimleri, efsaneler, doğadan isimleri vs vs diye gidebilir.

Şimdi bu noktada elimizde bir modelimiz var mı? Var ise, bu model giriş parametrelerini bu senaryolara göre şekillendirip modeli çalıştırıp sonuçları görebiliriz.

Eğer model yok ise, kendimiz bu 4 senaryoda hareket planımızı belirlememiz için izlememiz gereken parametreleri belirleriz. Ben yine örnek vereyim

1. Yenilenebilir üretimin payı
2. Tüketici maliyetleri
3. Karbon mekanizmaları
4. Piyasa yapısı
5. Dışa bağımlılık

Bu 4 senaryonun herbirinde aynı şablonu kullanıyoruz

1. Senaryoya giriş ve ortam (bu senaryoda ortam nasıl)
2. Senaryo esnasında parametrelerin gelişimi
  - a. Yenilenebilir üretimin payı vs
  - b. vs
  - c. vs
3. Bu gelişimlere karşı her parametrenin istenen yöne gitmesi için öneriler

Senaryo çalışmasında önemli konulardan biri de en başta belirlemeniz gereken zaman dilimleri, yani neye kısa dönem, orta ve uzun dönem diyorsunuz? 5 yıl kısa, 15 yıl orta, 30 yıl uzun dönem olabilir.

Ben şimdi bir adım ileri götüreyim. Bu 4 senaryodaki risklere karşı ne hazırlığınız var? Bu riskleri getiriye dönüştürebilir misiniz? Hangi fırsatlar var. SWOT yapın demiyorum, ama temelde senaryolarda iki şey istersiniz

1. Riskleri tam olarak belirlemek(ve önlem almaya çalışmak)
2. Fırsatların altını çizmek(ve adımları belirlemek)

Bunu yaparken, grup çalışması şeklinde yapmak çok mantıklı. Aslında artık tamamında Menti gibi uygulamalar kullansanız daha başarılı olur. Çünkü bu çalışmalarda sesi çıkmayanların da çok iyi fikirleri olabiliyor. Menti gibi uygulamalar bunları görünür kılıyor.

Kısa bir senaryo çalışması bu şekilde yapılabilir. Jeopolitik gerilimler vs katınca da acılı adana gibi olur ama tekrar bir önceki makalede anlatmaya çalıştığım konuya geliyoruz. Ana sorunuz ne? Yoksa senaryo kolay.

Tekrar başa geleyim. Peki biz bu analiz yöntemini neden kullanıyoruz? Geleceği bilme işini umarım artık başka bir yere bıraktınız. Her gördüğünüz enerji uzmanına petrol kaç olacak sorusunu sormanız bilmeyi değil, adamı test etmek istediğinizi gösterir. Adama izlediği parametreleri sorun

Bu analiz ile farzedelim bir yatırım yapacaksınız. Ama etkileri ne bilmiyorsunuz, veya riskleri. Bu şekilde her halükarda aşağı yukarı olabilecek tüm riskleri bir "çerçeve ile" sunuyorsunuz.

Bu terapi de burada bitsin.

---

[1] [https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/enerji\\_senaryolari\\_raporu\\_304.pdf](https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/enerji_senaryolari_raporu_304.pdf)

## Balance of risks



## Petrol Fiyat Tahmini Nasıl Yapılır?

Petrol fiyat tahmini nasıl yapılır. İlk cümlede sonucu vereyim. Yapmayın, gelecek fiyatlarını (futures) alın. Yazı bu kadar. Kalanı benim terapi.

Petrol fiyat tahmini yapmakta bir şey yok. Kime sorsan söyler bence. Fakat şirketlerin aradıkları tahmin "**gerekçelendirilebilir**"(credible) tahmin. Bunun için ise birkaç yöntem var. Fakat siz yine **gelecek fiyatlarını alın**, çünkü finansal raporlarda da o kullanılıyor.

Bir önceki yazımızdaki senaryo analizine göre farklı fiyat oluşumları yapabilirsiniz ama nasıl açıklayacaksınız? Bunun için FT'de yayınlanan "Robot stok analistleri:Aynı bizim gibiler"[1] yazısı bence önemli. Yazıda geçen "*Davranışsal Makine Öğrenmesi? Şirket Kazançlarına bilgisayar tahminleri de aşırı tepki veriyor*" makalesi ilginç bir fenomeni ortaya koyuyor: Fiyatı oluşturan etkenlerden biri de bizim "önyargı"(bias)'larımız ve modellerin başarısı bu önyargıları doğru yansıttığı ölçüde başarılı.

Petrol fiyat tahmini yapmadan önce çok teorik olarak bakarsanız 3 şeyi bilmeniz gerekiyor. Arz, talep ve stok seviyeleri. Fakat makalede geçen model veya algoritma, yeni gelen bilgiye daha fazla tepki veriyor. Buna insanlarda "**recency bias**", **güncellik önyargısı** diyoruz. Araştırmacılar bu önyargıyı etkisiz hale getirdiğinde ise algoritmanın başarısı düşüyor. Yani sistemik aşırı tepki önyargısı ile ortalama tahmin başarısı doğru orantılı çıkıyor. Saf algoritma başarılı değil, içine biraz insanlık da girmesi gerekiyor.

Petrol fiyatlarının bir dönem stok seviyelerine tepki verdiği doğru. OPEC stratejisini de bu oluşturuyordu. Özellikle OECD ticari stoklarının durumu bir zaman belirleyici oldu.

Fakat toplam stoklar değil. Çünkü toplam stoklarda ABD stratejik petrol rezervlerinin düşüşü modelleri ters etkilemiş olabilir.

Son dönemde petrol fiyat tahminlerinde gözlemlediğimiz bir diğer ilginç yapı ise Oxford Energy'nin aylık petrol raporundaki farklılaştırma

	Forecasts											
	2021	2022	1Q23	2Q23	3Q23	4Q23	2023	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	2024
<b>Price outlook</b>												
USD/b												
Brent reference	70.4	99.8	81.4	78.2	86.8	94.0	85.3	90.1	85.6	87.9	82.0	86.8
Brent prospect	70.4	99.8	81.4	78.2	86.8	92.9	84.8	95.3	94.1	89.4	81.0	89.9
Brent low	70.4	99.8	81.4	78.2	86.8	87.2	83.4	79.2	75.3	73.7	67.3	73.9
Brent high	70.4	99.8	81.4	78.2	86.8	100.3	86.7	106.1	106.4	100.6	96.7	102.7
<b>Price drivers</b>												
USD/b												
Geopolitics	-1.9	15.4	1.1	-1.8	-2.4	0.1	0.0	1.0	1.5	0.9	0.9	1.1
Supply	4.3	2.4	-1.2	3.6	5.7	0.0	0.0	1.4	2.4	1.9	-0.7	1.2
Demand	22.8	-1.2	-1.8	1.3	2.6	-1.8	-0.4	2.9	3.6	-1.3	-1.2	1.0
Speculative	2.9	12.8	-4.9	-8.3	2.8	-	-	-	-	-	-	-
<b>Balance of risks</b>	-	-	-	-	-	-1.7	-0.4	5.3	7.5	1.4	-1.0	3.3
Downside risks	-	-	-	-	-	-7.4	-1.8	-10.8	-11.3	-14.3	-14.7	-12.8
Upside risks	-	-	-	-	-	5.7	1.4	16.1	18.8	15.7	13.7	16.1

Kısaca petrol fiyat tahminini düşük-yüksek diye ayırırken, bu hareketlerde de ayrıştırmaya girerek jeopolitik, arz, talep ve spekülasyon diye 4 ayrı kısma ayırmışlar. Ayrıca bir diğer nokta da bunun grafiklendirilmesi.

## Balance of risks



Petrol fiyat tahmini kadar iletişimi de çok ama çok önemli. Bu sebeple son dönemlerde gündemimize giren iki konu çok önemli.

1. Angörü (nowcasting), yani öngörü değil, önümüzü göremiyoruz ama bugünkü aklımız böyle diyor. Anlık görü.
2. Belirsizlik(fan) şekilleri. Bu grafiklerde belirsizlik alanları için de bir ölçü verilir[2]. Aslında tek bir fiyat tahmini çok saçma, bunun yerine OxfordEnergy gibi açılan bir alan grafiği(fan chart) hatta farklı renklerde belirsizliklerin ayrıştırılması çok daha mantıklı. Çünkü biraz mütevazilik gerekiyor, fiyatı emin olmadığımız bir alan olarak belirtmek daha doğru

Mesela Uluslararası Enerji Ajansı'nın(IEA) son Küresel Enerji Görünümü 2023'deki fiyat tahmini[3] de aşağıda verilmektedir. Her Küresel Enerji Görünümünde bu fiyat tahminleri yer alır. İşin kurtları bir önceki rapordan değişime bakarlar.

Fakat IEA de çoğunlukla tüm uluslararası kurumlar gibi gelecek fiyatlarını alır. Senaryolara göre farklılaştırır.

**Table 2.2** ▶ Fossil fuel prices by scenario

Real terms (USD 2022)	2010	2022	STEPS		APS		NZE	
			2030	2050	2030	2050	2030	2050
IEA crude oil (USD/barrel)	103	98	85	83	74	60	42	25
<b>Natural gas (USD/MBtu)</b>								
United States	5.8	5.1	4.0	4.3	3.2	2.2	2.4	2.0
European Union	9.9	32.3	6.9	7.1	6.5	5.4	4.3	4.1
China	8.8	13.7	8.4	7.7	7.8	6.3	5.9	5.3
Japan	14.6	15.9	9.4	7.8	8.3	6.3	5.5	5.3
<b>Steam coal (USD/tonne)</b>								
United States	67	53	46	41	43	26	27	23
European Union	122	290	67	69	68	53	57	43
Japan	142	336	98	77	80	59	65	47
Coastal China	153	205	96	80	79	62	64	49

Notes: MBtu = million British thermal units. The IEA crude oil price is a weighted average import price among IEA member countries. Natural gas prices are weighted averages expressed on a gross calorific-value basis. The US natural gas price reflects the wholesale price prevailing on the domestic market. The European Union and China natural gas prices reflect a balance of pipeline and LNG imports, while the Japan gas price is solely LNG imports. The LNG prices used are those at the customs border, prior to regasification. Steam coal prices are weighted averages adjusted to 6 000 kilocalories per kilogramme. The US steam coal price reflects mine mouth prices plus transport and handling costs. Coastal China steam coal price reflects a balance of imports and domestic sales, while the European Union and Japan steam coal prices are solely for imports.

Kısaca fiyat tahminlerini göstereceğiniz yukarıdaki iki kurum harici kendi tahminlerinizi yapmak isterseniz ne yapacaksınız. Gelecek tahminlerini nereden bulacaksınız. Bu konuda "Gelecek 18 Aydaki Türkiye Enerji Fiyat Eğrilerinin Projeksiyonu"[4] diye de bir yazıma erişebilirsiniz.

Örneğin ICE Intercontinental Exchange'in web sayfasında gelecek aylardaki tüm fiyat oluşumları veriliyor[5]. Hatta bunların günüçi (yani Mart 2024) işlemleri ile ilgili bilgileri de görebilirsiniz. Aşağıdaki tablo ICE'da Brent fiyatıdır.

CONTRACT	LAST	TIME(GMT)	% CHANGE	VOLUME
MAR24	79.320	12/1/2023 10:18 PM	0.688	231427
APR24	79.080	12/1/2023 10:14 PM	0.688	90010
MAY24	78.910	12/1/2023 10:14 PM	0.686	56637
JUN24	78.730	12/1/2023 10:14 PM	0.688	104235
JUL24	78.290	12/1/2023 9:49 PM	0.320	18155
AUG24	78.220	12/1/2023 10:14 PM	0.686	13221
SEP24	77.920	12/1/2023 10:14 PM	0.665	27907
OCT24	77.620	12/1/2023 10:14 PM	0.544	5483

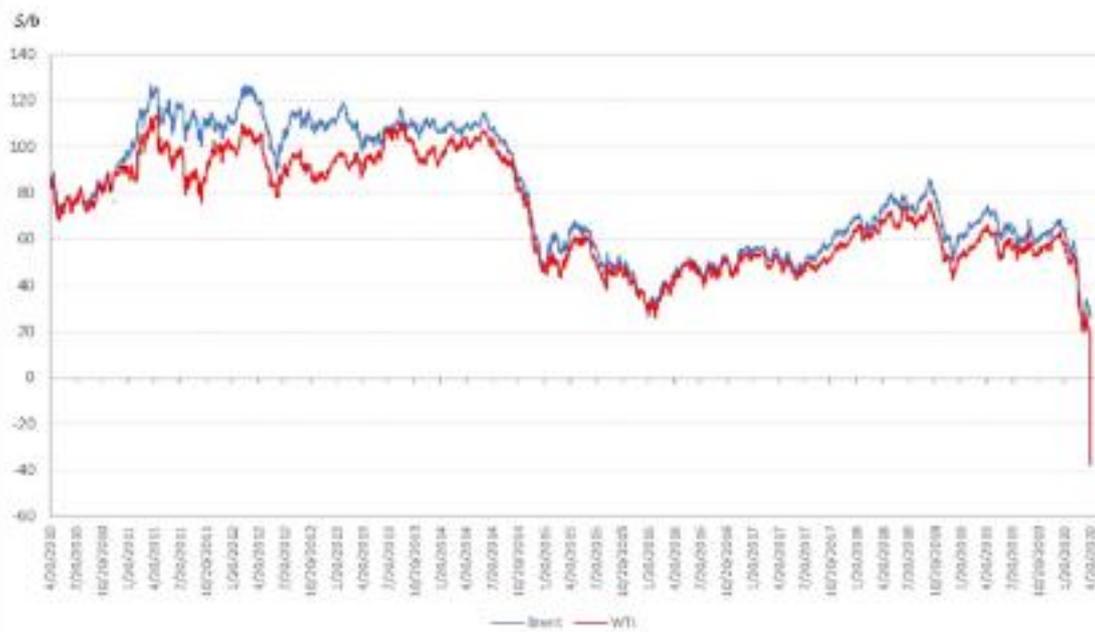
Bu yazı için bu fiyatları göstereyim derken bir şey farkettim. Şu en sağdaki "Volume" hacim kısmını görüyor musunuz? Mart, Haziran, Eylül hacimlerine bakınca bunların diğer aylardan daha yüksek olduğunu görüyoruz. Bir sebep bul deseler, hedge edenlerin 3'er aylık dönemlerini yansıtıyor derim.

Tabii tek bir yer yok. Ayrıca CME Group'da hafif ham petrol fiyatlaması yapıyor. Onun gelecek fiyatı da aşağıda[6].

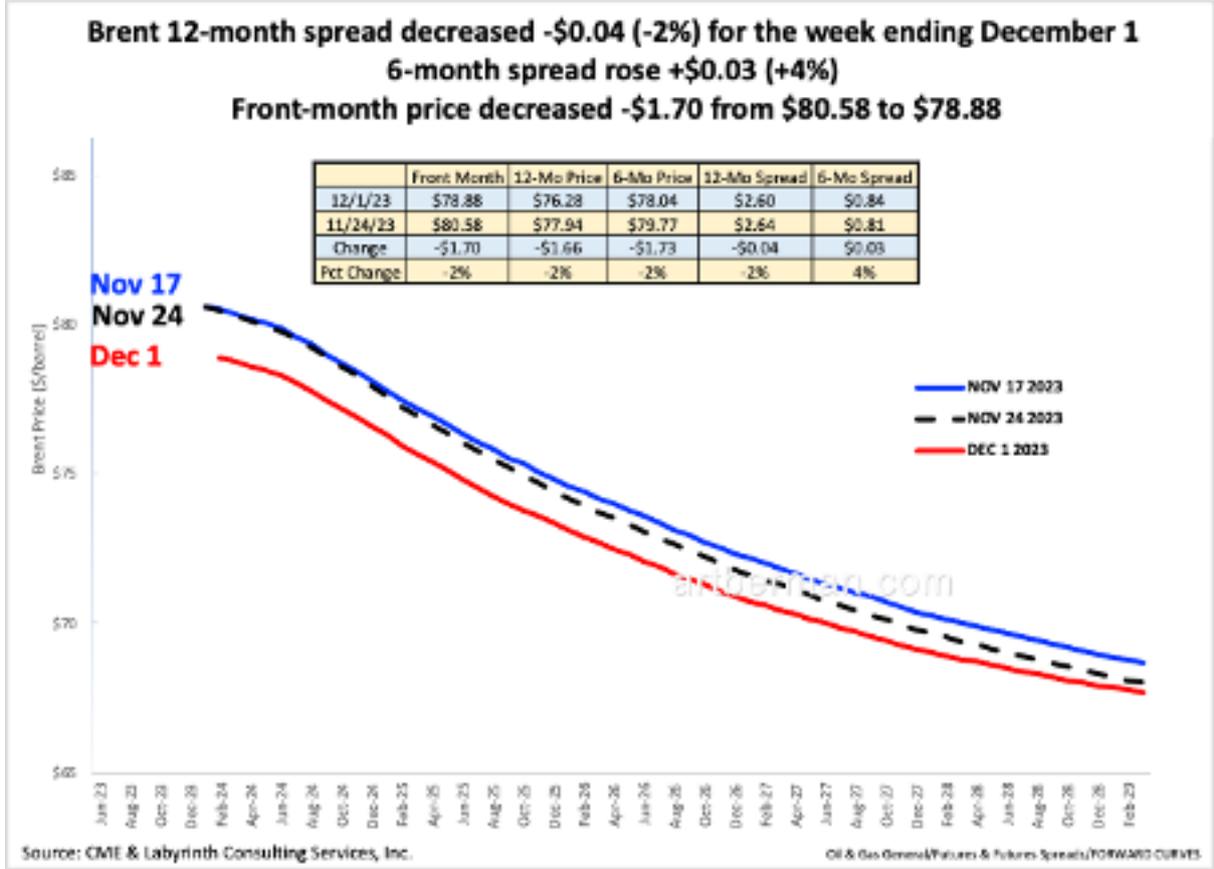
CME Group								
MARKETS DATA SERVICES   INSIGHTS EDUCATION								
OVERVIEW QUOTES SETTLEMENTS VOLUME & OI TIME & SALES SPECS MARGINS CALENDAR								
Beginning Monday, April 1, 2024, CME Group settlement data will no longer be accessible through <a href="https://www.cmegroup.com">ftp.cmegroup.com</a> and will have a delayed publication time of 12:00 a.m. CT on <a href="https://www.cmegroup.com">cmegroup.com</a> web pages. Learn about alternate ways to access the data in our <a href="#">FAQ</a> .								
TRADE DATE Friday, 01 Dec 2023 -								
FINAL DATA								
Last Updated 01 Dec 2023 10:32:00 PM CT								
ESTIMATED VOLUME TOTALS				PRIOR DAY OPEN INTEREST TOTALS				
814,632				1,649,235				
MONTH	OPEN	HIGH	LOW	LAST	CHANGE	SETTLE	EST. VOLUME	PR. OI
JAN 24	78.59	78.78	78.53	74.35	-1.89	74.87	395,576	351,226
FEB 24	75.71	75.81	74.13	74.55A	-1.80	74.25	127,626	154,266
MAR 24	78.67	78.73	74.28	74.62A	-1.68	74.31	95,431	144,247
APR 24	75.53	75.53B	74.14	74.57A	-1.57	74.28	42,607	74,686
MAY 24	78.38	78.41	74.88	74.45	-1.48	74.28	16,788	55,887
JUN 24	75.19	75.26	73.83	74.27	-1.43	74.04	59,136	151,859
JUL 24	78.18	78.96B	75.77	74.14B	-1.37	73.83	17,625	57,983

Biri Avrupa kökenli Brent'in fiyatlarını gösterirken, diğeri ABD tipi WTI petrolü göstermektedir. Aradaki fark nedir? Aslında WTI giderek ana gösterge petrol oluyor, ama biz ve Avrupa Brent'i kullanıyoruz. Brent fiyat oluşumuna WTI'da giriyor artık. Fakat petrol fiyatlarının negatif olduğu Covid dönemindeki 20 Nisan 2020'yi hatırlıyor musunuz? WTI -37\$'ı görürken Brent fiyatı negatif olmadı ve 26\$'ın altına düşmedi. Yani piyasa mekanizmaları ve altyapı (depolama, boruhattı vs) etkileri fiyata etki ediyor.

**Figure 1 – Prompt Contract Prices for WTI and Brent (Daily, 4/20/2010 – 4/20/2020)**



İşte bu aylara sari gelecek fiyatlarının davranışlarını takip etmek isterseniz ya twitter ya Python var. Bu fiyatları tek bir eğri üzerinde göreceksiniz Art Berman'ın[7] twitter hesabını takip etmenizi öneririm. Eğrideki değişimleri takip edip paylaşıyor.



Eğrinin iki ana davranışı var, resimdeki gibi "backwardation" denilen gelecek fiyatlarının bugünden düşük olması (stokları tüket, yarın daha ucuza petrol bulabilirsin) demek.

Veya Contango ki, yarınki fiyatlar bugünden daha yüksek olacak anlamı çıkabilir. Yani mümkünse stokla davranışı.

Fiyat gelecek eğrisi bu ikisinin karışımı olabilir.

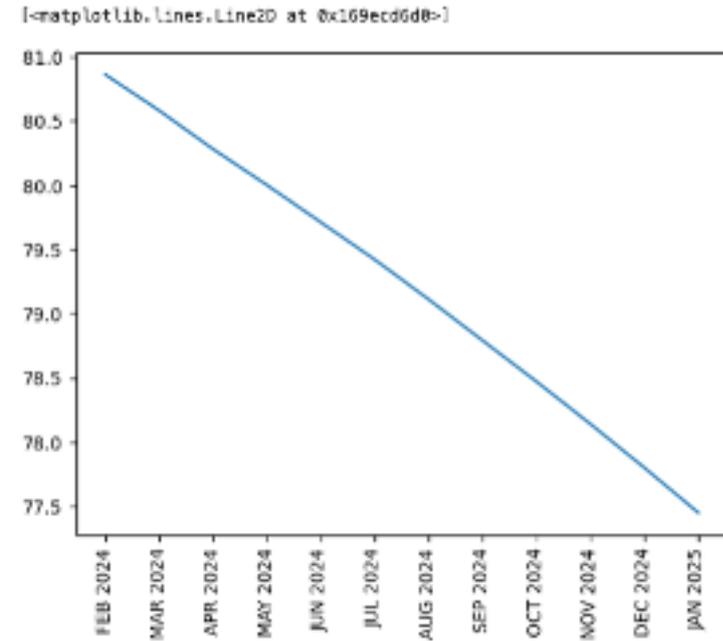
Pratikte [colab.research.google.com](https://colab.research.google.com) üzerinde bu veriyi her zaman alabilirsiniz. Küçük bir kodu sizle paylaşayım. Yalnız buradaki Brent rakamını sayıya çevirmeniz lazım. Bunun için de ".astype(float)" ile sayıya çevireceğiz. Sayıya çevirip grafikleme için de ikinci koda bakalım.

```
# baris@163.com
import requests
import pandas as pd
brent="https://www.oilgroup.com/OWS/evc/Quotes/Futures/424/0"
headers = requests.utils.default_headers()
headers.update({'User-Agent': 'My User Agent 1.0', })
r = requests.get(brent,headers=headers).json()
brent_price = pd.DataFrame([item['expirationMonth'], item['priorSettle']] for item in r['quotes'],columns=['Date','Brent'])
brent_price
```

	Date	Brent
0	FEB 2024	80.88
1	MAR 2024	80.68
2	APR 2024	80.28
3	MAY 2024	80.00
4	JUN 2024	79.71
...	...	...
95	NOV 2031	87.28

Görüldüğü gibi her Python geliştiricisi gibi iki satır kod ile kendi grafik ve eğrimiz de hazır.

```
import matplotlib.pyplot as plt
brent_price.Brent=brent_price.Brent.astype(float)
plt.xticks(rotation=90)
plt.plot(brent_price.Date[:12],brent_price.Brent[:12])
```



Tüm uluslararası raporlarda gördüğünüz tahminler bu gelecek piyasalarından alınan bir dönem veya anın ortalama fiyatlarıdır.

Fakat uyarılara dikkat etmek gerekir.

1. Bu gerçek bir fiyat tahmini değildir. Bu bir **fiyat keşfi (price discovery)** olarak geçer. **Bu fiyat, piyasada olanların risklerini veya fırsatlarını yönetmek istedikleri seviyeleri gösterir.** Şöyle ki: Şahsi petrol fiyat tahminim gelecek ay 60 \$ diyeyim, eğer kontrat 50 \$ ise alırım. Gelecek ay 60 \$ olacağına inandığım ürünü bu aydan 50

\$'a kapatmak benim için mantıklı. Genel kural şu, herkes bu kadar zeki olunca kimse büyük kar edemiyor ve gerçekleşen fiyatlar piyasa fiyatlarına yakınıyor.

2. Gerçekte piyasa veya **“yatırımcı kolektifi” birçok riski doğru fiyatlayamıyor.** Onlar kafalarındaki alım-satım fiyatlarına uzaklığa göre işlem yapıyor. Örneğin jeopolitik risklerde ya çığlık çığlığa ya da far görmüş kedi gibi davranıyor.

3. Son dönemlerde özellikle Robinhood ve GameStop olayı sonrasında **“opsiyonlar”** inanılmaz önemli oldu. Opsiyonlardaki değişimi delta, deltanın da değişimi (değişimin değişimi) gamma gibi düşünün önem arttı. Mesela bu işler o kadar karıştı ki, şimdi “gamma squeeze”[8] gibi şeyleri bilmemiz de gerekiyor. Kısaca oynaklığın kontrolden çıkması gibi düşünebilirsiniz.

Eskiden petrol fiyatları oynayınca hemen o oldu bu oldu derdik. Şimdi mesela Ayın üçüncü haftası ise kontratlarda mı bir şey oldu gibi verilerin yayınlanmasını bekliyoruz. Ayrıca günlük petrol fiyatları sürekli işlem görüyor. Londra kaçta kapattı, ABD kaçta kapattı bunlar önemli.

Bir de opsiyonlara bakalım. Twitter da, futbol günlerinde Galatasaray, Fener ve hakem tweetleri atanları blokladıktan sonra geriye takip edilebilir bir kitle kalıyor. Bunlardan bir tanesi de tanımadığım, tavsiye etmediğim “@buzz00”[9] diye bir hesap ham petrol ve WTI’da opsiyon rakamlarını paylaşıyor. Mesela Amerikan tipi ham petroldeki opsiyon durumuna bakalım

WTI											
29-Nov-2023											preliminary
	Volume		Open Interest		Change		FUTURES			PRICE	
	Call	Put	Call	Put	Call	Put	Volume	Open Int.	Change	SETTLE	Change
TOTAL	58 596	78 862	1 238 146	784 869	14 804	23 816	707 111	1 584 705	20 968		
JAN24	33 802	42 508	263 720	206 442	5 894	10 724	319 283	331 704	587	77,86	1,45
FEB24	9 190	17 177	127 906	104 008	4 339	6 721	110 722	137 533	5 676	77,99	1,40
MAR24	6 919	6 383	175 512	121 998	1 176	1 048	84 281	135 821	7 818	77,98	1,32
APR24	2 636	3 714	32 627	36 764	1 850	1 873	29 164	70 287	621	77,86	1,27
MAY24	1 602	960	140 156	14 220	1 271	874	17 750	52 018	1 251	77,69	1,24
JUN24	3 492	5 978	136 167	114 019	-326	881	47 251	154 585	601	77,45	1,23

TOP VOLUME				TOP OPEN INTEREST				TOP CHANGES			
	Strike	Lots			Strike	Lots			Strike	Lots	
Call	JAN24	85	3 875	Call	MAY24	76,5	57 581	Call	FEB24	135	2 818
	JAN24	90	2 938		MAY24	77	57 581		JAN24	125	2 581
	JAN24	125	2 892		JAN24	100	26 200		JAN24	90	734
	FEB24	135	2 821		DEC24	250	24 456		JAN24	102	653
	JAN24	80	2 650		DEC24	90	23 271		JUN24	100	-626
Put	JAN24	70	8 056	Put	DEC24	60	18 115	Put	JAN24	70	1 884
	JAN24	65	4 737		JUN24	65	15 652		FEB24	70	1 554
	FEB24	65	3 880		DEC24	55	15 124		FEB24	65	1 344
	FEB24	70	3 851		JUN24	60	15 086		JAN24	59	1 094
	JAN24	75	2 846		DEC24	65	14 666		JAN24	62	955

Bu opsiyonlarda 1 dakikalık eğitim olarak, Call opsiyonlarında fiyat anlaştığınız fiyatın üstüne çıkarsa, Put'da ise altına düşerse ödeme alıyorsunuz gibi düşünün. Call yüksek fiyata karşı, put da düşük fiyata karşı sigorta. Bunların karışım-değişik varyasyonları da var "three collar" vs.

Son dönemde opsiyon hacim hareketleri önemli olunca özellikle call ve put opsiyonlardaki hacim oynamalarına bakıyoruz.

Herşeyi bir araya getirirsek, petrol fiyat tahmini yapmakta bir şey yok. Bilen de bilmeyen de yapabilir. Fakat güvenilir bir tahmin kaynağı olarak gelecek piyasaları kullanılıyor. Bunları yalnız sürekli kullanmanız gerekiyor. Çünkü makalede de belirtildiği gibi fiyat oluşumu yeni bilgiyi "aşırı" fiyatlıyor.

Peki belirsizlikleri nasıl belirleyeceksiniz? (Fan chart mevzusu) Bence tarihsel petrol fiyatlarında o aylar için olan % oynaklığı kullanmayı deneyebilirsiniz. **Ama ne yaparsanız yapın tüm profesyoneller gibi tahminlerinizi her ay güncelleyin.**

---

[1] <https://www.ft.com/content/fc193b67-7469-4de8-a129-edfcdf4143e0>

[2] <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/quarterly-bulletin/1998/the-inflation-report-projections-understanding-the-fan-chart.pdf>

[3] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

[4] [http://barissanli.com/calismalar/2022/20220203-tr\\_18ayenerjifiyatlari-bsanli.pdf](http://barissanli.com/calismalar/2022/20220203-tr_18ayenerjifiyatlari-bsanli.pdf)

[5] <https://www.ice.com/products/219/Brent-Crude-Futures/data?marketId=5430842>

[6] <https://www.cmegroup.com/markets/energy/crude-oil/light-sweet-crude.settlements.html>

[7] <https://twitter.com/aeberman12>

[8] <https://www.litefinance.org/blog/for-investors/gamma-squeeze/>

[9] <https://twitter.com/buzz00>

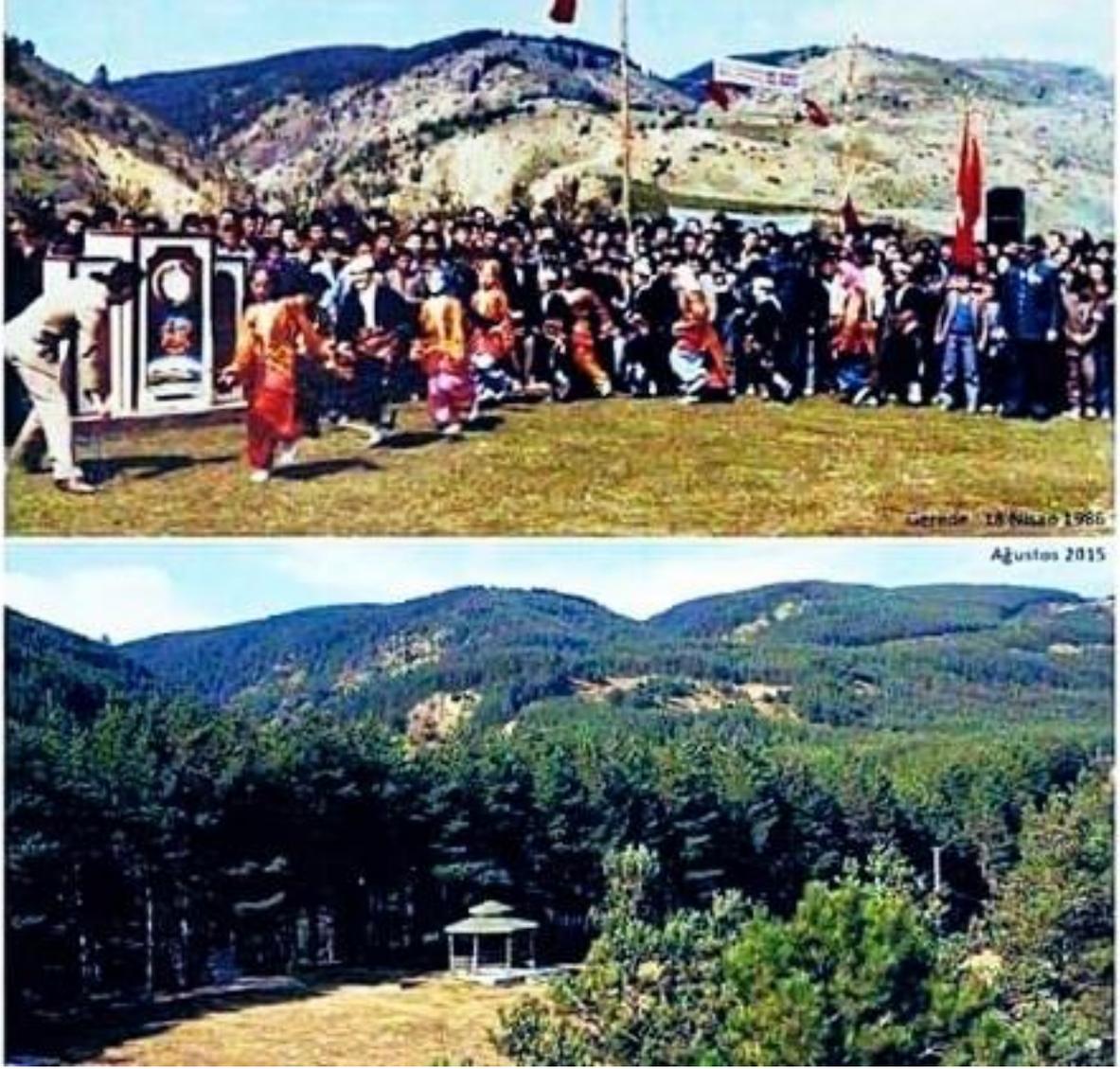


## Osmanlı Kömüre Geçemediğinden mi Çöktü?

Fatih Sultan Mehmet'in meşhur bir sözü vardır: "Ormanlarımdan dal kesenin başını keserim" diye. Bunu da ağaç sevgisine bağlarlar. Benim baktığım noktadan bu kadar yanlış anlaşılmiş başka bir söz daha yoktur. İstanbul'u fethetmek için gemiler betondan yapılmadı, Padişah ne ile ısınyordu? 15.yy'daki her medeniyet gibi Osmanlı ağaç, orman ve tahta ürünlerine mahkumdu. İyi de ağaç kesmeden nasıl olacak?

Tarih "o yılda bu kuruldu, şu yılda bu değişti" dendiği zaman bana ilkokul tarihçiliğini hatırlatıyor. Bu kronolojisevicilikten çıkıp önemli soruları sorsak belki çıkaracağımız dersler olabilir. Ben son döneme girmeden daha geriden merak ettiğim bir soruyu soruyorum. Tarihçi olmadığımından da rahat rahat cevaplıyorum.

Kendi kafamdan böyle bir hüküm vermemden daha saçma bir şey olamaz. Ama "Anadolu o kadar ağaçlıktı ki, sincap oradan oraya atlayarak gider sözü" de aslında Amerika ormanları için söylenmiş söz. Çünkü tüm bir Osmanlı coğrafyasının tek enerji kaynağı odun. Hani eski İstanbul fotoğraflarından, Anadolu fotoğraflarına bugün gördüğümüz yeşillikler yoktu maalesef. Hatta Orman Genel Müdürlüğü'nün ağaçlandırma (öncesi/sonrası) fotoğraflarına bakmanızı öneririm. Benim en çok şaşırdığım, Gerede'nin durumuydu. 1986-2015:



Gerede 1986-2015

Fatih'in belirtmek istediği şey, odunun yani hammadde olarak ne kadar değerli olduğudur. Örneğin gemi direği yapmak için meşe ağacının ortasını kullanmanız gerekiyormuş. Bu ağaçlar da oldukça değerli. Ayrıca donanmanız yansa, tekrar büyük bir ağaç kıyımına girişiyorsunuz. Fatih'in ormanlarımdan dediği kısım Osmanlı için stratejik olarak gördüğü ağaç rezervi, bunun da büyük ihtimalle İstanbul civarında olması da muhtemeldir. Tarihçiler bir yerler dediler ama ben de hatırlayamıyorum.

Sözün post modern hali şu "Benim stratejik rezerv olarak belirlediğim ormanlardan ağaç kesenin başını keserim" şeklinde olabilir.

Çünkü ağaçlarla kışı geçirebiliyorsun, demir, bakır eritebiliyorsun, ev yapıyorsun. Enerji güvenliğinin ana amacı soğuk dönemi sorunsuz atlattırmaktır. Bugün bile kış ölümleri yaz ölümlerinin 9 katı deniyor.

Hatta meşhur espriler vardır. Madencilikte eritme için ne kadar ağaç kesildiğine dair. Biz dünyayı ve batılı enerji güvenliği bakışını Churchill'in gemilerini petrole geçirmesindeki "çeşitlilik" kavramından biliyoruz. Çünkü adamlar yazmış. Biz de o yazılar biraz arkadan geliyor. Yeni araştırmacıların çok iyi makaleleri var. Benim favorim Aladdin Tok.

Evet, Osmanlı'da, odun güvenliği çok önemliydi. İlk enerji ve hammadde güvenliği konularından biri de budur diyebiliriz. Sadece Osmanlı değil, İngiltere, ABD ve diğer ülkeler için de. Odun bu kadar önemli ama odundan kömüre geçebilmek de bir o kadar önemli.

Osmanlı'nın neden çöktüğüne dair birçok açıklama var. Fakat Napolyon'un neden kaybettiğine dair bir önermeye bakalım. LinkedIn'deki Napolyon filmi ile ilgili bir yorumdan[1] geliyor. Yazan da Laszlo Varro eski IEA analisti, şimdi Shell'de VP

"Öte yandan, İngilizlerin bu kadar çok kanonu nasıl üretebileceğine şaşırılmıştı. Eğitimli bir topçu subayı olarak, top döküm sürecine ve hem eritme süreci hem de odun kömürü üretiminin çok büyük enerji kayıplarına sahip olduğu için tükettikleri muazzam miktarda oduna aşınaydı. Her 12 poundluk Gribeauval, Napolyon'un en sevdiği top, 980 kg'lık bronz eritmek için neredeyse bir hektarlık ormanın net bir şekilde kesilmesini gerektiriyordu, bir Hat Gemisi'nin 74 demir kanonu, geminin kendisinden daha fazla ahşaba ihtiyaç duyuyordu. Fransa, ormanlarının ekolojik kısıtlamasıyla karşı karşıya kaldı.

O zamanlar buhar motorları emekleme aşamasındayken, Birleşik Krallık zaten metal eritme de dahil olmak üzere endüstriyel ısı için kömürü yaygın olarak kullanıyordu. Napolyon savaşları sırasında Birleşik Krallık kömür üretimi, Fransa'nın büyüklüğünün yarısı kadar bir ormandan toplanabilecek kadar enerji olan 10 milyon ton/yıl civarındaydı. Napolyon, Habsburg, Prusya veya Rus ordularını kaç kez yenmiş olursa olsun, bir İngiliz top üretimi artışı, demirhaneler ve para onların toparlanmalarına yardımcı oldu. Sonunda gerçek kazanan Wellington'a karşı Napolyon değil, biyokütleyle karşı enerji yoğun kömürdü."

Herşeye enerji gözünden bakınca 1800'lerin başındaki zaferleri de enerjiye bağlamış adam diyorsanız, ben de aynı düşünüyorum. Fakat ağaç kesip, yakarak ne kadar top, zırh yapabilirsiniz?

Biri Osmanlı'da kömür kullanılıyordu demesin, o odun kömürü ve Torluk ile ağaç parçalarının bir nevi kg başına kalorisi yükseltiyorlar diyebiliriz. Benim bildiğim sonrasında gemiler ile İngiliz kömürü geliyor. Yani yeni bir kaynak ulaştırma sektöründen geliyor. Odundan kömüre geçiş ile daha hızlı gemiler deyince aslında çok da Churchill tanımından uzağa düşmeyebiliriz.

Osmanlı'da madencilik tabii var. Ama kömür kaynakları sınırlı. Bu sebeple Zonguldak kömürleri önemli oluyor. Ama linyit vs biliniyor. Fakat madencilik işi biraz çok tartışmalı. Bilal Çelik, Murat Akyüz ve Medet Önel'in makalesinden[2] bir çeviri ile Adam Smith'in "Ulusların Zenginliği" kitabındaki bir kısmı da paylaşayım:

"Bay Montesquieu, Macar madenlerinin, komşularındaki Türk madenlerinden daha zengin olmadıkları halde, her zaman daha az masrafla, dolayısıyla, daha çok karla işletildikleri görüşündedir. Türk madenleri köleler tarafından işlenir; Makine olarak da, her zaman Türkler o kölelerin kollarını kullanmayı düşünmüştür. Macar madenlerini, kendi işlerini kolaylaştırıp kısaltmak için birçok makine kullanan özgür insanlar işletir. (s. 683)"

Bu kol gücünden çıkamamışız gitmiş Osmanlı'da.

Osmanlı modern bir medeniyete veya bunu yerine getirecek aklınıza ne geliyorsa, yapmak için çok fazla oduna muhtaçtı. Mesela kağıt imalatı, cam, seramik, tuğla, kiremit, demir, buhar makineleri yani medeniyet ne ise, o medeniyetin parçaları yüksek ısılarda işlem görmüş ürünlerdi. Ağaç keserek ne kadar gidebilirsiniz.

Fakat tartışma bu kadar basit olmayabilir. Kömür İngiltere'de de, Avrupa'da da cehennem taşları (yanan taşlar) olarak biliniyor ve çıkardığı kötü kokudan dolayı istenmiyor.

Uzun hikayeyi kısa anlatayım, o kadar gemi yapınca mecbur kömür yakmak zorunda kalıyorlar. Tabii burada nüfus artışı vs de var. Sonra o kömür madenciliğinde, su çıkarmak için Watt'ın buhar makinesini icat etmesi ve sonrasında bunun hareketlilik için kullanılması bir diğer süreç. İlk buhar makineleri o kadar verimsiz ki, sadece maden ağzında ekonomik, ama bugün güneş panelleri gibi ölçeği yakalayınca fiyat düşüyor kullanım alanı genişliyor. Verimlilik arttıkça Jevons Paradoksu[3] oluyor, o kaynağı daha çok kullanmaya başlıyorsunuz. Enerji kaynakları geçişinde gözlememiz gereken bir diğer ana nokta da bu, verimlilik artışı. Tek geçer.

Osmanlı'da odun kömürü kullanılmasının sebebi daha temiz yanması, kömüre geç geçilmesinin sebepleri ise muhtemelen

1. Koku vs dolayısıyla hoşlanılmaması. Sanırım bir belgede Anadolu'da bir vilayette yasaklanıyor da. Ama kömürü yakmak da bir teknoloji işi, o teknoloji işinde de zayıfız sanki
2. Yeteri kadar aranmaması
3. Rezervin olmaması
4. Kol gücü ile rekabetçiliğinin olmaması

Tam COP'un ortasında salak gibi kömürü savunmak da Rize'de köy kahvesine gidip kaçak çay sormak gibi bir şey herhalde. Siz Oralet isteyin.

Xfiles değil ama gerçeği merak ediyorsak araştırmalara ihtiyacımız var.

Bence Osmanlı'nın kömüre geç geçişi, üretkenlik ve verimliliği düşük bir şekilde İmparatorluğu ayakta tutmaya çalışması anlamına geliyor. Ne kadar tuğla, kiremit üretebilirsiniz? Nasıl modern evlere sahip olabilirsiniz. Modern araçlara? Aradaki farkı nasıl kapatacaksınız?

Düşünün siz kömür işine girdiğinizde batılılar 100 yıldır kömürle demir eritiyor, kağıt yapıyor, cam, seramik üretiyor. O aradaki farkta ne kadar ağaç kesebilirsiniz? Ne kadar adam istihdam edebilirsiniz ve koskoca imparatorluğu nasıl ısıtırsınız? Ağaç kes, taşı, kurut, çok iş.

İmparatorluğun son döneminde[4] ise Alaaddin Tok'un tezinden gördüğümüz "Stratejik Kömür" depoları var. Gemilere nasıl ikmal yapacak yoksa? Denizler hakimi olacaksın kömürün ve de tedarik zincirinin de hakimi olman gerekiyor.



Eğer daha önce kömüre geçilseydi, bu ikmal zincirlerini kurmak ve dağıtım zincirleri ile medeniyette bir aşama kaydetmek mümkün olabilir miydi? Bilemeyiz. Tarih geriye doğru yaşanmaz

Ama kısa sonuç şu, daha yüksek yoğunluklu, daha temiz yakıtlara geçemeyen Osmanlı (kömür odundan daha temiz ama odun kömüründen değil sanki) ağaç keserek zaten daha ileri gidemezdi.

Enerji geçişi bundan önemli. Dün kömürdü bugün başka kaynaklar.

---

[1] <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7137196243629281280/>

[2]

[https://www.sobider.net/FileUpload/ep842424/File/adam\\_smithin\\_milletlerin\\_zenginligi\\_kitabinda\\_turklerv.pdf](https://www.sobider.net/FileUpload/ep842424/File/adam_smithin_milletlerin_zenginligi_kitabinda_turklerv.pdf)

[3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Jevons\\_paradox](https://en.wikipedia.org/wiki/Jevons_paradox)

[4] "From Wood to Coal: The Energy Economy in Ottoman Anatolia and the Balkans (1750-1914", Alaaddin Tok, Boğaziçi University, 2017

<http://barissanli.com/calismalar/2019/20190101-osmanlienerjiekonomisi.pdf>

## Elektrikte Belediyelerden Dolayı mı Yıllarca Geri Kaldık?

Her taze ergenin ana babasını sürekli suçlaması gibi, başkalarını suçlamak benim için de kolay. Yukarıdaki sorunun cevabı evet ve kanıtım var. Konu tamamen 1970 öncesi ve ben tarihçi değilim. Sadece kendi arşivim var. Yazıyı yazma sebebim de hiçbir görüşümün olmadığı ama yukarıdaki başlığı ve 1970'leri hatırlatan Enerji Günlüğü'nün röportajı[1].

Benim gözümde geçmişe baktığımda ana sorulardan biri bu, "Elektrik gelişimine kim ne kadar etki etti, sonuçları ne oldu, ne olabilirdi?". Bir diğer nokta ise sistemin dönem dönem enerji sistemindeki bazı parçaları (şebeke, düzenleme, piyasa) merkezileştirme ihtiyacı, sebepleri, mücadeleleri.

Bu yazıdakileri bir araya getirmeye çalışırken çok güzel bir çalışma ile tüm referanslarım tam oldu. Yapanları çok takdir ettiğim için uzun uzun isimleri ile yazıyorum.

Geçtiğimiz günlerde TESAB önemli miktarda TEİAŞ çalışanları ve enerji sektörü emektarları ile "Cumhuriyetin 100.yılında Türkiye Elektrik Tarihi"[2] eseri yayınladı. Eserin Editörleri Dr Ercüment Özdemirci ve Dr Hayriye Gürbüz. Çok ama çok beğendim. Hepsinin, yazarların, düzenleyenlerin emeklerine sağlık. Böyle kitapların artması dileğim. Yazılı tarihiniz kadar varsınız, yoksa konuşmanın sonu yok.

Ben de okumaya başladım.

Yine çok beğendiğim bir yazı olarak, Dr Hayriye Gürbüz'ün yazdığı kısımda ilginç bir nokta vardı. Sayfa 30-31-32'de TEK'in kuruluşu. Çok iyi bir nokta var, yazarın kaleminden bakalım "1953 tarihli kongrede gündeme gelen elektrik kurumunun kurulmasına dair öneri, 1957 yılında tekrar gündeme geldi. ... Türkiye Elektrik Kurumu kanun tasarısı, Sanayi Bakanlığınca hazırlandı. Tasarı, bütün Bakanlıkların görüşleri alındıktan sonra 1959 yılında Meclis'e sevk edildi. Meclis'te karma komisyon oluşturuldu, Umumi Heyet'te görüşüldü, 15. maddesine kadar da kabul edildi. Ancak, o tarihte belediyeler elektrikten elde ettikleri gelir ile geçinmekteydiler ve zamanla Etibank elektrik parasını alamaz duruma gelmişti. Belediyelerin elektrik işlerinin Türkiye Elektrik Kurumu'na devredilmesine başta İstanbul Belediyesi olmak üzere diğer belediyeler de karşı çıkınca hükümet tasarıyı geri çekmek zorunda kaldı."

Okumaya devam ediyorsunuz sayfa 34'te şu cümle var : "Türkiye Elektrik Kurumu Genel Müdürlüğü, 25 Ekim 1970 tarih ve 1312 sayılı yasa ile ... kuruldu.". Bence çok iyi özetlemiş bir yazı.

Yazıda da değinilen Birinci İstişari Enerji Kongresi 1953'te yapılıyor. Bu metinleri Olgun Sakarya ve Orhun beylerden aldım, herkes de görsün diye yıllar önce web sayfamdaki arşivime ekledim[3].



şimdi bu metnin önsözünde (Sayfa VII)'deki bir kısma bakalım. Yıl 1953

Mühendislerimizin hesaplarını şaşırtan ve tahminlerini aşan bir kalkınma ve inkişaf seyrine girmiş bulunan yurdumuzun, son derece muhtaç olduğu bol, ucuz ve daima güvenilir enerjimizi ancak bölge santralleri ile ve interconnection şebekeleri ile temin edilmesinin kaçınılmaz bir zaruret olduğu anlaşılmıştır. Bitip tükenmeyen su kuvvetlerine fazlası ile sahip olan yurdumuzun, bu kaynaklardan bir gün evvel faydalanması ekonomik, rentabl projelerin, iyi hesaplanmış iyi düşünölmüş iyi koordine edilmiş memlekete şeamul bir programla tatbik edilmesi için «Türkiye Enerji Kurumu» namı altında teşkilatlanma hususunda kongremizde kararlar alınmıştır.

Köy elektrifikasyonu davasının da ere alınması hususunda keza icabeden lüzumlu kararlar alınmıştır.

Biz köy elektrifikasyonundan, köyün sadece karanlıktan kurtarılması gaye sini istihdaf etmiyoruz. Elektriğin, bu sihirli kuvvetin zirai istihsal kudretimizin artmasında ve bunların değerdendirilmesinde köylerimizin her bakımdan kalkınmalarında son derece hayati bir rol ifa edeceğini inanıyoruz. Amerika' da elektriğin çiftliklerde dörtüyzden fazla uygulama sahası bulunduğunu gözönünde tutmamız lazımdır. Şehirde, köyde ve çiftlikte hülasa her yerde enerji davası bizim için de bir medeniyet davası olmalıdır.

- VII -

Metinde çıkan karar şu "Türkiye Enerji Kurumu" hususunda karar alınıyor. Türkiye Elektrik Kurumu da deniyor, orijinali Türkiye Enerji Kurumu'dur. Bu bana çok ilginç geldi. Acaba yazım hatası mı diye çok da merak ettiğim konulardan biridir. Ama devamında bu kurumun kurulması isteğinde "interconnection, bölge santralleri, bol ve ucuz ve daima güvenilir enerjimizi" gibi kavramlar ile gerekçelendirirken, ardından da köy elektrifikasyonuna geliyor. Amaç elektrik net.

Bence en güzel cümle de "Şehirde, köyde ve çiftlikte hülasa her yerde enerji davası bizim için bir medeniyet davası olmalıdır". İşte o dava Belediyelere tosluyor, hem de yıllarca

Bu hedeflerde bazı Osmanlı'dan kalma esintiler var.

1. Bol, ucuz ve daima güvenilir. Bu Osmanlı'dan kalan benim imkansız devlet dediğim "iaşeci devlet", (provisional state). Çünkü bence ekonomi bilimi de çok gelişmediğimden, kavramlar "ucuz" gibi göreceli tanımlanıyor. Kime göre? Bol kavramı zaten ekonomize etmekle ilgili fikirlerin pek de olmadığını gösteriyor. Eleştiri değil dönemin algısı. Biz neden bunu yapıyoruz? "Bol, ucuz, güvenli".
2. Köy elektrifikasyonu daha sonra Behçet Yücel'in kitabında göreceğimiz gibi çok önemli bir konudur. O ne zaman tamamlanıyor? Sanki 1984-1989 arası gibi. Kim bunu başarıyor, bence TEK.
3. Interconnectionlar, bütünleşik elektrik hatları ile, temin edilmesinin "kaçınılmaz bir zaruret olduğu", çok net durumun farkındalar. Çünkü Edison'un özel asistanı Samuel Insull bu sayede elektriğin fiyatını inanılmaz düşürdü ve talebi, yatırımı dolayısıyla kalkınmayı patlattı.

ABD'de 1930'da evlerin %70'inde elektrik var[4]. Yine 1930'larda İngiltere'de evlerin %66'sı elektriğe erişmiş[5].

Fakat daha çok ev bağladıkça bölgesel santraller yeterli olmuyor. Bu sebeple bir çok "toplulaştırma", devletleştirme gibi yeni yöntemler başlıyor.

İngiltere 1947'de parçalı şebekeyi devletleştirerek "British Electricity Authority"i kuruyor[6]. Fakat Türkiye'ye fikri bence Fransızlar veriyor. Bugün bile "priz, puant, santral, röle" vs gibi çok fazla Fransızca tabir var. Bu da sistemin temelinde Behçet Yücel gibi daha Fransız eğitim sisteminden gelen kişiler olduğunu gösteriyor. Alman ekolünden gelenler de var. Ama elektrik mühendislerinin atası telgrafçılar olunca, ben kartları Fransız ekolünden yana kullanmaktan yanayım.

Fransız enerji şirketi EDF, 1946'da kuruluyor.

Birçok Avrupa şirketinde bu 2.Dünya Savaşı sonrası artan elektrik ihtiyacını artık belediyeler değil, devletin karşılaması gerektiği düşünülüyor. Birçok sebebi var, mesela:

1. Kırsal elektrifikasyon ekonomik değil
2. Bölgesel kaynaklar toplulaştırılmazsa (1953'te bizimkilerin de "interconnection" ile atıf yaptığı gibi) verimsiz ve enerji daha maliyetli oluyor. Orada su(hidroelektrik) var, ama bağlantının yok petrol yakmaya devam gibi.
3. Bu yüksek gerilim hatları da birçok belediyenin alanından geçiyor, hiçbir belediyenin bu hatları bölgesi dışında yapma gerekçesi yok. Niye bölgesindeki enerjisi başka bölgeye taşısın?

Dolayısıyla işin özetinde, Türkiye, Avrupa ve özellikle Fransa'dan esinlenerek bir TEK kurmak istiyor. Kafalar biraz karışık en başlarda enerji deniyor ama amaç elektrifikasyon. TEK zaten elektrifikasyonu tamamlayınca, misyonunu bir nebze tamamlamış oluyor. Her kurum kurulduğu amaçları yerine getirince su kaynar.

Fakat belediyeler gelirleri kaptırırız diye inanılmaz muhalefet ediyorlar. Bir tarafta medeniyet davası, diğer tarafta ne olacak belediyelerin gelirleri konusu.

Peki tarihçi Niall Ferguson gibi farklı bir soru soralım.

Düşünün 1953'te o gün o kararlar alınabilseydi. Köy elektrifikasyonundan, enterkonnekte şebekeye herşey 15-16 sene önce tamamlanabilirdi. Türkiye elektriği enterkonnekte şebeke sayesinde daha verimli ve ekonomik kullanabilirdi, köyler, şehirler 10 sene önce medeniyetle tanışabilirdi. Sebep ne? "Ne olacak belediyenin geliri?" BTV olacak, hepimiz biliyoruz işin sonunu.

Turgut Özal'ın makalelerinden enterkonneksiyon için hazırlık olduğunu biliyoruz. Keban bir 10 sene önce yapılabilirdi, hatlar da belki. Anadolu elektrikle tanışınca ekonomi büyüdü, daha çok yatırım yapılabilirdi, tüketim, eğitim göstergeleri iyileşebilirdi, belediyelerin gelirleri ekonomi büyüdüğü için artardı ve kayıp bir 10 yılımız olmazdı. Belediyelerin de kayıp bir 10 yılı olmazdı. Benim görüşüm.

Üzücü.

---

[1] <https://www.youtube.com/watch?v=0lqTnTmyoXI>

[2] <http://www.tesab.org.tr/attachments/article/149/Elektrik-Tarihi.pdf>

[3] <http://barissanli.com/calismalar/tarih/bsanli-1953-orhan.pdf>

[4] <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrification>

[5] <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/everyday-wonders/electric-lighting-home>

[6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity\\_sector\\_in\\_the\\_United\\_Kingdom](https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_sector_in_the_United_Kingdom)



## Uzun Mehmetli Kömür Hikayesinden Ulus İnşası

Şimdi akşam akşam, hazır da COP bitmişken bir kömür güzellemesi yazayım diye düşünürken, bir yıldan fazla süredir notlarımda yer alan bir konuyu kömüüüür kömüüüür nidaları ile gece gece sosyal medya seyirleri yapanların dağarcığına ekliyorum. Yıldız tarihi COP28+3gün.

Popüler olacaksın Düttürü Dünya filmindeki gibi "ağlatacaksın milleti"... Kuraklık, yanıyoruz, son cenerasyonu, ver Greta'yı ver IPCC raporlarını, hepimiz öleceğiz, İstanbul'a kar yağmayacak, yıl geçmişten kötü, hiç bir şey doğru gitmiyor, seller, felaketler, fosil yakıt tüketimleri durmuyor, karbon vergisi gelmiyor... Jilet verin yeşil çelikten, vergisi de ödenmiş olsun en karbonundan, finansmanı ESG'den, kabı geridönüşümlü kağıttan

Kömür bitecek dertler gidecek. Fakat gitmiyor kör olası, bu sene de rekor kırmış dünyada.

Kömürü küçük görenler birşeyi göz ardı etmesinler, medeniyet kömür ile başlıyor. 20.yy'da bir yanlış yapıyorlar, petrol petrol diye. Evet haberler petrol ama gerçekler kömür. 20.yy bir kömür tüketim yüzyılıdır.

Rakamla anlatayım, petrol 22 Petawatt saatse, kömür 73 petawatt saat[1]. Bu benim veri dosyalarından yaptığım toplam. O yüzden gelişmiş ülkeler 1990 sonrasına bakalım der.

Avrupa Birliği nasıl kuruldu? Kömürle demeyeceğim, zaten yazı bilimsel değil iyiden filmsel olmasın. Ama Avrupa kömür ve çelik birliği, 1951’de Avrupa’nın temel taşıdır[2]. Yani medeniyet 1950’lerde bile kömürden yükseliyor.

O yüzden güneşçi, solarcı olabilirsiniz, Ama buram buram koolcu değil kömürcü iseniz, 10 numara yerlisinizdir. Kelime kökeni Uygur Türklerine kadar dayanıyor. Yani dilimizdeki en eski enerji kaynaklarından biri[3]. Yanmak anlamına gelen “kön”ün çekiminden geliyor. Öztürkçe, kooool değil.

## Kitap

Yazmak insanın kendine öğretme sürecidir. Bu yüzden kömür yazmanın amacı bazı ilginç sorular, hikayeler ve sonuçlar. Tabii ki konu uzmanı olmadığımı ama Donald Quataert’in “Madenciler ve Devlet : Zonguldak Kömür sahaları 1822-1920” kitabının hemen başındaki ilginç bir kısmı anlatacağım. Konu Uzun Mehmed.

Kömür 1820’lerde bulunuyor, ama işte maden vs 1848’i buluyor. Çünkü Osmanlı’da da ÇED’e takılıyor, dermişim:)

Uzun Mehmed hikayesini bana ilk kez ilkokulda anlattıklarında şöyleydi : “Uzun Mehmed’e askerde komutanları, kömürü anlatmışlar. O da askerden dönünce köyünde bu taşlardan bulmuş, işte Zonguldak kömürü böyle bulunmuş” diye anlatmışlardı. 1980 darbesinin hemen sonrasında biraz “askeri” tonlu bir hikaye olarak hep aklımda kalmış. Sanırım siyah beyaz bir TRT canlandırması da var.

Bu hikayenin kalanını yazmadan önce, bu hikayenin böyle anlatılmasının benim geçmişi yorumlamama nasıl etki ettiğine de değineyim. Donanma ve Tophane-i Amire[4] ile ilgili bazı hikayeler duymuştum. Bana Osmanlı’da birçok noktada inovasyonun donanma vs gibi kurumlarda ağırlıklı olduğuna dair bir izlenim veriyordu. Açıkcası benim yanlış yorumlamam sonucunda “darbe sonrası” ağırlık kazanan hikaye anlatısı beni benden alıp “askeri inovasyon” konusunda Osmanlı DARPA’sı mı (ABD’nin gelişmiş savunma proje ajansı) diye doğrulayamadığım bir soruya da götürmüştü.

Şimdi yazmasan bunu kimle konuşacaksın, yazınca mecbur araştırmak gerekiyor. Araştırdınca başka bir şey çıkıyor. Ama öğrenmek de, yazmak da, araştırmak da hiç keyifli değil. Vereceksin “iklim arabeskini”, ama yok illa kömür yazacağım, neydi o hayvanın ismi, armut değil, işte öyle.

Quataert’in kitabı bence çok ama çok ilginç. Bugünü anlamak için de okunur. Ama her nefes verişim karbondioksit emisyonu olduğundan, vergisi de verilmediğinden özet geçeyim.

Uzun Mehmed hikayesinin birçok versiyonu var. Orijinal versiyonu 1903'teki Osmanlıca Sabah gazetesindeki versiyon. Fakat sonra Cumhuriyet'in ilk yıllarında başka versiyonları da çıkıyor.

Kitaptaki kısımlar tartışmalı, bilim, tarih ama şimdi işe siyaset de karışıyor. Quataert'e göre 1903, 1932,1933 ve 1934 versiyonları var. Sonra ekleme, çıkarma, alternatif hikayeler vs iş karışıyor.

1903 yılı Sabah versiyonu şu: Sultan Mahmud her bir tarafta kömür aranması talimatı veriyor. Bu haber Ereğli'ye kadar geliyor (yanan siyah taşlar). Kestanelik köyünde yaşayan (İstanbul veya askerlikle ilgisi olmayan) Uzun Mehmed, söz verilen ödülü kazanmak için sürekli bu taşları arıyor. Ararken Limancık civarlarında yağmurdan dolayı ısınmak için ateş yakarken bu taşları buluyor ve yakıyor. Sonra bunları gizlice çuvala koyup İstanbul'a getiriyor.

Bu hikayede Uzun Mehmed, o zaman Osmanlı'da çok revaçta olan girişimci bir kişi olarak resmediliyor. Yani vermek istediği mesaj bir bireyin girişimci bir zihniyet ile araması durumunda Sultan'ın onu ödüllendirmesi, ana tema ama girişimcilik. Bir nevi şirket-i start-upi kurucusu olarak düşünebilirsiniz. Ama hikayeyi şekillendiren "ideolocı", serbestiyeti iktisad, ekonomik liberalizm diye iyi biliriz, fakat bazılarımız için de "eyü bilmezük"tür.

Bu kısım şöyle ilginç, Osmanlı kaynak varken "bol bol ucuz ucuz" (iaşeci devlet) olarak ne yapıyor, kaynak tükenince "serbestci" mi oluyor? 1990 öncesi enerji tarihinde bu temalar mevcut.

1932'deki ise bu Osmanlıca hikayenin latin harflerine aktarılmış hali. Fakat 1903'te yer alan "buldum" kısmı yokmuş.

Fakat 1 yıl sonra 1933 ve 1934 versiyonlarında hikaye daha Cumhuriyetçi bir ton almaya başlıyor. Açıkcası ulus inşaasının, Osmanlı'da nasıl aracı ise, genç Cumhuriyet'te de bir aracı oluyor. O zaman girişimcilik iken bu versiyonlarda vatansever bir sıradan insanın Osmanlı'nın kaderini değiştirmesi ama Sultan'ın ve Osmanlı'nın ona değer vermemesi, hatta Hacı İsmail tarafından zehirlenmesi de var. Osmanlı'da ailesini ortada bırakıyora kadar gidiyor iş. Kahrolsun ağalık düzeni temalı bir kısım da var.

Quataert çok detaylı yazmış, açıp okuyun merak ediyorsanız. "Uzun Mehmed,", 1903, Sabah yazdığınızda da gazete sayfasının yaprakları geliyor.

Toparlayalım. Biliyorsunuz nefes alıp vererek hepimiz günde 1 kg CO2 emisyonu salıyoruz, koşanlar daha fazla. Spor yapanlar da çok daha fazla. Onlara da gelsin bir vergi denebilir. 1.5 saat yazınca, atmosfere 62.5 gr CO2 vermiş oldum. Siz de

muhtemelen 5 dakika okumada 3.5 gr CO2 vereceksiniz. Ne kadar çok kişi okursa o kadar kötü, çok emisyon. COP'lara ihanet.

1. Osmanlıca makalede (1903), geç dönem olduğundan "o dönem ki" mesaj hikayeyi şekillendirmiş görünüyor. Daha "ekonomik liberal" model. Bak Uzun Mehmed gibi Anadolu'nun girişimci evlatları gibi olun. Kömür startup'ı kuruna gelemiyoruz, malum mal mülk Sultan'ın.
2. Daha sonraki 1933-1934 versiyonlarında İstanbul'da donanmadan dönen bir askerdir. Buna ve arkadaşlarına askerde kömür gösterilmiştir. Zekidir. Kömür kaza ile bulunmamıştır.
3. "Peasant", yani köy kökenli insanların da ülkenin ve kendi kaderlerini değiştirebilecekleri vurgusu vardır.
4. Cumhuriyet dönemi hikayesinde Uzun Mehmed "ulusal bir kahraman" dır. Osmanlı'da Sultan tarafından ödüllendirilmiş ödül için araştıran sıradan bir adamdır.
5. Kömür öztürkçe, 1903 belgesinde kömürü tanımlarken "siyah taş" diye geçiyormuş, ben orijinal belgeyi görmedim, internette belgenin okuması ve resimleri var.
6. Kömür ne için? 1829'da bulunduğu ilginç bir şekilde ısınma kısmı 1903 belgesinde yok. Önceki tezimize destek. "Vapurların seyir ve hareketi tesri", yani kömürün görevi ısınma değil, yanıyor ama vapurlar için.
7. Hikayenin 3 versiyonu ne? Osmanlı'da sıradan bir adam, girişimci bir ruh ile ararsa hem ödül kazanır hem de büyük keşif yapabilir(Sanki Edison tonu gibi). Diğerlerinde bir sıradan insan ülkesi için ararsa, ülkenin kaderini değiştirebilir. Daha milliyetçi sonra askeri tonlar var.
8. Tüm hikayelerde devlet "primum mobile", asıl sistemi hareketlendiren ve olaylar zincirini başlatan ana aktör olarak gösterilmektedir. "Devlet" vurgusu sabit.

Çok saçma artistik bir cümle kurmuştum bir yazıda, yok gelecekte geçmiş ile ilgili daha çok araştırdıkça geleceğin o kaosunun fraktallarında daha çok şey bulacağız gibi birşeydi. Kaçtırdıysanız Allah korumuş, buradan devam edin. Donald Quataert'in kitabı 2006 sanırım, ama Uzun Mehmed hikayesinin Osmanlı ve Türkiye Cumhuriyeti dönemlerindeki sürümlerini kıyaslayarak neler bulmuş. Tam 150 yılın üzerinde zaman sonra.

Kömürün ve Uzun Mehmed'in ulus inşasındaki rolü de onun yazdığı cümle. Yani bir Avrupa'da kömür-çelik birliği demeyin, bizde de var bir hikaye.

Sonunda kömür kömür deyip geçmeyin, medeniyet oradan başladığından, kömürü azcık anlamadan enerjiyi anlamak zor. Yalnız kooool değil kömür, eski Türkçe'den yadigar.

---

[1] <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/European\\_Coal\\_and\\_Steel\\_Community](https://en.wikipedia.org/wiki/European_Coal_and_Steel_Community)

[3] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kömür>

[4] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Tophane-i\\_Amire](https://tr.wikipedia.org/wiki/Tophane-i_Amire)

## Enerji Güvenliğini Basitleştirmek

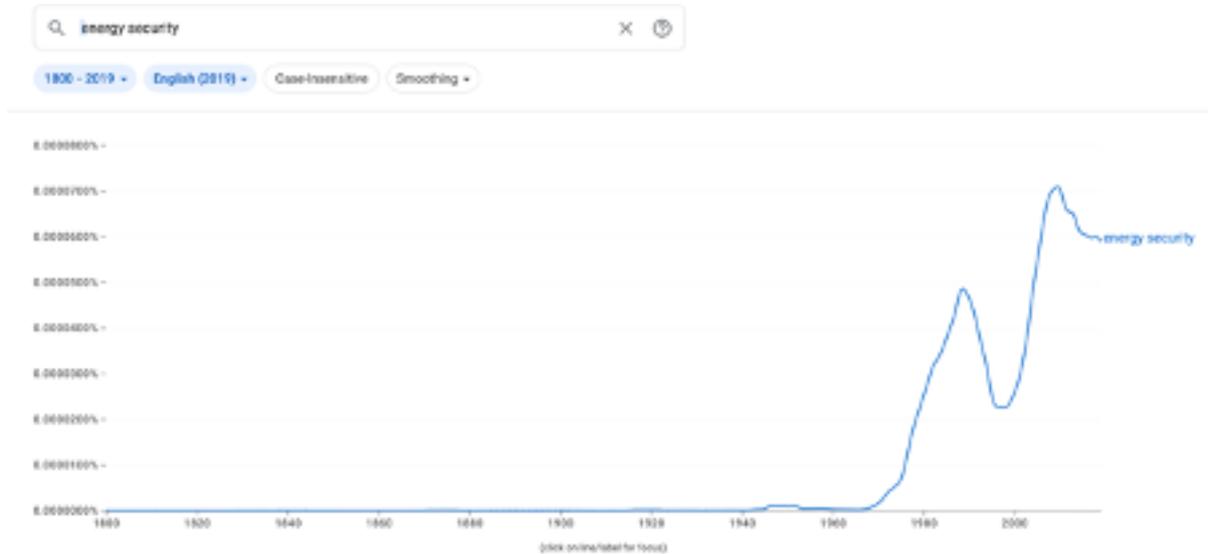
Enerji güvenliği nescafe mi, üçü bir arada olsun? Nesquick mi 10 vitaminli olsun? Organik tuz mu? Değil tabii. Bu yazıda bazı kavramların "toplumsal inşa"(societal construct") olması ile gerçek olması arasındaki farkı anlatmak istiyorum. Örnek de küresel enerji güvenliği tartışmaları.

Terapi derken, aldığım notlar var. Bu notlar sürekli kafamda yer ediyor. Bu notları yazmak için de daha temel konuları netleştirmem gerek. "Yazarak düşünürüm" mantığı ile aslında başka yazacaklarım için alt metinleri yazarak kafamı rahatlatmaya çalışıyorum.

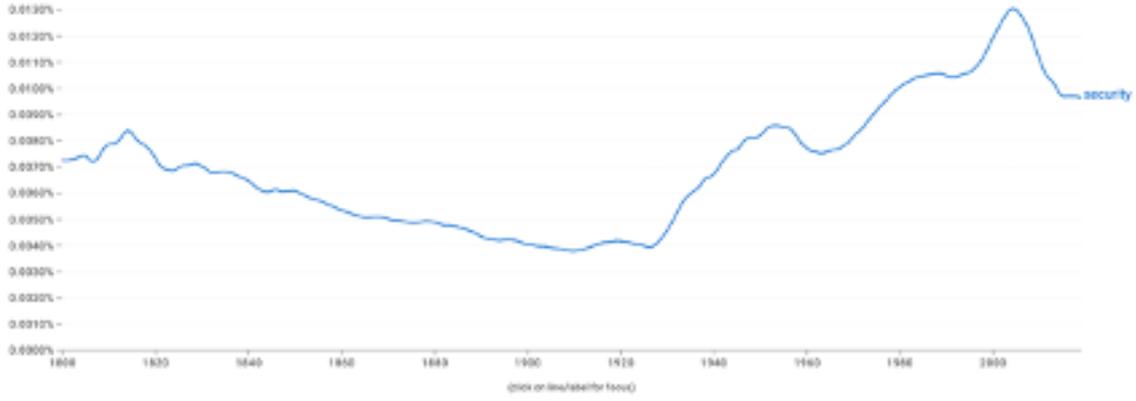
### Giriş

Enerji güvenliği çok önemli bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Bazıları nescafe gibi 3ü birarada tanımlarken, bazıları da 3 alana 1 bedava gibi 4'lemeler vs yapmaktadır. Bazıları da 10 vitaminli içeceklere çevirdi işi. Bu noktada en önemli konulardan bir tanesi, bir kavramın, gerçek iz düşümü ile toplumun kurguladığı kavramla uyuşup uyuşmadığıdır. Neden? Yönetmek için

Tarihsel olarak bakarsak enerji güvenliği kitaplarda 1988 ve 2009 yıllarında zirve yapmış. Aşağıdaki grafiklerde zirve yaptığı yere mi yoksa yükselmeye başladığı yere mi bakmanız lazım? Cevap vereyim, zirve değil yükselmeye başladığı döneme bakılır. Bunlarda 1970'lerin başı ile 1990'ların sonu olan iki dönem.



İngilizce olduğu için belki bir de güvenlik kavramına bakmak gerekecektir. Bu da 2004'te zirve yapıyor. Nereye geliyoruz? Aslında enerji güvenliği tartışmalarının yavaş yavaş kaynadığını fakat uzun süre kalıcı olmadığını, genel bir güvenlik literatürü gibi olmadığını herhalde söyleyebiliriz.



Arama sonuçlarına bakarsak da iki dönem var, biri 2007-2008 dönemi diğeri de 2021 sonrası dönem. Bu iki dönemin çok net bir ortak özelliği var. Fiyat.



Kısacası raporlarda inşa edilen, enerji güvenliği için kabul edilebilirlik (acceptability) kimsenin umrunda değil. Bir güvenlik endişesi veya fiyat endişesi enerji güvenliğini etkileyen iki konu. Kitap ve aramalar onu söylüyor.

Güvenlik endişesi peki neyi etkiliyor. Geçmiş dönemlere bakarsak, bu enerjinin akışı ile ilgili bir sorunun altını çiziyor. Enerjinin akışında 5N1K bir sorgulama getiriyor. İkincisi fiyat çünkü fiyat politik bir krize dönüşebilir. Bugün yapılan çalışmalarda enerji fiyatlarının tüm ekonomi üzerinde düşünülenden daha etkili olduğu söylenebilir[1].

Dolayısıyla enerji güvenliği fiiliyatta iki konu

1. Enerji akışı
2. Fiyat

Açıksa "affordability" de sıralamadaki yerini kaybediyor. Çünkü bu bayram çocuğuna uyumlu kıyafet arar gibi benzer kelimelerle bir bezeme işi gerçekle örtüşmüyor. Sonra tekrar değineceğiz.

Baştaki tartışmaya geri dönersek. Bizler "toplumsal bir kurgu" olarak enerji güvenliğini emisyonla, çevre ile, kömürün olması ile, ülke bağımlılığı ile veya onbin şey ile tanımlayıp rapor yayınlatabiliriz. Ama "enerji güvenliği" gerçeği iki şeye bakıyor. Akış ve fiyat.

Şimdi ikinci noktaya gelelim, enerji güvenliği sağlanmış mıdır? Yani kavram ikili mi yoksa spektral mi? Yani sağladın/sağlamadın veya 1'den 100'e kadar bir rakam mı?

İşte burada bir diğer noktaya geliyoruz.

1. Enerji güvenliğine bir sistem güvenliği olarak bakmak gerekiyor (Akış bunu gerektirir)
2. Sistem güvenliği ise ancak çoklu göstergeler ile izlenebilir (oldu olmadı, 1-100 değil). Yani bir insan vücudu gibi, sağlıklı mı? Eh ama kilosunu fazla, D vitamini eksik, dizi kireçlenmiş vs vs. ama nefes alıyor

Fiyat konusu ise bence çok daha karışık, çünkü fiyat ile arz-talepte yeniden bir denge oluşturabiliyorsunuz. Ama burada görülmeyen maliyetler de var. Mesela Avrupa'da gaz fiyatları toptan satışta serbest hareket edince, ticaret şirketleri finansman bulmakta zorlandı, piyasa hacimleri düştü daha çok sallantı oldu. Bankacılar Brüksel'de kapıları aşındırdılar. Veya yeşil politikalar darbe yedi. Yani fiyat sadece arz-talebi değil işlem(transaction) mekaniklerini ve politik manevra alanını da değiştiriyor. Yani iki değil çok boyutlu.

Ama enerji güvenliği neydi, kabul edilebilirlik, ödenebilirlik, erişilebilirlik, hoplayabilirlik, zıplayabilirlik, fiskobirlik. Bu inşa edilmiş kavramlar ile gerçek enerji güvenliği kavramı farklı davranıyor. Bu sebeple "toplumsal olarak inşa" edilmiş kavramlar inşa edenlerin bakışına hizmet ederken, kavramın hedeflediği kitlelere hiçbir fayda/yarar/zarar sağlamıyor olabilir.

Daha önce dediğim gibi, enerjinin ödenebilirlik(affordability) kavramı da çok tartışılır. Sokağa çıkıp 100 kişiye sorun "valla ödeyemiyoruz" der. Adama petrolü bedava verseniz, belki elde kalan geliri çocuğunu daha iyi okula gönderecek. Servis maliyetleri düşecek. Ama o bedava olduğu için belki sağlık/egitim bütçesi gidecek.

Ama o zaman da talep nasıl artacak? Bu sebeple enerjiyi ucuz veren hiçbir gelişmiş ülke yoktur. Çokluk paradoksu bu, dünya düşündüğümüz gibi çalışmıyor çünkü melekler değiliz. O yüzden hiçbir gelişmiş ülkede hedef herşeyin bedava olması değildir. Çünkü fiyat bir bilgidir, o bilgi olmadan önceliklendirme yapamayız. Yapamayan yerler var mesela çok zaman önce kibrit pahalı doğalgaz bedava diye evlerde ocağın sönmediği yerler.

Bu yüzden asıl kavram **ekonomiklik**dir. Çünkü fiyatın kaynakları ekonomize, yani doğru dağılmasını sağlaması gerekir.

Baştan alırsak, enerji güvenliği iki kavrama bağlıdır.

1. Akış(ın sağlığı)
2. Fiyat(ın ekonomikliği-kaynakları doğru dağıtması. Bedava, erişilebilir olması değil)

Çünkü böyle tanımlarsak sistemsel izleme ve fiyatın dinamik etkisi çok daha rahat görülebilir. Küresel bir kriz, akış üzerinde düşünmemizi sağlar. Sistem olarak baktığımızda bu akışa yeni parçalar, eklentiler ekleyerek sistem dengesini arttırmak hedeflenir.

Fiyat ise sistemin değişik noktalarındaki kaynak geçişlerini sağladığı için hem akış sağlığını ve kısıtlarını gösterir hem de bunların yönetilmesini sağlar.

O zaman enerji güvenliği nasıl sağlanır?

1. **Akış** tarafından bakılırsa

- a. Sistem **izlenebilirliğini** arttırmak.
- b. Sistemde **farklılıklar** oluşturuyoruz. Çeşitlendirme ile bir kaynak, güzergah veya sistem parçasında oluşan hatanın/sorunun etkisinin kısıtlı kalmasını sağlıyoruz.
- c. Sistemde **fazlalık**, yedeklilik oluşturmak: Bu iki şekilde olur. Enerjiye sadece emtia olarak değil sistem bakışı ile bakarsak, zaten sistem bunu sağlıyor. Esnekliği nasıl kuruyoruz. Zamansal ve mekânsal kontrolü arttırmaya çalışıyoruz.
  - i. **Zamansal** kontrol : Depolama ile bir zamanda değil başka bir zamanda ek üretim veya tüketim oluşturabiliyoruz
  - ii. **Mekansal** kontrol : İse kaynaklar ile tüketimleri birbirine yeni veya daha fazla güzergah ile bağlamaya çalışıyoruz. Yine burada da esneklik/yedeklilikler oluşturuyoruz
- d. **Talep** tarafını hareketlendirmeye çalışıyoruz: Verimlilik, tasarruf vs

2. **Fiyat** tarafında ise üç şey yapılabilir:

a. Fiyatı tüm tarafların en uygun hareketi yapmasını sağlayan bir bilgi konsantresi olarak düşünüp, bilgi **asimetrisini** kaldırmak. Bu sebeple krizlerde daima önce "fiyat izlenmesi ve veri yayınlanması" gündeme gelir.

b. **Mekanizmalar** ile tarafların kendi akışlarını yönetmeleri sağlanabilir. Örneğin hedge(koruma) enstrümanları, kademeli tarifeler, karbon vergileri

c. **Vergilerin** dağıtılması

Gördüğümüz gibi benzer noktalar var. En başta güvenlik ve enerji güvenliği konusunda kitap ve aramalardan örnek verirken belki söylemem gerekirdi. Ama güvenlik kavramı maalesef arkadan geliyor. Yani zaten bir krizi önleyen güvenlik kavramı pratikte varoluş sebebini ortadan kaldırmıştır.

Ama raporlarda gördüğümüz enerji güvenliği kavramları da birer gerçeğe benzediği iddia edilen ritmik "galat-ı meşhur"lardır.

Nihayete gelirsek enerji güvenliğini COVID'de olduğu gibi personel güvenliğine kadar getirebilirsiniz. Ya da siber güvenlikle bir araya getirip altyapı güvenliğine de çekebilirsiniz. Ama böyle onlarca parametrenin hangi birini kontrol edebilirsiniz ki? 30 cephede savaşmaya hazırmısınız? Kontrol edebilmek için konuyu kalbinden yakalamak gerekir.

Enerji güvenliği:

1. Akış
2. Fiyat

a bakar. Raporlarda tanımlanan 3A, 4B, 5C aslında ne yapacağınızın fikrini bile vermez hatta yanlış fikirler verir.

Bu sebeple güvenliği sağlamak için

1. Sistemdeki bilgi ve veri miktarını arttırmak
2. Sistemde çeşitlilik ve fazlalıklar oluşturmak
3. Sistem mekanizmalarında yeni araçların girişini(Ör: piyasada hedge enstrümanları, şebekede anlık inertia izleme araçları) arttırarak, opsiyonları arttırmak
4. Tüm bunları, sistem olduğu bilinci ile, her bir farklı nokta için geliştirilen göstergeler ile zaman serisi şeklinde takip etmek

Çünkü sonunda tekrar baştaki sorulara geliyoruz. Sistemsel olarak baktığımızda, sürekli ağır ağır değişen bir sistem var. Bunun göstergeleri de değişecektir, hatta bazı göstergelerin anlamı kalmayacaktır. Soru enerji güvenliğine "düne göre daha mı iyi" diye bakılması yani sistemin hareket yönünün takibi daha önemlidir.

Ama sorarken kurgu neydi: 3A, 3D, 3V vs. Bizim dünyayı basitleştirme şeklimiz ile dünyanın bundan haberi olmadan dönmesi ne güzel

---

[1] [https://scholarworks.umass.edu/econ\\_workingpaper/340/](https://scholarworks.umass.edu/econ_workingpaper/340/)

## Enerji Birimlerine Uyum Sürecim : EJ Devri

Bugünkü konu enerji birimlerindeki değişim ve bunları nasıl akılda tutmaya çalıştığım.

Bir süredir okumaya çalıştığım raporlarda artan oranda Joule geliyor. Zaten birçok birimi öğrenmem 10 yıl sürdü, bu sefer yazarak ilerleyeceğim. Bu kısım teknik, acı yok göz yaşı yok.

Malum bir süredir 1800'lerdeki birimlere geri dönüyoruz. Joule. Kilo, Mega, Giga, Tera, Peta, Exa diye de devam ediyoruz.

Kilo 1000, Mega milyondan gelir deyin 1,000,000 milyon, gigayı gigabayttan biliyoruz, 1 gigabayte 1000 megabayt. Tera, trilyondan kafada kalsın, Peta artık bakın başınızın çaresine, Exa için de okunmuş pirinç varsa kullanın.

Ben 1000, 1000 atladığı için kilo-mega-giga-tera-peta-exa diye kafada tutuyorum, büyüdükçe kelime kozmikleşiyor. Tera gezegenler, peta ötesi, exa galaksiler gibi geliyor.

Akılda tutabildiğim en basit kısımdan başlayayım. Şimdi eskiden milyon ton eşdeğer petrol vardı. İngilizcesi million tonne oil equivalent. Ondan önce de bunun kömürlüsü vardı, milyon ton eşdeğer kömür.

İki birim de birçok enerji birimini ortak bir değere çeviriyordu. Yani farzedelim, evde elma, muz, portakal tüketiyoruz, aylık olarak da kaç kg meyve tükettiğimizi bulmaya çalışıyoruz. Tüm meyvalar için standart kalori cinsinden ölçeklendirme yapıyoruz. Sonunda da eskiden bunları elma eşdeğer kg olarak ifade ederken artık muz eşdeğer kg olarak ifade ediyoruz.

Fakat dönem değişt, meyve adlarını yasaklıyoruz, doğrudan enerji eşdeğerine geçiyoruz. Yani muz eşdeğeri kg gibi birimler tedavülden kalkıyor, doğrudan 400 kJ bir muzun enerji değeri diyerek artık Joule cinsinden ifade ediyoruz.

Enerjide noktalar, virgüller çok önemli bu sebeple kontrattaki dönüşüm rakamları veya uluslararası bir kurumu kullanmanız gerekir. Ben burada kafada tuttuğum gibi hatırlıyorum. Aşağıda bayağı bir yuvarlama yapıyorum.

Türkiye'nin 2022 yılında toplam birincil enerji arzı (elektrik üretimi ve rafinerilere giriş dahil) 157.8 mtep oldu. Milyon ton eşdeğer petrol. Ben kısaca 160 mtep diyeyim.

1 mtep 45(Gerçekte 44.76) peta joule(PJ). Türkiye'nin enerji arzı 7000 PJ yani 7 exajoule(EJ) civarında diyebiliriz. Tüm ülkelerde genelde benzer kurallar vardır. İşte

enerjinin 3'te 1'i petrol, gaz, kömür gibidir deseniz, yanlış olma ihtimaliniz çok kötü olmaz

Enerjiyi aldık, elektriğe çevirdik, dizel, benzine dönüştürdük ve tüketime sunduk. Bu da toplam nihai tüketim. Burada da genelde 5'te 1 (%20-%23) arası elektrik tüketimidir. Elektrik tüketiminin toplam tüketimdeki payının artması bence bir gelişmişlik göstergesidir.

Türkiye'de 160 mtep, yani 7 EJ enerji arz ettik ama bunların bir kısmını daha düzenli enerji kaynaklarına yani ikincil enerji kaynaklarına dönüştürüp öyle tüketiyoruz. Ham petrolü arabaya doldurmuyoruz, ya da kömür yakıp buharını şebekeye vermiyoruz. Bunları dizel, benzin, elektrik gibi doğada kendi halinde bulunmayan kaynaklara çevirdi. O zaman bu 160'tan elimizde 120 mtep, 5.4 EJ kalıyor[1].

Şimdi işleri az daha karıştıralım. Elektrik üretimini de Türkiye'de yıllık olarak milyar kWh olarak ifade ediyoruz. Geçen sene bu rakamı yuvarlak 330 Terawat saat alalım. Tera ile trilyon benzediğinden Tera watt, trilyon watt, o da milyar kilo watt, yani milyar bin watt. Elektrikçiler kWh seviyor.

Biliyorsunuz Türkiye'de güç yüksek gerilimcilerde olduğundan daha düşük voltaj ve gerilimleri de "alçak gerilim" olarak adlandırarak diğer meslektaşlarını da bir nevi anmış oluyorlar. Alçak gerilim ne ya?

Konuya dönelim 330 TWh elektrik üretimi de, 1.2 EJ.[2]. Dolayısıyla kafada tüm rakamları toplayalım.

1. Türkiye'de 7 EJ Enerji Arz Ediliyor
2. Bunun 5.4 EJ'i tüketime erişiyor
3. Bunun da 1.2 EJ'ü elektrik olarak tüketiliyor. 330 TWh, 330 milyar kWh.

Peki tüm birimleri nasıl bileceğiz? O konuyu ben de çözemedim. EJ dönüşümü kafayı allak bullak ediyor.

Çok yuvarlamak gerekirse 280 TWh işte 1EJ diye kafada tutulabilir. Türkiye'nin 2022 elektrik üretimi 1.2 EJ gibi yuvarlanabilir. Bu da bir yerlerde dursun

Şimdi basit noktalara gidelim, bildiğimiz sıradan enerji ürünleri kWh ve MegaJoule cinsinden ne?

- 1 litre dizel 36 MJ ,10 kWh (noktaları hep yuvalıyorum)

- 1 litre benzin 32.6-33 MJ, 9.1 kWh (benzin, aynı litrede dizelin %90'ı kadar enerji barındırıyor)
- 1 kg hidrojen 33 MJ (benzin gibi düşünelim), bu hidrojeni üretmek için 50 MJ enerji harcanıyor gibi de bir not olsun.
- 1 kg çok iyi kömür 25 MJ, 6000 kCal, 7 kWh
- 1 m3 gaz da 10 kWh, yani 36 MJ diyebilirsiniz. (10.55 kWh)

Petrolcüler, doğalgazcılar birimlerde noktasına, tanımına kadar çok hassastır. Çünkü büyük paralar söz konusu. Kontrat metre-küp, standart metre-küp bir sürü birimler de var. Sıcaklıklar, basınçlar, düzeltmeler mutlaka o konularda yazılı açıklama isteyin. Kafadan giden kafadan çarpılır.

Şimdi ben ne yapıyorum, dizeli kafada tutuyorum, 10lu rakamları seviyorum. Dizel 10 kWh, 36 MJ. Benzin %10 daha az enerjili. Bu dizelin 10 eksiği yani 26 MJ'da 6000 kcal kömür. Dizel ve doğalgaz denk gibi. Yani 1 litre dizel eşittir 1 m3 doğalgaz onlar da 36 MJ yapıyor. 10 kWh diyebilirsiniz.

Yukarıdaki paragraf ile sanırım tüm birimler bir araya gelmiş oldu.

EJ konusunda da Türkiye'yi hatırlayın. 160 mtep, 7 EJ birincil enerji arzımız var. Yani 1950 TWh enerji eşdeğeri. Tersten bakarsak da 1 Exajoule, 0.045 mtep, 280 TWh (Yine yuvarladım 278 TWh)

Türkiye'nin elektrik üretimini de 1.2 EJ, 330 TWh diye kafaya yazabiliriz.

Kısaca önümüzdeki dönemde uluslararası raporlarda daha çok joule, exajoule göreceğiz, şimdiden hazır olmak fena olmaz.

---

[1] <https://www.wolframalpha.com/input?i=120+million+toe+in+exajoules>

[2] <https://www.wolframalpha.com/input?i=330+TWh+in+exajoules>

Birincil Arz=100	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Yenilenebilir	Elektrik	Toplam	Elektrifikasyon oranı
<b>Birincil Enerji Arz</b>	27	29	27	17	0	100	
<b>Dönüşüm</b>	-17	-1	-9	-14	15	-24	
<b>Tüketim</b>	9	27	19	4	15	76	20%
Sanayi	7	2	6	1	7	24	30%
Ulaştırma	0	19	0	0	0	19	0%
Konut	2	0	9	2	3	17	20%
Ticaret ve Hizmetler	0	0	3	0	4	8	45%
Tarım ve Hayvancılık	0	2	0	0	1	3	23%
Enerji Dışı Tüketim	0	4	0	0	0	4	0%

## Parmak Hesabıyla Türkiye Enerji Dengesine Bakmak

Birimsel dönüşümlere devam, çünkü hala EJ ve PJ'a adapte olamadım, parmak hesabıyla devam ediyorum. Ne için yazıyorum? Kendime öğretmek için. Yoksa PetaJoule dönüşümü yazmanın hiçbir mantığı yok.

Türkiye enerji denge tablosu her sene Kasım ayında Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanmaktadır[1]. Çok uğraş gerektiren bu süreçte emeği geçen herkese teşekkür ediyorum. Yani çok hikaye var bu konuda ama herhalde enerji istatistiklerindeki zirve nokta denge tablolarıdır. Anket, ölçüm, tahmin, hesap, dönüşüm, doğrulama, çapraz sağlama herşey var. Tüm enerji uzmanları (elektrik değil) oradan başlasa öğrenme süreci kısalabilir.

Enerji tabloları hazırlamak da okuyabilmek de bir uzmanlık ister. Genelde bu kapasitedeki uzmanlara "Genel Enerji Uzmanı" denirdi eskiden. Şirket adı değil, yani enerjinin her alanından istatistiklerin nasıl çıkarıldığını ve bunların nasıl hesaplandığını, sayının arkasındaki "mekanizmanın şifrelerini" çözmüş kişilerdi modern tabirle. Ama gördüğünüz her sayının nasıl üretildiğini biliyorsunuz sistemdeki bilgi uzmanlardan biri olma ihtimaliniz de yüksektir. Ben bilmiyorum, sadece tablo kullanıcısıyım.

Rahmetli Mehmet Güler'i bu noktada anmam lazım, aklıma geldikçe gülümsetiyor maceraları, mekanı Cennet olsun. Macide Altaş da bir üstat olarak benim dağarcığımda hep var.

Gelelim ana noktaya. Geçen yazıda EJ cinsinden denge tablosu üzerinden birşeyler yazmıştım. Bu sefer, her sene geleneksel olarak hazırladığım "Kalanlarımız için denge tablosu" diye bu genel enerji uzmanlarının okuyabildiği tabloyu basitleştirip paylaşıyorum. Tablonun basit hali gerçeğinden farklı, alt yakıt kalemleri ve diğer (ihrakiye) vs de farklılaşıyor ama toplam da orijinal tablodan dönüşüm.

Orijinal Türkiye denge tablosu şöyle bir şey:

37 sütuna, 67 satır yaklaşık 2500'e yakın veri noktasının düzenlenmiş hali. Ama ben bu kadar hücreyi en anlamlı gördüğüm minimum hücreye indirgemeye çalışacağım

Temelde denge tablosunda 3 önemli satır var:

1. **Birincil enerji arzı**, yani ülke topraklarına birincil enerji dediğimiz (kömür, petrol, doğalgaz, yenilenebilir)'den giren miktar. Elektrik, ikincil enerji kaynağı ve dönüşümden sonra ortaya çıkar. Teknik bir ayrıntı var(ithalat/ihracat) onu karıştırmayalım. Üretiyoruz, ithal ediyoruz belki ihrac ediyoruz, ama toplamda içeride bir arz ettiğimiz enerji var. O bu.

2. **Dönüşümde** alıyoruz kömürü, gazı, güneşi, rüzgarı elektrik üretiyoruz, kok yapıyoruz en önemlisi ham petrolü alıp ikincil yakıt yani türetilmiş yakıt olan jet, dizel, benzin gibi ürünler üretiyoruz. Bu sırada bir enerji kaybı da oluyor. Burada günışılardan üretilen güneş elektrikten farklı.

3. **Tüketimde** ise artık nihai tüketimine uygun hale gelen tüm enerji kaynaklarını bir araya getiriyoruz.

Bu sebeple birincil enerji arzı "brüt enerji" gibi, nihai tüketim de "net enerji" gibi düşünülebilir. Ben bu brüt enerjiye, yani birincil enerji arzına 100 diyerek, birimsiz bir 2022 enerji dengesi basitleştirmesi yaptım.

Birincil Arz=100	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Yenilenebilir	Elektrik	Toplam
<b>Birincil Enerji Arzı</b>	27	29	27	17	0	100
<b>Dönüşüm</b>	-17	-1	-9	-14	15	-24
<b>Tüketim</b>	9	27	19	4	15	76
Sanayi	7	2	6	1	7	24
Ulaştırma	0	19	0	0	0	19
Konut	2	0	9	2	3	17
Ticaret ve Hizmetler	0	0	3	0	4	8
Tarım ve Hayvancılık	0	2	0	0	1	3
Enerji Dışı Tüketim	0	4	0	0	0	4

Yuvarlamalar, virgülden sonraları yok ettiğimden rakam toplamları yaklaşık tutuyor. Dediğim gibi tablonun orjinaline bakmak esastır. Amacımız kafada tutmak

Kısaca tabloya nasıl bakacağız? Mesela petrole bakalım(3.sütun), 29 geliyor, rafineride yakıtlara çevrilirken 1-2si tüketiliyor (ısı vs), 27'si tüketime gidiyor. Bunun 19'u ulaştırmaya, 4'ü de enerji dışı tüketime gidiyor. Petrokimya gibi, materyal olarak tüketiliyor, nispeten yakılmadan.

Veya doğalgaza bakalım. 27 doğalgaz girişinin 9'u dönüşüme gitmiş. Bu 9 elektriğe dönüştüğü gibi, bir kısmı da rafinerilerde ısı veya hidrojen üretilip daha hafif ürünler için de kullanılıyor. Kalan 19 tüketime. Yarısı konutlarda, kalanın 2/3'ü sanayi, 1/3'ü oteller, ticarethaneler vs.

Elektrik kısmı daha ilginç, ben burada daha detaylı değil ama basit bir "elektrifikasyon oranı" dediğim, hangi sektör ne kadar elektrik kullanıyor oranı hesapladım. İşte ben nelere bakıyorsam...

Birincil Arz=100	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Yenilenebilir	Elektrik	Toplam	Elektrifikasyon oranı
<b>Birincil Enerji Arzı</b>	27	29	27	17	0	100	
<b>Dönüşüm</b>	-17	-1	-9	-14	15	-24	
<b>Tüketim</b>	9	27	19	4	15	76	20%
Sanayi	7	2	6	1	7	24	30%
Ulaştırma	0	19	0	0	0	19	0%
Konut	2	0	9	2	3	17	20%
Ticaret ve Hizmetler	0	0	3	0	4	8	45%
Tarım ve Hayvancılık	0	2	0	0	1	3	23%
Enerji Dışı Tüketim	0	4	0	0	0	4	0%

Tabii ki ticarethanelerin tüketiminin yarısı elektrik gibi çıktı. Ama tarım ve hayvancılıktaki elektrifikasyon oranı konuttan fazla. Su motorları ana sebep olabilir. Düşünün kuraklık oldukça da tarımdaki elektrik talebi artıyor. Yediğimiz tüm tarım ürünlerinin içinde %25 elektrik var gibi. Konutlarda ise doğalgazın yaygınlığı zaten konut satırında belli.

Sanki Türkiye enerji tüketiminin resmini çekiyor gibiyiz değil mi? Baştaki noktayı unutmayın, büyük tabloyu okuyan profesör olmasa da "genel enerji uzmanı" olur.

Şimdi gelelim PetaJoule haline. Neden petajoule? Kilo-mega-giga-tera-peta-exa'da ExaJoule'a geçince rakam çok küçülüyor, anlam zorlaşıyor. Türkiye'nin birincil enerji arzı 6.6 EJ ama tarım ve hayvancılık enerji tüketimi 0.2 EJ. O yüzden 1000 PetaJoule = 1 Exajoule'dan 1000'le çarpılmış PJ haline bakalım.

PJ sürümü	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Yenilenebilir	Elektrik	Toplam
<b>Birincil Enerji Arzı</b>	1760	1889	1813	1135	10	6607
<b>Dönüşüm</b>	-1140	-75	-563	-894	1013	-1564
<b>Tüketim</b>	619	1814	1251	241	1023	5043
Sanayi	440	148	379	51	485	1596
Ulaştırma	0	1263	11	7	6	1286
Konut	120	16	622	137	221	1117
Ticaret ve Hizmetler	26	16	203	20	261	528
Tarım ve Hayvancılık	0	133	4	26	50	213
Enerji Dışı Tüketim	0	262	32	0	0	294

Türkiye'nin en çok tükettiği enerji kaynağı Petrol 1881 PJ gibi(1889 ama kafada kalması için çok bilinen bir rakama olan Atatürk'ün doğum tarihine yuvarlıyorum). Arkasından doğalgaz geliyor, onu da 1816 PJ (1813 ama 1816 benim için çok bilinen bir tarih "Yazın gelmediği yıl"[2], zaten soğuk, doğalgazla ısınmışlardır diye kafada tutuyorum). Kömür de 1760 PJ (Fransız devrimi gibi) . Toplam enerji de 6600 PJ olsun.

Şimdi burada hatırlanması gereken nihai tüketim 5000 PJ(bir elin parmakları). Bunun 1000'i de elektrik. 5000 PJ tüketimin de 1600'ü sanayi, eh malum en büyük kalem. 1300'ü ulaştırma, 1100'ü de konut. 16-13-11 sanayi-yol-konut. Ticarethane konutun yarısı diyelim. Tarım da onun yarısı.

Daha da yuvarlarsak, nihai tüketimde 5 parmağın, 3'ü sanayi ve ulaştırma, 1'i, konut. Kaynak yönünden de 5 parmağın 2si petrol, 1'i elektrik, 1'i doğalgaz, 1'de kömür ve yenilenebilir.

Bence burada bırakmak da fayda var. Çünkü daha çok analiz yapılabilir. Eğer çok doyamadıysanız, enerji dönüşümü analizi yapabilirsiniz. Hangi sektörlerde kömür çok kullanılıyor, dışa bağımlılık sizce hangi sektörlerde yüksek, elektrifikasyon hangisinde sanki daha mümkün, geçiş yakıtları geçişi nerede önceliklendirilmeli vs.

Yazının sonunda birşeyi unutmamak lazım. Bu parmak kuralları evet hayat kurtarır ama sayı konuşacaksanız orijinal tabloya bakmamız lazım. Parmak kuralları sadece kafamızda Türkiye'nin enerji akışının düşünsel bir modelini kurmamızı sağlar.

***Her model gibi bu düşünsel modelde yanlış ama kullanışlıdır.***

---

[1] <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20407>

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Year\\_Without\\_a\\_Summer](https://en.wikipedia.org/wiki/Year_Without_a_Summer)

			2010	2021	2022
"World Indicators"	Üretim Mt (milyanton)	Primary chemicals	515	713	719
		Steel	1 435	1 960	1 878
		Cement	3 280	4 374	4 158
		Aluminium	62	105	108
"World TFC"	Enerji Tüketimi EJ	Chemicals	38	48	48
		Iron and steel	31	37	35
		Cement	9	12	12
		Aluminium	5	7	7
"World CO2 Emissions"	Emisyonlar Mt CO2	Chemicals**	1 201	1 329	1 330
		Iron and steel**	2 083	2 733	2 623
		Cement**	1 916	2 514	2 418
		Aluminium**	185	261	265
Hesaplanan	Birim Enerji Tüketimi 1 Mt üretim başına PJ (1 EJ=1000 PJ)	Chemicals	73	67	67
		Iron and steel	21	19	19
		Cement	3	3	3
		Aluminium	75	65	64
Hesaplanan	Birim Emisyon 1 Mt üretim başına Mt CO2 (1 ton CO2/1 ton üretim)	Chemicals	2,3	1,9	1,8
		Iron and steel	1,5	1,4	1,4
		Cement	0,6	0,6	0,6
		Aluminium	3,0	2,5	2,5

## Dünya Enerji Dengesinden Ölçek ve Birimler

Dünya enerji dengesini büyüklükler olarak anlamak önemli. Şimdi EJ'a ve PJ'a uyum sürecimde o kısma bakacağım.

Önce veri olarak neyi alacağımız önemli. IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) Küresel Enerji Görünümü 2023 raporunun açık veri setini öneriyorum. Buradan indirebilirsiniz, neler var neler[1].

Dünyada hangi kaynaktan ne kadar tüketiyoruz önce ona bakalım(yine yuvarlama yaparak akılda kalıcı rakamlara getiriyorum). Rakamlar 2022 yılı rakamları

1. Petrol işi karışık ama 100 mv/g 2022 rakamı alabilirsiniz. Fakat şöyle bir mevsimselliği var. Normalde her sene 1.1 mv/g artırırsanız gider[2]. Petrol talebinin 28'i dizel, 26'si benzin, 15'i LPG, 7'si Jet. Dördünü toplayınca 75mv/g yapması lazım. Gerisi nafta ve diğerleri. Türkiye 1-1.3 mv/g arası bir tüketime sahip.
2. Doğalgaz üretimi 4100 bcm[3], LNG ticareti 520 bcm o da 390 milyon ton LNG yapar[4]. Türkiye tüketimi de 50-55 bcm.
3. Kömürde de 8400 Mt, milyon metrik ton diyelim, talep var[5]. Kömürün %16'sı uluslararası ticarete konu.

4. Elektrik üretimi 29 PWh, yani 29000 TWh, Türkiye'nin elektrik üretimi 330 TWh gibi ölçekleyebilirsiniz.
5. Yenilenebilir elektrik üretimi 8.6 PWh, o da 8600 TWh. Yani elektrik üretiminin dünyada 3'te 1'i yenilenebilirden.
6. Güneşten elektrik üretimi ise 1.3 PWh, 1291 TWh.
7. Rüzgardan elektrik üretimi ise 2.1 PWh, 2125 TWh.
8. Nükleer elektrik üretimi 2.7 PWh, 2682 TWh
9. Kömürden elektrik üretimi ise 10 PWh, 10428 TWh
10. Gazdan elektrik üretimi ise 6.5 TWh, 6500 TWh
11. Elektriğin CO2 yoğunluğu 460 gr/kWh

EJ'a geçerken geçen seferden Türkiye'nin birincil enerji arzını 7 EJ gibi düşünebileceğimizi belirtmiştik. Normalde 6.6-6.7 EJ. Ama kafamızda ölçeklendirmek için 7 diyelim. Tüm elektrik üretimimizde yaklaşık 1.2 EJ yani 330 TWh. Aslında dünyanın %1.1'i desanız çoğu yerde tutarlı olabiliyor.

Şimdi önce bir birimleri halledelim.

- Kömürde, her 1 milyon ton kömür eşdeğeri (mtce) 0.0293 veya kısaca 0.029 EJ[6]. 29 PJ diyelim
- Gazda her 1 milyar m3 gaz (bcm) 0.0357 veya kısaca 0.035 EJ[7]. 35 PJ olsun.
- Petrolde her 1 milyon varil/gün (mv/g veya mb/d). 2 EJ diyebiliriz. 2000 PJ yani.

Bu rakam yüksek geliyor çünkü 1 milyon varil/gün yaklaşık 365 milyon varil/yıl yapar. Tüm birimler yıllık olduğundan 365 milyon varil diyebiliriz. Bu sebeple diğer birimlerin kat kat üzerinde.

Açıkcası Excel'deki dönüşüm katsayısı ile raporlardaki rakamlar arasında farklar olunca biraz uğraştırdı ve rakamları uzlaştıramayıp referanslar kullandım.

Yenilenebilir kısmı tabloda iki kısım. Dünyanın önemli bir kısmı hala geleneksel (odun vs) ile ısınıp yemek pişirdiğinden bir arz kısmı var. Hepsi elektrik değil yani.

Dünyada 2022 yılında:

- **632 EJ enerji arzı olmuş**

o Bu rakamın 250 EJ'ü elektrik ve ısı üretmek için kullanılmış. Elektrik sektörü diyelim

• **442 EJ'ü nihai enerji tüketimine gitmiş.**

o Bu tüketimin 89 EJ'ü elektrik. Yani %20'si elektrik olarak tüketilmiş. Aslında 89/250'den, dünyada ortalama elektrik üretim verimi %35 gibi.

• Nihai enerji tüketiminde

o **Sanayi 167 EJ, (%38) bunun kırılımı ise:**

§ Kimyasallar 48 EJ,(%11)

§ Demir Çelik 35 EJ,(%8)

§ Çimento 12 EJ,(%3), Nihai enerji tüketiminin %10'u çelik-çimento

§ Alüminyum 7 EJ, (Türkiye birincil enerji arzını 7 olarak kafada tutmuştuk)(%2)

o **Ulaştırımda 116 EJ tüketiyoruz (%26). Orada da :**

§ Uçaklarda ve gemilerde 11'er EJ,

§ Kalanı petrol ve sıvı yakıtlar veya gazlar. Kara taşıtları için enerji tüketimi de nihai tüketimin 4'te 1'i.

o **Binalarda ise 133 EJ,(%30) (Konut+servis)**

o **Konutlarda 93 EJ,(%21)**

o **Servis sektörü de 39 EJ(%9)**

WEO2023 verisetindeki World TFC sekmesinden alındı.

Veri setinde ilginç bir nokta daha var. "World Indicators" da birincil kimyasal, çelik, çimento ve alüminyum üretim rakamları da Milyon ton olarak yer almaktadır. Eğer materyal üretimini ve enerji tüketimini biliyorsak, bu materyaller başına enerji tüketimini hatta emisyonlar da varsa emisyonları bile hesaplayabiliriz.

Ben bir tane hazırladım. 3 ayrı sekmeden verileri alarak alt alta koydum, sonra da hesapladığım hücreleri farklı göstermek için renk formatını koyu ters yaptım. En solda aldığım sekme isimleri var.

			2010	2021	2022
"World Indicators"	Üretim Mt (milyonton)	Primary chemicals	515	713	719
		Steel	1 435	1 960	1 878
		Cement	3 280	4 374	4 158
		Aluminium	62	105	108
"World TFC"	Enerji Tüketimi EJ	Chemicals	38	48	48
		Iron and steel	31	37	35
		Cement	9	12	12
		Aluminium	5	7	7
"World CO2 Emissions"	Emisyonlar Mt CO2	Chemicals**	1 201	1 329	1 330
		Iron and steel**	2 083	2 733	2 623
		Cement**	1 916	2 514	2 418
		Aluminium**	185	261	265
Hesaplanan	Birim Enerji Tüketimi 1 Mt üretim başına PJ (1 EJ=1000 PJ)	Chemicals	73	67	67
		Iron and steel	21	19	19
		Cement	3	3	3
		Aluminium	75	65	64
Hesaplanan	Birim Emisyon 1 Mt üretim başına Mt CO2 (1 ton CO2/1 ton üretim)	Chemicals	2,3	1,9	1,8
		Iron and steel	1,5	1,4	1,4
		Cement	0,6	0,6	0,6
		Aluminium	3,0	2,5	2,5

Tembellikten kısa olacak diye başlarken, galiba cezamı çektim. Çok sürdü. Ama yukarıdaki rakamları bilmeden, kafa başka yerlere gidip gelemiyor bile.

Bilmek fena olmaz.

[1] <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-outlook-2023-free-dataset-2#tables-for-scenario-projections>

[2] <https://www.iea.org/reports/oil-2023>

[3] <https://www.iea.org/reports/medium-term-gas-report-2023>

[4] <https://www.ief.org/focus/ief-reports/fragile-equilibrium-Ing-trade-dynamics-and-market-risks#charts>

[5] <https://www.iea.org/reports/coal-2023>

[6] <https://www.wolframalpha.com/input?i=1+million+ton+coal+equivalent+in+EJ>

[7] <https://unit-converter.gasunie.nl>

		2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2050
EJ	Birincil Enerji	547,4	566,5	597,4	604,0	612,3	620,8	629,3	673,5	720,6	880,2
Milyar dki	Nüfus	7,4	7,8	7,9	8,0	8,1	8,1	8,2	8,6	9,4	10,0
Gü/dki	Kişi başı enerji talebi	73,7	72,2	75,5	75,7	75,9	76,2	76,4	78,0	81,3	88,4
mt	Kömür talebi	7450,0	7740,8	8159,5	8801,4	8863,0	8410,7	8946,1	8946,0	8077,0	6744,9
bcm	Gas talebi	3478,8	3860,3	4067,1	3041,3	4020,1	4058,5	4176,4	4554,8	5221,3	5606,5
ky/d	Petrol talebi	9005,4	9175,3	92182,8	100254,6	101240,4	102134,7	102934,7	103445,8	102662,9	90871,6
TWh	Elektrik talebi	24308,8	26096,5	28510,1	29185,1	30040,1	30341,3	31880,5	36545,5	40651,6	66727,8
Büyüme Oranları:											
%	Birincil Enerji	1,8%	1,1%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%
%	Nüfus	1,3%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	0,9%	0,7%	0,5%
%	Kömür talebi	2,7%	0,4%	0,3%	0,8%	0,7%	0,5%	0,4%	-0,3%	-1,7%	-3,1%
%	Gas talebi	2,4%	1,0%	2,3%	1,8%	2,0%	2,0%	1,8%	1,7%	1,2%	0,6%
%	Petrol talebi	1,2%	0,4%	0,9%	1,1%	1,0%	0,9%	0,8%	0,3%	-0,7%	-1,7%
%	Elektrik talebi	2,8%	2,1%	2,5%	2,5%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%

## Basit bir Dünya Enerji Talebi Modeli Denemesi

Yazıyorum çünkü bu sefer bir araca ihtiyacım var. Son yazılar esnasında farklı kaynakların farklı yıllar konusundaki rakamlarında çok sorun yaşadım. Anlatmayayım. Genelde bu işi Python'da yapıyorum, ama daha basiti mümkün ve atla deve olmayan bir kısmı da var bu işlerin.

Kafa yapımız Ratatuy, türlü, herkes kendi evinde kendi kendine model yapabilir. Ama neyi modellemiş olur o kısım tartışılır.

Benden bir ara Python dersi almış olanlar bilirler. Derse doğrudan petrol fiyat modeli yaptırarak başladım. Tabii derslerin daha sonra devamı gelmedi, kaçan kaçana yani.

Aslında çok basit bir yapısı var.

Üretimde iki tip ülke grubu var: OPEC ve OPEC dışı, tüketimde de iki tip ülke var OECD ve OECD dışı. Bunlar farklı dinamikleri temsil ediyor, rakamları ve kalibrasyonu yaparsanız, modelin talep tarafı 2-3 sene %5 altı hata ile çalışabilir. Ama fiyat kısmı yalan tabii ki. Sadece gösterme amaçlı. Modeli merak edenler için web de var[1]. Örnek:

```
if petrol_fiyati<60:
    opec_uretim=opec_uretim-0.3 # eger 60 $'ın altında petrol fiyatı var ise OPEC üretimini 0.3 mw/g düşer
    nopec_uretim=nopec_uretim+0.5

    oecd_tuketim=oecd_tuketim+0.81
    noecd_tuketim=noecd_tuketim+0.4
```

Şimdi ise petrol 60\$/v'n üzerinde ise üretim ve tüketimin nasıl değişeceğini yazalım

- OPEC ve nOPEC üretimi artar. nOPEC'in ki daha çok artar (ABD üretimi daha hızlı davranmaya girecektir)
- OECD tüketimi az, gelişmekte olan ülkelerin talebi ise daha büyük bir hareket yapacaktır

```
if petrol_fiyati>60:
    opec_uretim=opec_uretim+0.3
    nopec_uretim=nopec_uretim+0.5

    oecd_tuketim=oecd_tuketim-0.81
    noecd_tuketim=noecd_tuketim-0.4
```

Fakat bu sefer Python yok, sadece Excel ile çok dandik bir dünya enerji modeli denemesi var. Her zaman olduğu gibi malzemelerimiz ile başlıyoruz. Eski BP veya mülga BP Enerji İstatistikleri, şimdilerde Energy Institute Statistical Review of the World oldu[2].

Bir sürü veri var, bölgeler vs. Önce indirdiğim veri dosyasındaki benim işime yarayacağını düşündüğüm

- Birincil Enerji
- CO2 Emisyonları
- Petrol ve ürünleri (Total liquids, ham petrol ardı diğer ürünler mesela biyoyakıtlar)
- Gaz Tüketimi
- LNG ihracatı
- Kömür Üretimi (Tüketimi yok ama çok büyük büyük stok değişimleri enderdir)
- Elektrik Üretimi ve alt kalemleri yenilenebilir, güneş, rüzgar elektrik üretimi
- Kişi başı enerji tüketimi
- Nüfus (hesaplıyoruz, Birincil Enerji/Kişi başı enerji tüketimi)

kisimlerini aldım.

Tüm bu sekmelerdeki "Total World" toplam dünya satırlarını alt alta yazdım, grafiklerken baş ağrıttıyor ama bilmem gerekir diye birimleri de en başa aldım. Bazı veri satırları 1965'ten başlamıyordu, LNG, elektrik üretimi, rüzgar, güneş vs gibi. Onları kaydırmak zorunda kaldım.

Şöyle birşeye dönüştü(kb/d 1000 varil/gün demek):

		2019	2020	2021	2022	2022	2012-22
EJ	Birincil Enerji	587,39	566,49	597,41	604,04	1,1%	1,4%
Mt CO2	CO2 Emisyonları	34044,0	32284,9	34052,2	34374,1	0,9%	0,6%
kb/d	Petrol ve Ürünleri	100776	91776	97193	100255	3,2%	1,0%
bcm	Gas Tüketimi	3905,8	3860,3	4067,1	3941,3	-3,1%	1,7%
bcm	LNG İhracatı	484,2	490,0	515,7	542,4	5,2%	5,3%
Mton	Kömür Üretimi	8109,2	7740,8	8139,5	8803,4	7,9%	0,8%
TWh	Elektrik Üretimi	27099,5	26986,5	28520,2	29165,1	2,3%	2,5%
TWh	Yenilenebilir Üretimi	2793,5	3151,3	3664,6	4204,3	14,7%	14,7%
TWh	Güneş Üretimi	705,2	854,4	1059,3	1322,6	24,9%	29,3%
TWh	Rüzgar Üretimi	1420,6	1594,0	1854,1	2104,8	13,5%	14,8%
Gj/capita	Gj/capita	75,6	72,2	75,5	75,7	0,3%	0,3%
milyar	Nüfus	7,760683019	7,846095515	7,912665025	7,979334925		

Şimdi işin teorisine gelelim çünkü aslında teoriyi katlettik. Teori şunu der, model önce talebi hesaplar, ona uygun arzı bulur. Kim bakar. Ben takmam, ama sorun elektrikte olur. Elektrik talebinden ne kadar doğalgaz kömür ihtiyacı olduğunu bulmak gerekir. Ama bunu da ihmal ediyoruz, Nobel almayacağız, parmak kuralı üretmeye çalışacağız.

Teori şu, enerji sektörü çok sermaye yoğun olduğundan makine parkı hızlı değişmiyor, enerji talebi de gecedan sabaha atlaya atlaya gitmiyor. O yüzden 10 yıllık ortalama büyümeleri kullanmak kötü bir varsayımdır ama sonuçları ile yaşayabileceğimiz bir kötülüktür. Hayat bir trajedi olmasa, doğru-adam gibi modeli yapmak için belki kuantum bilgisayarların icadını beklemeniz gerekir.

Ben de o yüzden önce yıldan yıla büyüme sonra da 10 yıllık ortalamaları çıkarıyorum. Vakit olsa, ki daha sonra benim olacak bu gelişmelerin üzerine kafa yorarak yapabilirim.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Yıllık Büyüme Oranları</b>								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Birincil Enerji	0,8%	1,2%	2,1%	2,7%	1,1%	-3,6%	5,5%	1,1%
CO2 Emisyonları	0,0%	0,1%	1,5%	2,1%	0,1%	-5,2%	5,5%	0,9%
Petrol ve Ürünleri	2,3%	2,0%	2,1%	1,4%	0,4%	-8,9%	5,9%	3,2%
Gaz Tüketimi	2,4%	2,3%	2,6%	5,0%	1,8%	-1,2%	5,4%	-3,1%
LNG İhracatı	1,0%	6,3%	9,8%	9,5%	12,5%	1,2%	5,3%	5,2%
Kömür Üretimi	-2,8%	-5,9%	2,9%	4,8%	0,5%	-4,5%	5,4%	7,9%
Elektrik Üretimi	1,0%	2,6%	3,0%	4,1%	1,3%	-0,4%	5,7%	2,3%
Yenilenebilir Üretim	16,0%	13,0%	18,0%	14,1%	12,6%	12,8%	16,3%	14,7%
Güneş Üretimi	29,8%	28,3%	35,6%	29,2%	22,5%	21,1%	24,0%	24,9%
Rüzgar Üretimi	17,8%	15,7%	18,6%	11,2%	11,9%	12,2%	16,3%	13,5%
Gİ/capita	-0,4%	0,0%	0,9%	1,6%	0,0%	-4,5%	4,6%	0,3%
Nüfus	1,2%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	0,8%	0,8%
<b>10 Yıllık Hareketli Ortalama</b>								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Birincil Enerji	1,8%	1,6%	1,5%	1,7%	1,9%	1,1%	1,4%	1,4%
CO2 Emisyonları	1,5%	1,2%	1,0%	1,1%	1,4%	0,4%	0,7%	0,7%
Petrol ve Ürünleri	1,2%	1,2%	1,3%	1,5%	1,7%	0,4%	0,9%	1,1%
Gaz Tüketimi	2,4%	2,4%	2,2%	2,5%	2,9%	2,0%	2,3%	1,8%
LNG İhracatı	5,8%	5,3%	5,5%	6,4%	7,0%	5,0%	4,7%	5,3%
Kömür Üretimi	2,7%	1,6%	1,5%	1,6%	1,5%	0,4%	0,3%	0,8%
Elektrik Üretimi	2,8%	2,7%	2,5%	2,7%	3,0%	2,3%	2,5%	2,5%
Yenilenebilir Üretim	16,2%	16,2%	16,5%	16,3%	16,0%	15,3%	15,0%	14,8%
Güneş Üretimi	51,9%	51,0%	51,0%	47,7%	43,3%	39,4%	32,4%	29,4%
Rüzgar Üretimi	23,2%	22,0%	21,0%	19,2%	17,9%	16,6%	15,5%	14,8%
Gİ/capita	0,5%	0,4%	0,3%	0,4%	0,7%	-0,1%	0,3%	0,3%
Nüfus	1,3%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,1%	1,1%

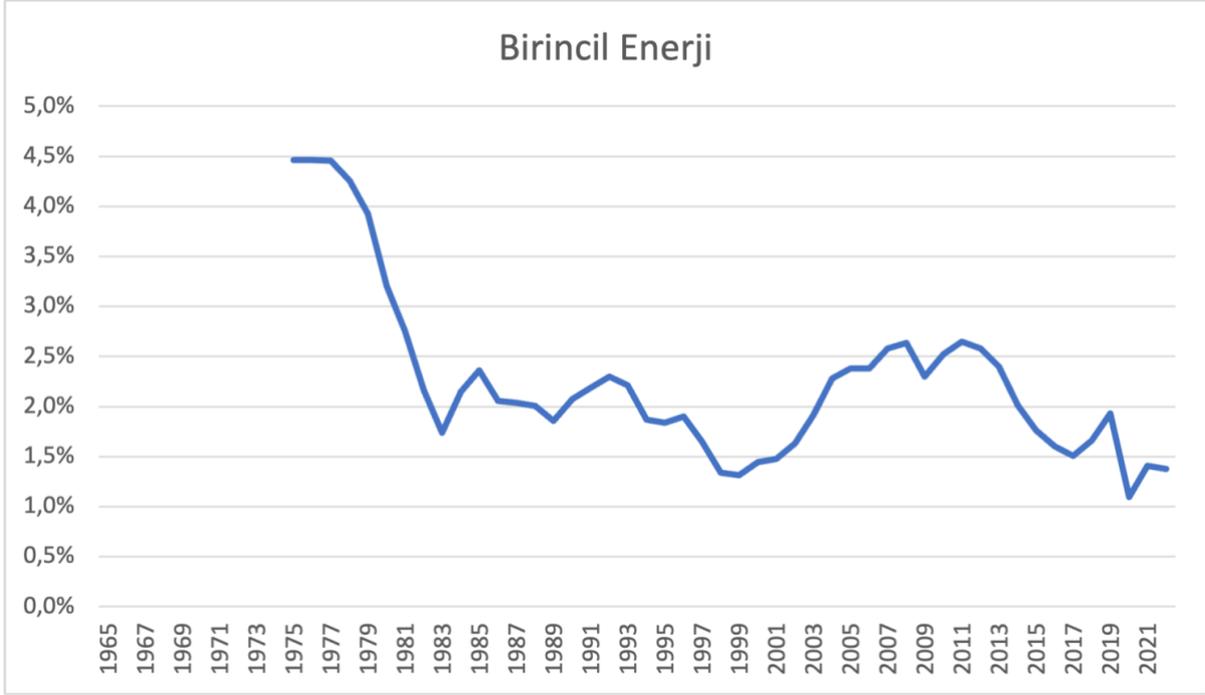
Yukarıdaki rakamlardan bir ton analiz çıkar. O kısmı atlıyoruz.

Veri analizinin daima birinci yöntemi, grafik çıkarmadır. Grafik çıkarırken çok ilginç bir şey oldu. 1979 petrol krizi sonrası Batı ülkelerinde yenilenebilir politikaları sıfırdan yükseldiği için güneş ve rüzgar elektrik üretimlerinin artış hızı bugünden yüksek çıktı, onu da düzeltmek zorunda kaldım tabii. Modelleme işinin 2/3'ü veri işleme.

Örneğin en basiti nüfus. Nüfus artışı 5 yılda 1, %0.1 düşmüş. En son rakam %1.1 . Nüfus deyip geçmemek lazım, enerji talebinin ana belirleyicisi, Global Carbon Project'in Kaya decomposition slaytlarına mutlaka bakın[3]

Mesela birincil enerji yani kömür, doğalgaz, kömür hepsinin toplamına bakalım. Şöyle bakınca (Excel'de birçok başka araç var, trend vs de kullanabilirsiniz), yüksek büyüme dönemlerinde %2.5, düşük büyüme dönemlerindeki, bunlar kısa sürmüş %1.5 artış olmuş. Zaten ekonomik olarak sıfır büyüme ortamında bile nüfus artışından enerji talebi artar.

Göz kararı bakıyorum, normalde bir konferans bildirisinde detaylarını anlatıyorum[4]. Birincil enerji talebinin/arzınının 30 yılda %0.5 düşmüş diyelim.



İşte modelimizin ilk versiyonu çıkmış oldu. "Cin Ali" modelinin sadece gövdesini çizdik. İki tane değişkenimiz var.

1. Birincil Enerji arzı artışı, yıldan yıla %0.5/30 hesabına göre, %0.016 azalacak. Bakın artışı azalacak. 2022'yi 604 EJ'dan başlatıyoruz, 2022 yılı büyümesi %1.4'ü alıyoruz. Yıldan yıla %0.016 azaltıyoruz

2. Nüfus artışı da belli, artış oranı 5 yılda %0.1 düşerse, yılda düşüş %0.02 düşüş oranı uygun. Normalde nüfus projeksiyonları BM sitesinden erişilebilir. Eğer bir kestirim daha güvenilir bir kaynak tarafından yapıldıysa oradan alın.

Bunları bir araya koyup, renklendirip ardından da yılları 10'ar 10'ar gruplandırdıktan sonra bir hesap daha yapabiliriz. O da kişi başı enerji talebi.

		2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2050
EJ	Birincil Enerji	547,4	566,5	592,4	604,0	612,3	620,8	629,3	673,5	770,6	880,2
Milyar kişi	Nüfus	7,4	7,8	7,9	8,0	8,1	8,1	8,2	8,6	9,4	10,0
Gİ/kişi	Kişi başı enerji talebi	73,7	72,2	75,5	75,7	75,9	76,2	76,4	78,0	82,3	88,4
<b>Büyüme Oranları</b>											
EJ	Birincil Enerji	1,8%	1,1%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%
Milyar kişi	Nüfus	1,3%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	0,5%	0,7%	0,5%

Aynı şekilde, "referans senaryo" olarak, sistemin geçmiş yıllardaki değişim hızını koruyacağını düşünürsek şu varsayımlar yapılabilir.

- Kömür üretiminde %1'lere yaklaşan büyüme var, fakat hızlı düşüyor. Trende bakılırsa 5 yılda %0.7 düşüyor. Dolayısıyla yılda %0.14 düşüş öngörebiliriz.
- Gaz talebi ise %2 devam etse bir büyük sorun olmaz, bugün için. Fakat model 30 yılda 35 katına çıkar. Bu sebeple bunu da 10 yılda %0.5 puan düşürelim. Yani yılda %0,05.
- Petrol talebinde ise Covid yıllarını atarsak %1.1-1.2 kötü bir yakınsama sayılmaz. Fakat enerji dönüşümünden onu da yavaşlatmamız gerekiyor. Yılda %0.1 düşürelim.
- Elektrik talebi %2-%3 arası artıyor. Bence elektrik talebi hızlanacaktır, onu da %3 öngörelim.

Geri kalanını da nükleer, yenilenebilir görebiliriz.

Modelimizin ikinci sürümü ise bu şekilde olabilir.

		2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2050
EJ	Birinci Enerji	347,4	566,5	597,4	604,0	612,3	620,8	629,3	673,5	770,6	880,2
Milyar dolar	Nüfus	7,4	7,8	7,9	8,0	8,1	8,1	8,2	8,6	9,4	10,0
GJ/dk	Kişi başı enerji talebi	73,7	72,2	75,5	75,7	75,9	76,2	76,4	78,0	82,3	88,4
mt	Kömür talebi	7450,0	7780,8	8158,5	8803,4	8863,0	8910,7	8965,1	8916,0	8077,0	6784,9
bcm	Gas talebi	3478,8	3860,3	4067,1	3941,3	4000,1	4058,5	4176,4	4554,6	5221,3	5606,5
ky/d	Petrol talebi	9205,4	9175,3	92182,8	100254,6	101280,4	102134,7	102934,7	105445,8	102662,9	96871,6
TWh	Elektrik talebi	24308,8	28086,5	28520,1	29165,1	30040,1	30341,3	31860,5	36945,5	40651,6	46727,6
	Büyüme Oranları										
%	Birinci Enerji	1,8%	1,1%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%
%	Nüfus	1,3%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	0,9%	0,7%	0,5%
%	Kömür talebi	2,7%	0,4%	0,3%	0,8%	0,7%	0,5%	0,4%	-0,3%	-1,7%	-3,1%
%	Gas talebi	2,4%	2,0%	2,3%	1,8%	2,0%	2,0%	1,9%	1,7%	1,3%	0,6%
%	Petrol talebi	1,3%	0,4%	0,9%	1,1%	1,0%	0,9%	0,8%	0,9%	-0,7%	-1,7%
%	Elektrik talebi	2,8%	2,8%	2,5%	2,5%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%

Excel kullanan arkadaşlar, bu büyümedeki düşüşleri başka şekilde formüle edebilir. Geçen yazıda dönüşüm faktörlerini vermiştik, oradan EJ'a dönüp nihai grafikler de çıkabilir.

Teknik olarak bu yaptığım çok ayıp bir şey, konuyu hiç anlamadığımı gösterir. Ama ölçebilmeniz ve etkileri başkasına muhtaç olmadan anlayabilmek için basit bir araç.

Kabulleri unutmayalım, enerji sistemi çok hızlı dönüşemiyor. O yüzden yenilenebilirin girişini ayrı modellemek gerekir. Politika etkisi ile hızlandırılmış bir giriş modellenabilir. Fakat sorun şu, sistem buna alışık değil. Alışacaaaak diyorsanız, evet umutlar o şekilde.

Model dosyası burada: <http://barissanli.com/calismalar/2023/20231219-model.xlsx>

---

[1] <http://barissanli.com/python/dersgirisi1.php>

[2] <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>

[3] <https://globalcarbonbudget.org/carbonbudget2023/>

[4] <http://www.barissanli.com/calismalar/2017/20171103-ingas.pdf>

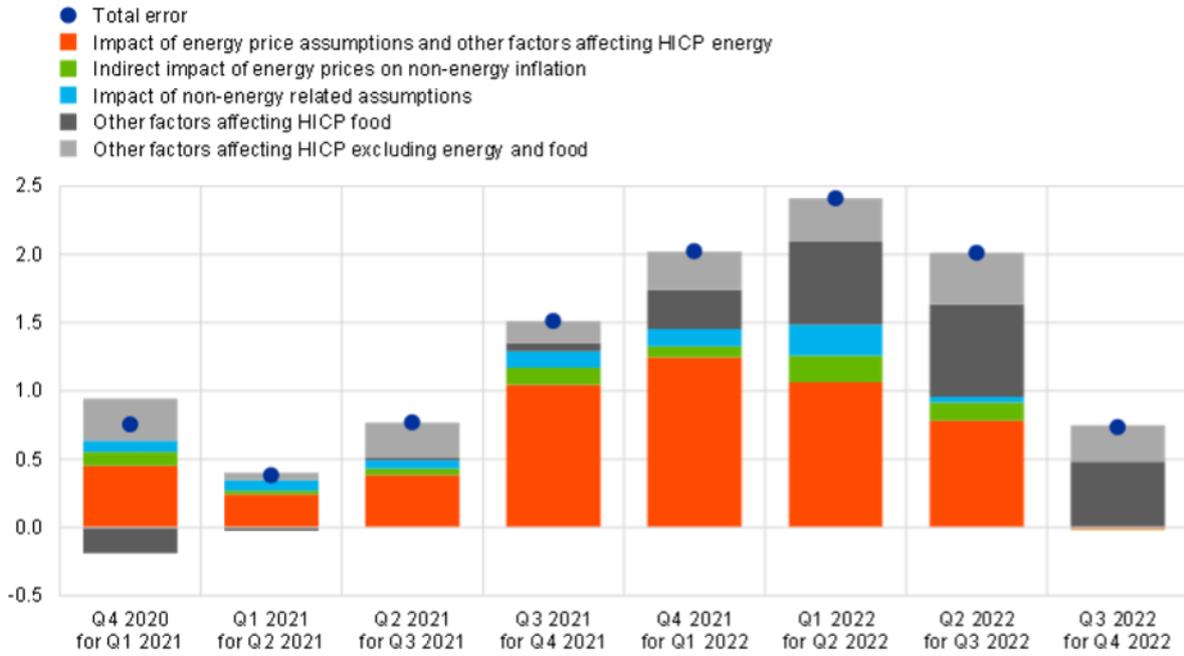
## Avrupa Merkez Bankasının Enerji Fiyatlarında Göremediği İlişki

Avrupa ve diğer merkez bankaları enflasyon tahminlerinde çok yanıldılar. Bir ben yanılmadım sanki, alayımız yanıldı. Bir yutupçular zaten onlar hep bildi hep bildi. Bu sebeple yazımız gariban linkedincilere.

"Evet yaptık ama bir sor neden yaptık" diyen merkez banker biloları "neden yanıldık" analizleri yapmaya başladılar[1]. Cevabı belli enerji. Sıkışınca suçlu enerji. Okula git, ödev yapma elektrikler kesik, enflasyon tahmini tutmadı petrol bozuk. İklim değişikliğini zaten çözdüler, ESG'lerle yatırım ortamını ihya ettiler, enflasyonu da enerjiye yıktılar.

Enerji konusunda uzun süre yazınca, yabancı filmlerdeki adsız alkolikler toplantılarına dönüyor bu sorunları konuşmak. "Bugün bir şey paylaşmak ister misin?". Evet enerji işindeyim ve enflasyondan ben sorumluyum. Alkışlar, kucaklaşmalar ve aramıza hoş geldinler. Bizden sonra da gıdacılar söz alır. Gıda da çok ilginç bir ilişki var, sadece bizde zannediyoruz. Birçok nihai gıda ürünü ana gıda maddesinin fiyatı nihai fiyatın %3'üne kadar bile düşebiliyor. Bence örnek bal, arı bedavaya yapıyor. Bu örneğim çok da popüler değil, anlatmayayım.

Merkez bankacılarla iki maytap geçtikten sonra neden yanıldıklarına dair rapordaki suçlamalara bakalım[2]. Avrupa merkez bankası demiş ki, ben bir hata yaptım ama turuncu, yeşil kısım enerji sektöründen. Koyu gri de gıda. Bu iş şimdiden "örtmenim akşam elektrikler kesikti" kuyruklu söylemine döndü.



Hatanın sebebi konusunda bence okumaya değer 4 açıklamaları var. Önce kendi açıklamalarını vereyim, sonra bunları insanca çevireceğim.

*"Toptan gaz ve elektrik fiyatlarının petrol fiyatlarından ayrışması göz önüne alındığında, 2021 boyunca enerji enflasyonu tahmini için bir gösterge olarak petrol fiyatlarına güvenmenin artık yeterli olmadığı anlaşıldı."*

Yani geçmişte enerji enflasyon tahminindeki ana gösterge petrol fiyatlarıymış. Artık olamıyormuş. Hele atın Brent petrolü zindana.

Bir diğer ilginç noktada ise gaz ve elektrik fiyatlarındaki ve tahminlerindeki dengesizliklerden söz ediyor. *"Bununla birlikte, gaz ve elektrik fiyatları için - aynı zamanda vadeli işlem fiyatlarına dayanan - yeni teknik varsayımlar, 2021'in ikinci yarısında ve 2022'nin üçüncü çeyreğinde bazı beklenenin altında büyük düşük tahminler ve 2022'nin son çeyreğinde büyük aşırı tahminlerle hareketleri petrol fiyatlarından çok daha büyük ve daha düzensiz olmuştur."*

Kısaca gaz ve elektrik fiyatları beklentileri, beklentide taşakılan ama ne düşen ne de düşemeyen bir zeybek hareketi ile cıstak-cıstak olmuş ortamda iyiden patlamış.

Son bir nokta da : *"Tüketici enerji fiyatlarıyla ilgili hataların katkısı (Grafikteki kırmızı çubuklarla özetlenmiştir), kısmen toptan gaz ve elektrik fiyatlarının tüketici fiyatlarına geçişinin karmaşıklığını yansıtarak sürekli olarak büyük olmuştur, bu sayede yüksek enerji fiyatlarını, sözleşme türlerini ve diğer fiyat belirleme ve fiyat ölçüm faktörlerini telafi etmek için euro bölgesi ülkeleri tarafından kabul edilen düzenleme, mali*

*önlemler, petrol fiyatlarının yakıt fiyatlarının taşınmasına göre daha heterojen ve belirsiz bir geçiş anlamına gelir."*

Özet: tüy.

Müge Anlı'ya yazdırsak bu raporu, katil petrol. Suç ortakları da komşusu gaz ve onun sevgilisi elektrik. Teyzeler bile anlar.

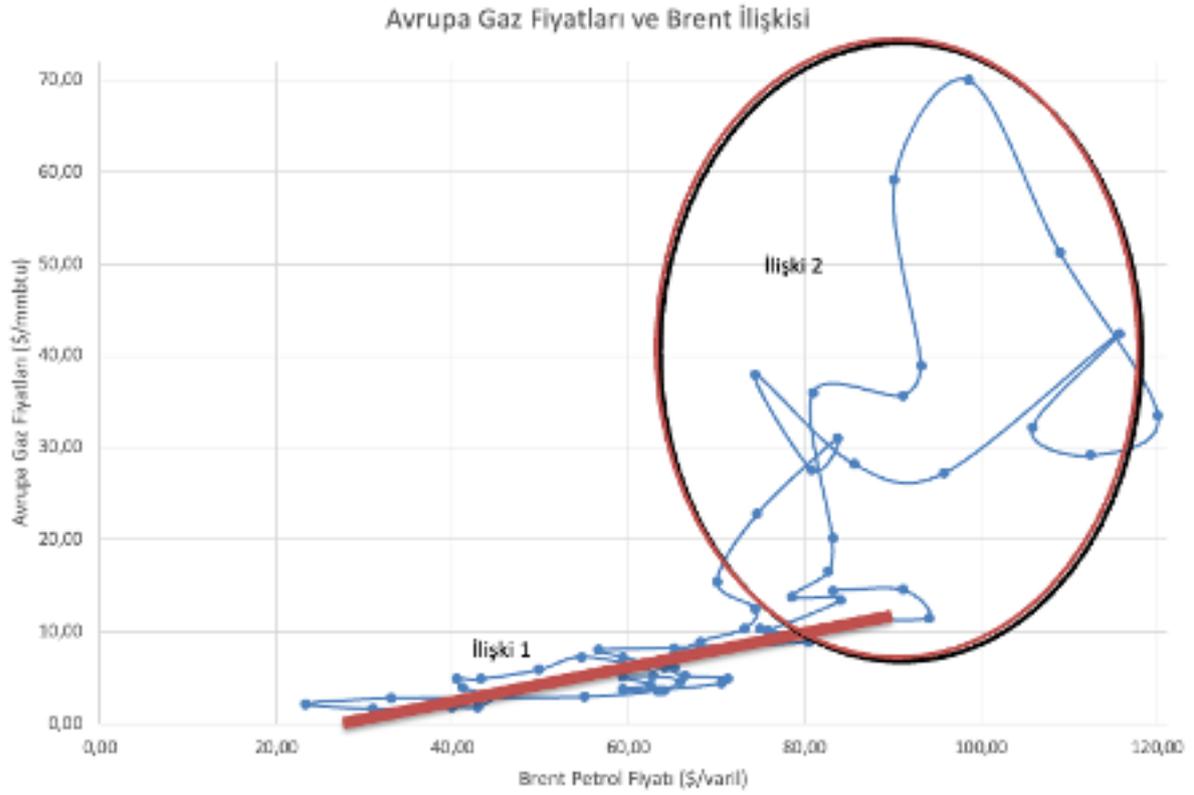
Şimdi merkez bankasıcaı biz toprak imalatı varlıkların diline tercüme edeyim.

1. Petrol fiyatları, enerji fiyat enflasyonu için doğru bir gösterge olmadı.
2. Gaz ve elektrik fiyatları petrol fiyat hareketlerinden ayrıştı.
3. Gaz ve elektrik fiyatları dengesiz fiyat hareketleri gösterdi.
4. Gaz ve elektrik fiyatlarının nihai tüketici fiyatlarına geçişi, düzenleme ve sübvansiyonlar sebebiyle düşünüldüğü gibi olmadı.

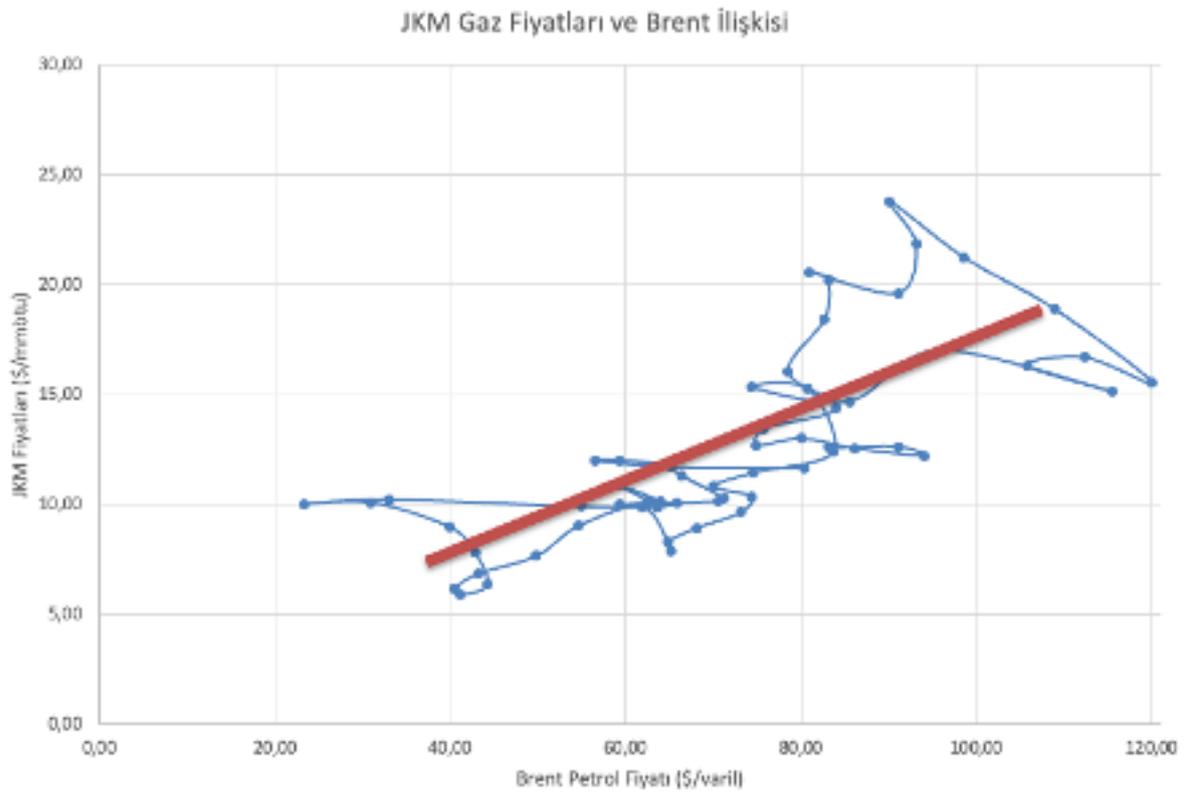
"Yazdık efendim, bunları yazdık, tweetini attık" diyemeyeceğim, çünkü bu analizi ilk defa böyle görüyorum. Birşeyi yaşamak ayrı, isimlendirmek ayrı. Bu merkez bilolar, enerji fiyatları kaynaklı suçları isimlendirebilmişler. Yoksa bunun böyle olduğunu hepimiz gördük yaşadık ama isimlendirememiştik, onlar güzel özetlemiş.

Ben de grafiklendireyim ve bir soruya da cevap vereyim: geçişkenlik süresi.

Aslında Avrupa gaz fiyatları ile Brent arasında öyle ya da böyle bir ilişki beklersiniz[3]. İşte alttaki grafikte de "İlişki 1", Zeki Müren'in olmasa da naçizane bizlerin "Beklenen Şarkısı", yani petrol-gaz deftere yaz ilişkisi. Ama raporda belirtilen "erratic" - dengesiz ilişki, bizlere nerede o eski formasyonlar dedirten "İlişki 2" de. Burada bir panik dönemi seziliyor.

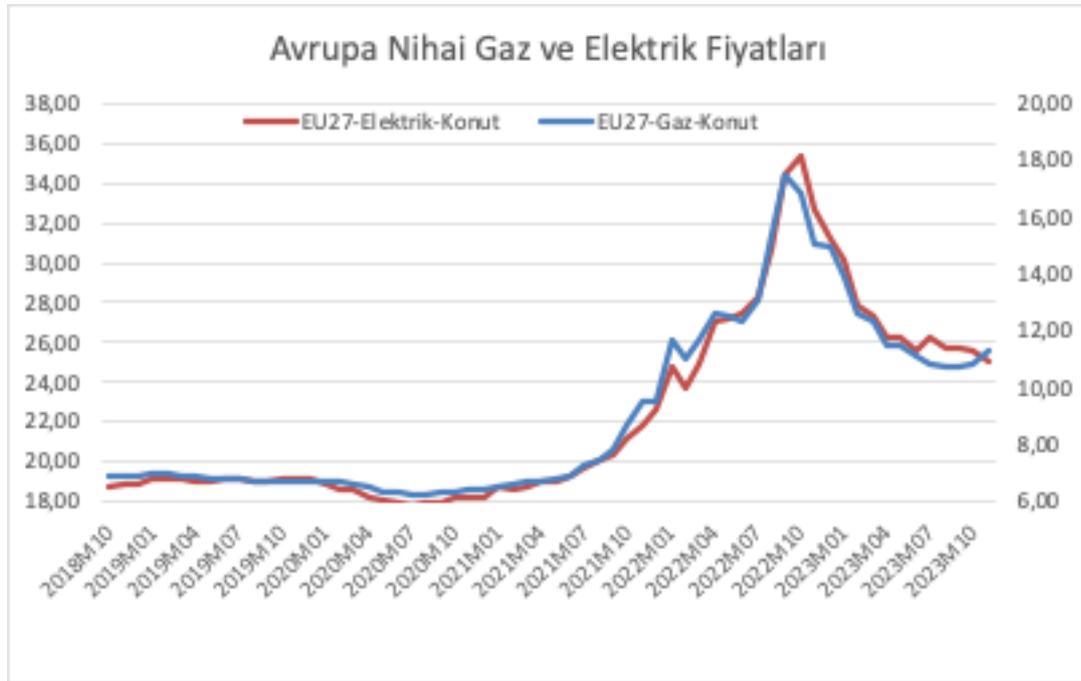


Oysa bu ilişki JKM-Japonya Kore fiyatlarında aşağıdaki gibi, hala bir ilişki öyle ya da böyle devam ediyor.

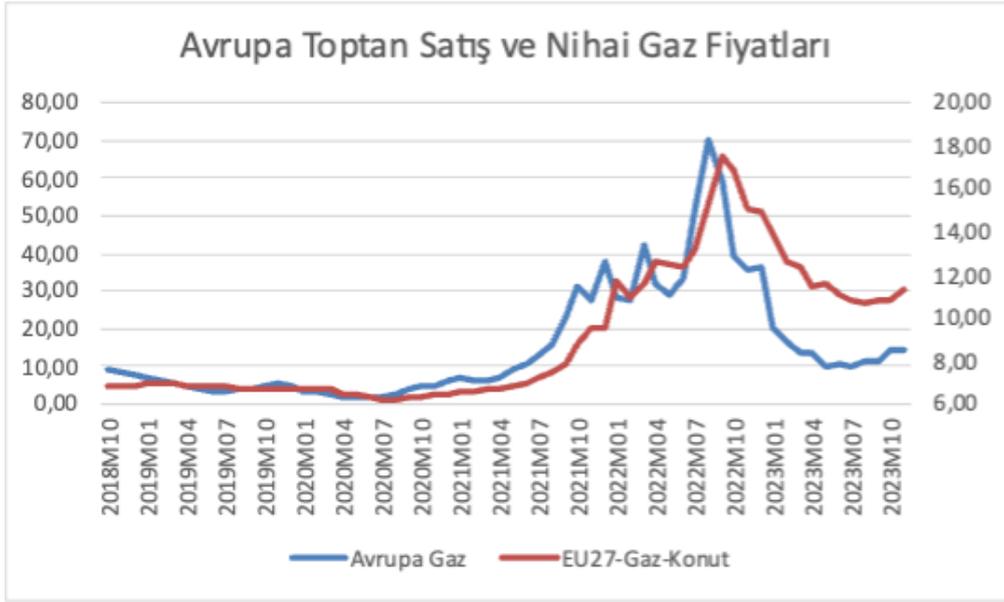


Şimdi gelelim bir diğer soruna, fiyat geçişkenliği. Bu konuda toptan satış fiyatları yani TTF vs fiyatlarını gösterip işte şöyle etki oldu böyle etki oldu diye anlatmayı ben de biliyorum. Ama fiyat nihai tüketiciye nasıl ve ne gecikme ile etki yaptı, işte asıl varacağımız noktaya gidiyoruz.

Önce AB27 nihai (başkentlerden alınan) gaz ve elektrik fiyatlarına bakalım[4]. Yine komplike bir analize girmeden önce, gaz ve elektrik fiyatlarının ilk dönem artışlarında birliktelik görünürken, sonrasında elektrik fiyatları gaz fiyatlarına göre daha gecikmeli hareket eder hale gelmiştir. Yani gaz ve elektrik fiyatları arasındaki nisbi eşzamanlılık da değişmiştir.



İkinci grafiğimiz bu konuda çok daha anlamlı olabilir: Avrupa toptan satış ve nihai gaz fiyatlarının grafiği hani daha önce "dengesiz" hareket eden gaz fiyatları ve nihai tüketici fiyatları:



Burada net olarak toptan satış fiyat yükselişinin ne kadar gecikmeli olarak nihai tüketici fiyatlarına yansıdığı net olarak görülüyor. Bu da ilk tepelerden bakarsak, Ekim 2021'deki artış Ocak 2022'de nihai tüketici fiyatlarına yansımış, yani 3 ay.

Ama grafikte bir sorun daha var, artış ve düşüş arasındaki fark aynı değil. Yani artarken gecikmiş ama nihai fiyatlar hala düşmemiş. Ana sebeplerden biri de biraz enflasyon biraz da hedge maliyetlerinin yansıtılmaya devam etmesi olabilir. Bir diğer sebep de, o artışlar aslında nihai tüketiciye yansımadı. Dolayısıyla tüketici hala eski yüksek fiyatların borcunu ödemeye devam ediyor.

Nereden biliyoruz? AB 310 milyar \$ fosil yakıt sübvansiyonu ile rekor kırdı[5].

[1] <https://www.ft.com/content/5d7851f3-ef7c-4599-8a5c-c34cecb83511>

[2] [https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2023/html/ecb.ebbox202301\\_06~df570a38fd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2023/html/ecb.ebbox202301_06~df570a38fd.en.html)

[3] <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>

[4] <https://www.energypriceindex.com>

[5] <https://www.reuters.com/business/environment/global-fossil-fuel-subsidies-rise-despite-calls-phase-out-2023-11-23/>

## Kibar Feyzo'dan İngiltere'nin Kalkınmasına Enerji Köleliği Aritmetiği

Tosun Paşa mı, Kibar Feyzo mu deseler zorlanırım gerçekten. Allah'tan filmlerden anlamıyorum. On olmasa da 3 numara Marvılcıyım. Yine kömür yazacağım, COP'lara ve COP'layanlara inat.

Kibar Feyzo'da ilginç bir sahne var. Öküz yerine Feyzo sabanı çekmektedir. Oysa Feyzo, hele de kibarsa, kaç öküz gücündedir ki?



Kısa cevabı vereyim, sonra da geniş geniş anlatırım. Bir öküz 560 Watt güce sahip, at 750 Watt, insan ise 100 watt diyelim[1]. Yani anası "öküz alırsın o paraya" diye Gülo yerine öküzü tercih ederken temelde enerji aritmetiği açısından haklı. Bir öküz 5.6 kat Feyzo gücünde. Gülo'da Feyzo kadar güçlü olsa işte benzer. Tabii Feyzo'nun da hakim beye anlattığı bir aritmetik var.

Bunun elektrik eşdeğeri de var tabii, o da 40-30 Watt civarı, malum basit bir dinamo üzerinde uzun dönemli üretebileceği güç, ortalama gücün 3'te 1.

Animal	Average Mass (kg)	Approximate force exerted (N)	Average speed (m/s)	Power (W)
Ox	500-900	600-800	0.56-0.83	560
Cow	400-600	500-600	0.70	340
Water buffalo	400-900	500-800	0.8-0.9	560
Horse	400-700	600-800	1.0	750
Mule	350-500	500-600	0.9-1.0	520
Donkey	150-300	300-400	0.70	260
Camel	450-500	400-500	1.1	500
Adult human	60-90	300	0.28	75

Öküz bu sebeple çok önemli, aslında bir "motor" ama öküzünüz varsa beslemek de zahmetli. Hayvan bayağı da yemek yer.

Ortalama traktör ise 166 beygir, yani yaklaşık 122093 Watt. Yani 218 öküz gücünde. Yani 1220 Kibar Feyzo eşdeğeri.

Bir traktör tarlada, saatte ortalama 20 litre dizel tüketsin. Kısaca 1 saat tarlada 1220 Kibar Feyzo çalıştırmanın enerji karşılığı 20 litre dizel. Kibar Feyzo başına 16 mililitre, 0.016 litre.

Garip hesap değil mi? Fakat öküz kullanmaya devam etsek, en fazla boynuz atar, ezer vs. Ama traktöre geçtiğimizde kaza yapar, arıza yapar, yok yakıt masrafı, sigorta, vergi vs, fakat sağladığı güç kaldırıcı çok büyük. Ona göre artan sorunların pek anlamı yok

Enerji dönüşümü de böyle, gelen sorunlar çok daha büyük oluyor, ama sağladığı kaldırıcı o kadar yüksek ki, sorunlar göreceli küçük kalıyor. Ama kömür yazacağım, çok umutlanmayın.

Enerji köleliğine wikipedia'dan bakarken okumadığım bir makale gördüm. Aslında bana yarısı çelişkili geldi ama Oscar Wilde'ın "The soul of man under socialism" makalesinde bu enerji köleliği konusunda ilginç bazı noktalar var[2].

"Bir adam, 500 adamın yapacağı işi yapan bir makine sahibi olabiliyor... Yunanlılar oldukça doğru saptamışlardı. Çirkin, korkunç, ilgi çekici olmayan işleri yapacak köleler olmadıkça, kültür ve tefekkür neredeyse imkansız hale gelir. İnsan köleliği yanlış, güvensiz ve moral bozucudur. Dünyanın geleceği mekanik köleliğe, makinenin köleliğine bağlıdır." diyor. Siz buradan yapay zekaya kadar giderseniz, ben iron man'e.

Fakat şimdi şöyle düşünün. Türkiye’de 2 milyon traktör var[3]. Bunlar olmasa, aynı işi yapmak için 436 milyon öküzümüz olmak zorunda kalacak. (1 Traktör=218 öküz) Ee bunları beslemek için de ek tarım yapmak gerekecek. Ortalama ağırlığının %2-3’ü kadar ot-yem yer. Eh işte günlük 10-15 kg da her öküzümüz için tarım vs yapmamız gerekecek. Yani hesap ağır.

Öküzler de olmasa, 2.4 milyar nüfusu-insana sahip olmamız gerekecek. Yani Kibar Feyzo ile tarım yapmanın maliyeti 2.4 milyar insan sadece Türkiye için. Bu kadar insan da beslenecek

Şimdi farklı bir örnek vermeye çalışayım. İki ülke olsun, birinde sadece traktör var, diğerinde sadece öküz var. İkisi de tarım yapıyor. Yukarıdaki aritmetikten takdir edersiniz ki bir tarafta 218 kat daha üretken bir topluluk var. Gelişmiş, yada traktörü olan ülkede 218 öküzü(traktör) 1 adam idare ediyor ve saatte sadece 20 litre dizel tüketiyor. Diğer tarafta 218 öküz besleyerek bu işleri yapabiliyorlar. Bu öküzler için de tarım yapmak zorundalar.

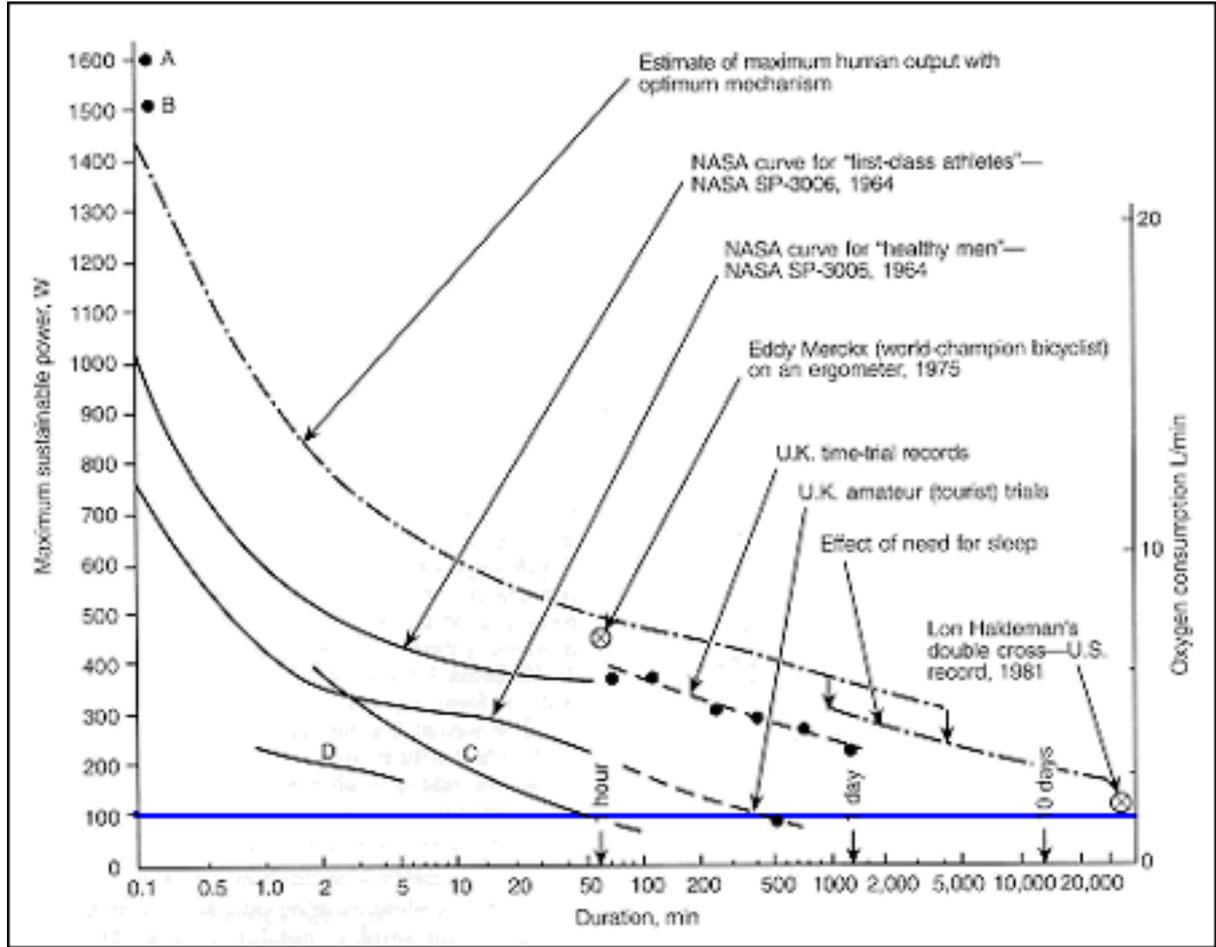
Yavaş yavaş ana nokta açığa çıkıyor olması lazım. Aslında enerji kaynakları ve makinelerin köleliği insan eşdeğeri düşük maliyetli işgücü sayısını katlayarak arttırıyor.

Mesela bir ülke, erkenden makinelere-kömüre geçmiş olsun, diğeri de odun yakıyor olsun. Makine ve kömüre geçende 100’lerce ek insan gücü eşdeğeri hareket gücü, iş yapabilme kabiliyeti inanılmaz düşük bir ücretle sağlanıyor. Kaldı ki makineler uyumuyor da.

Bu sebeple bir litre dizel 10 kWh derken, bunun 100 saat\*insan (100 saat çalışabilen insan gücü eşdeğeri) gücüne eşit olduğunu söyleyelim. Bugünkü asgari ücret üzerinden, 1 saat\*insan gücü, 3 litre dizel fiyatına eşittir diyebiliriz. Oysa 1 litre dizeldeki enerji 100 saat\*insan gücü. O yüzden düşük enerji tüketen gelişmiş ülke yok. Enerji, gün sonunda ülkedeki “sanal insan gücü” miktarını belirliyor.

İşte buna çarpıcı olsun diye “enerji kölesi” aritmetiği deniyor[4]. Genelde sürekli olarak 100 watt, bu köle gücü olarak belirtiliyor. İşte iste 8 saat/günden de günlük enerji eşdeğeri bulunuyor. Buradan da modern insanın ne kadar kölesi olduğu hesaplanıyor. Mesela evde, kömür-kombiniz olmasa, ormana gidecek (yakınsa), ağaç kesecek, taşıyıp geri getirecek, sobada yakacaksınız. Süreyi düşünün. Bugün kombide termostatı ayarlamak 1 saniye, zaman sizin, güç sizin. Sanki bir emir veriyorsunuz ve 10’larca köle sizin için enerjiyi hazır ediyor.

İnsan neden 100 watt derseniz, çok çalışma var. Bu 100 watt sürdürülebilir hareket, yani anlık durumda insan 1400 Watt’a kadar çıkabiliyor[5][6].



Bu aritmetiklerin uzmanı tabii ki Vaclav Smil abimiz. Basit bir tarzı var, pek kafa yormadığımız bir ilişkiyi başka ilişkiler cinsinden yazıyor. Bu konuları ve ilişkileri iyi yazar ama ötesinde iyi de sabır testi yapar.

Birincil hareket sağlayıcılarda, değişimi belki en iyi anlatan grafik de onda[7]. Kısaca insanoğlunun güç yani watt olarak daha yüksek makineler yapması, sanal insan güçleri oluşturdu. Bir ülkenin nüfusu 19.yy'da 25 milyon ise, iş gücü de hadi 20 milyon diyelim, makineler sayesinde toplam iş gücü (makinelerin sağladığı sanal iş gücü ile) belki 200 milyon oldu.

Bu sırada diğer ülkede 15 milyon insan odun kesmeye, su taşımaya gidiyor.

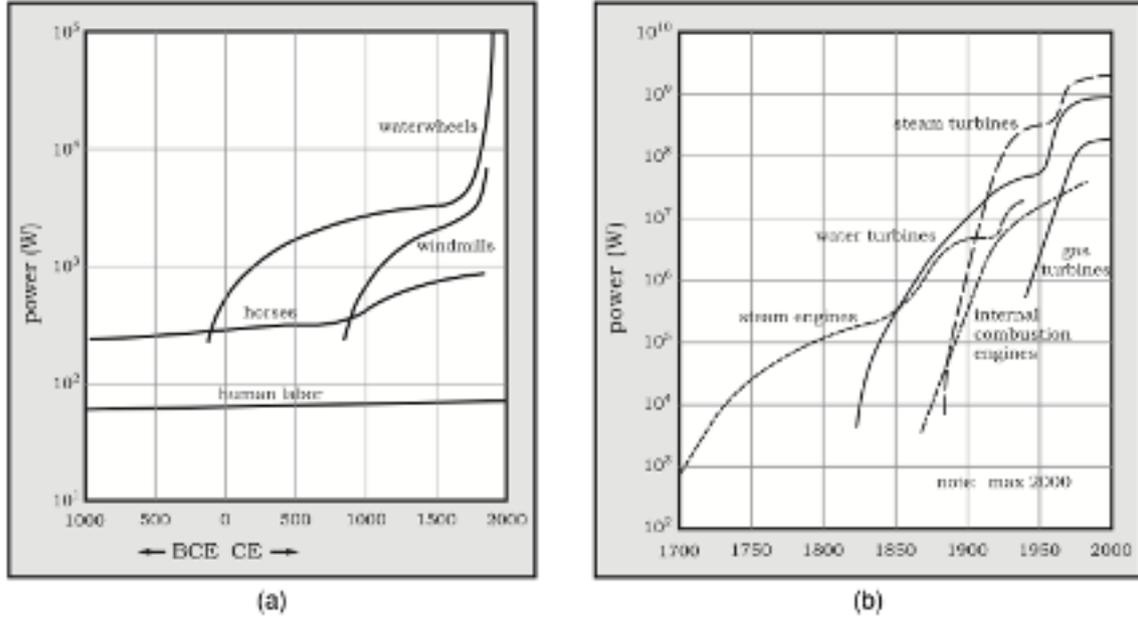


Fig. 35.5. Maximum power of prime movers during the past 3,000 years.

Oscar Wilde'in dediği gibi, 100 tane tekstil atölyesinde 500'er kişiye insan gücü için istihdam etmek yerine, 100 tane makine ile bu 50000 (500 kişi\*100 atölye) kişilik üretim yapabilirsiniz. Diğer sektörleri düşünün bir de. Kibar Feyzo ne kadar insan olsa da, karşısında 500 kaplan ya da Feyzo gücünde makineleri olan bir dünya var.

Ve bunların hepsine günlük yevmiye miktarınız ise çok çok çok düşük. Kömür bedeli ne olabilir ki İngiltere'de... Hatta makineler-kömür talebi-kömür üretimi ile ormanlı bölgelerden İngiltere'ye odun getirmek daha pahalıya mal oluyor. Jevons konusuna bu yazıda girmeyeceğim ama isteyen de bakabilir.

Peki kömür ve kömürle çalışan makineler sebebiyle mi oldu tüm bu ilerleme. Açıkcası öyle diyen de var böyle diyen de. Mesela yapılan çalışmalardan bir tanesinin sonuç kısmını paylaşayım: "Sanayi Devrimi her şeyden önce teknolojik bir fenomendi. Ancak yeni teknolojilerin doğası, kömüre erişimin on dokuzuncu yüzyılda bölgesel ekonomik kalkınmanın önemli bir itici gücü haline geldiği anlamına geliyordu. 1750'den sonra kömüre yakınlık ve şehir büyümesi arasında, Wrigley'in (2010) ve diğer birçok geleneksel ekonomi tarihçisinin hesaplarıyla tutarlı olarak net bir ilişki bulduk: jeoloji bu dönemde ekonomik büyüme için önemliydi. İnovasyon, ekonomik kalkınmanın nihai kaynağı olsa da, Sanayi Devrimi'nden sonra büyümeyi beslemede fosil yakıtların veya on dokuzuncu yüzyıl boyunca bu büyümeyi kimin yaşadığını belirlemede coğrafyanın rolünü görmezden gelemeyiz." [8]

Coğrafya kader gibi posası çıkmış bir söz yerine daha artistik Uzay-Zaman kadedir diyeyim de yazı rölativistik olarak renklensin.

Kömür sanayi devriminden önce de biliniyordu. Isınmada daha çok kömür lazım oldukça, daha fazla madencilik yapıldı. Madenlere su doluyordu. Bu suların boşaltılması için atların çektiği sistemler (horse powered gins) gerekiyordu. 1760'larda buhar makinesi (Newcomen) atların çalıştığı pompalardan %40'daha ucuzdu[9].

Fakat 19.yy ortasından itibaren bu pompaların maliyeti at gücünün 4'te 1'ine düştüğünde talebin arttığı ve talep artışının daha çok arz gerektirdiği, bunun da sistemi daha ileri ittiği, başka yerlerden odun getirmekten ucuza geldiği gibi bir tartışma da var.

Fakat bu makinelerin sağladığı hız ve ucuz iş gücü, bir çok maliyeti hızla düşürdü. Wilde'in makalesinde geçtiği gibi daha çok insanın daha farklı üretken aktivitelere vakti oldu. O sırada az gelişmiş ülkelerde ise insanlar tarım yapmazlarsa hayatta kalamıyorlardı. Bu da bir çok fikrin gelişmesini de sağlamış olabilir. Kömür sebebiyle, güneş-rüzgar değil. Ama o zaman.

Bugün de aslında Afrika'da insanların modern enerji kaynaklarına erişimi tartışmalarında benzer argümanlar var. Yani evin kadınları su taşımaya gidip geliyor, ya da odun toplamaya... Bizler de kombinin derecesini 1 saniyede ayarlayıp, musluğu çeviriyoruz. Şartlar eşit mi?

Nobel Ödüllü Amartya Sen'le tanışmış olmanın yanında, "hazcı" ekonomistlerden çok onun "kabiliyetler yaklaşımına" daha yakın olduğumu söyleyebilirim. Mesela bisiklet. Hazcılar bisiklet talebi-hazcı ilişkisi kurarken, bisiklete sahip olma isteğimizin altına bisikletin bize sağlayacağı ek kabiliyetler var. Mesela yakındaki bir pazara ürünlerimizi daha hızlı götürebiliriz. Yürümek yerine zaman kazanırız vs.

Peki buradan nereye çıkıyorum? Geleneksel sonuç çıkmazına geldik.

Her yeni gelen teknoloji, gelmeseyse daha iyidir. Örneğin makineleri-petrol hiç ticarileşmemiş olsaydı endüstriyel savaşlar olmazdı, daha az insan savaşlarda ölürdü. Enerji piyasalarını kurmasak, ne güzel 15-20 kişi fiyatları belirlerdi, böyle 1000'lerce katılımcı olmazdı. Lityum piller olmasa bu yangınlar olmazdı. Elektrikli arabalar yerine eşek sürsek, km maliyeti bunun 100'de 1'i olurdu. Sonunda eşek duruyor otluyor.

Her 1 TWh elektrik üretimi, bu elektrikten çarpılan veya diğer etkilerinden ölen insan ile sonuçlanmaktadır. İlerleme düşündüğümüz gibi kolay, basit, sorunsuz değil aksine daha sorunlu. Bizim kömüre ve makinelere geçmemizin sebeplerinden bir diğeri de bu. O kadar sorunu çözmekten imtina etmek, odun yakmaya devam etmek.

Oysa o makinelerin ve yeni teknolojilerin bizlere sağladığı haz değil, kabiliyetler bu sorunların çok ötesine geçiyor.

Intel'in de son dönemde başına gelen "Innovators' dilemma"ya da benziyor. Rahatını bozmasan sistem işliyor. Yeni icat getirsen, sistem bozuluyor yeniden birçok şey inşa etmen gerekiyor.

Anası büyük oyunu çözmüş "o paraya öküz alırız". Kibar Feyzo'yu tarlaya koşmak kolay. Öküzü, satın almak, beslemek, ilgilenmek zor. Ama 5.6 Feyzo gücünde ve sağladığı ek kabiliyetler, Feyzo'nun kazandığı zaman, güç. Belki Gülo'ya daha çok vakit ayıracak.

Her yeni enerji dönüşümü, beraberinde getirdiği teknoloji ile o ülke ve insanlarına büyük kabiliyetler kazandırıyor. İlerleme dediğin daha karmaşık ve daha problemlerli bir dünya ama tarlayı Feyzo sürsün diyorsak, başımız ağrımaz.

Morpheus'un Neo'ya sorduğu gibi, mavi hap mı kırmızı hap mı?

---

[1] <https://spark.iop.org/why-one-horsepower-more-power-one-horse>

[2] <https://libcom.org/article/soul-man-under-socialism-oscar-wilde>

[3] <https://dogruveri.com/yillara-gore-turkiyede-traktor-sayisi/>

[4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Energy\\_slave](https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_slave)

[5] [https://www.princeton.edu/~maelabs/hpt/pro/human\\_3.htm](https://www.princeton.edu/~maelabs/hpt/pro/human_3.htm)

[6] <http://large.stanford.edu/courses/2014/ph240/labonta1/>

[7] <https://vaclavsmil.com/wp-content/uploads/docs/smil-articles-science-energy-ethics-civilization.pdf>

[8] <https://academic.oup.com/ej/article/131/635/1135/5955447>

[9]

<https://www.sfu.ca/~djacks/research/publications/Coal%20and%20the%20Industrial%20Revolution,%201700-1869.pdf>

## Bilgi Toplumu Neden bir Enerji Toplumdur

*Bu sefer konu eğlenceli değil ama belki ilham verici olabilir. Çünkü fikirler benim değil.*

Elektrik hizmetleri alanındaki bir yapay zeka şirketinin teorisi çok kafamda kaldı. Yaklaşık öyle: Netflix ilk başladığında 5 yıldız puanlama yapıyor. İnsanlar izlemedikleri belgesellere 5 yıldız veriyor, ama defalarca izledikleri Adam Sandler filmlerin 1-2 yıldız veriyorlar. Bu sorunu çözmek için Netflix parmak aşağı-yukarı modeline geçiyor. Seçenekleri sınırlandırınca çok daha iyi cevaplar alabiliyorlar. Kısaca okumuş, modern, iyi bilinme ihtiyacı küresel bir fenomen.

Bilgi ekonomisi vs konusunda zaten çok yazılmış eser var. Fakat 8 yıl öncesinden bir kitaptaki örnekleme unutmam mümkün değildi fakat kitabın ismini bir türlü hatırlayamıyordum. Geçen gün o kitabıma rastladım : "Why information grows?", Cesar Hidalgo, MIT'den bir profesördü yazdığında[1].

Bir lüks spor arabası, örneğin Bugatti, 3 milyon \$. Araç 2000 kg. Baktığınızda kg'ı 1500\$. Fantezi bu ya, Bugatti'niz var, bir sorun oluyor, duvara çarpıyorsunuz. Araba tabii ki pert oluyor. Bu sefer aracın kg değeri 100\$'a düşüyor.

Düşünün 1 kaza ile aracın ağırlığı, atom sayısı değişmeden kg başına değeri 1500\$'dan 100\$'a düştü. İyi de biz duvara çarptığımızda, atom sayısı, kütlesi, madde değişmedi ki? Peki ne değişti? Arabayı meydana getiren malzemedeki bilgi değişti. Kısacası madde değişmeden, maddeye gömülü veya kristalize edilmiş bilgi değişti.

Bir cep telefonu, önce kafadaki bir fikir, daha sonra tasarım, simülasyon, malzeme seçimi ile nihai ürün haline geldiğinde artık kristalize edilmiş bir hayal gücüdür.

Aslında etrafımızda gördüğümüz tüm insan yapısı cisimler, bir zamanlar birinin kafasındaki bir fikir veya düşünceydi. Yani tüm bu 3 boyutlu nesnelere kristalize edilmiş fikirlerdir. Veya kalıplara dökülmüş hayal güçleridir.

Biraz abartarak bir örnek vereyim ki kafada kalsın.. Mesela Alman dizel motor teknolojisi, 100 yılı aşkın süredir üst üste deneyler fikirler ile -atıyorum- 1 milyar bilim adamı\*saat bilginin kristalize edilmiş haliydi.

Tesla, elektrikli araba ile geldiğinde, afedersiniz elektrikli süpürge motorundan hallice ve çok da süper karmaşık olmayan bir yapı ile, bu 1 milyar bilim adamı\*saat kristalize ve rafine edilmiş hayal gücünün değerini inanılmaz düşürdü. Bir anda 1 milyar bilim adamı\*saatin kristalize edilmiş hali neredeyse otomotiv piyasasında değersiz hale geldi.

Bugünkü elektrik şebekemiz ve altyapımız, trilyonlarca insan\*saat bilgi birikiminin kristalize edilmiş halidir. Elektirik üretim teknolojileri de, trafolar da. Bunların bir anda değişmemesinin ana sebeplerinden biri de bence bu. Bu kristalize edilmiş yapıların yerine, yeni kristalize edilmiş fikirlerin gelmesi için daha fazla deneme, bilgi, test, simülasyon üretip, bunu maddeye dökülebilmek gerekiyor.

Bazen bilgi çağı kafayı karıştırıyor. Atomları değiştirmek zor ama bilgisayar bitlerini (1-0) değiştirmek kolaydır. Excelde 1 saatte yapılabilecek bir enerji geleceğini, madde tarafına taşımak 30-40 yıl sürebilir. Yaşadığımız farklı gerçeklikler arasında büyük zaman farkları var.

Eğer buraya kadar pes etmediyseniz, daha teknik kısımla devam edelim.

Cesar'a göre, evrende 3 şey var. Enerji, madde ve bilgi. Evrende yapıyı, güzelliği ve karmaşıklığı bilgi sağlıyor.

Meşhur termodinamik kanunlarından biri de entropinin ya da kısaca düzensizliğin sürekli artmasıdır. Yani kumdan kale yapsan zamanla bozuluyor, böyle bir şey. Konuşması eğlenceli ama örnekler tam olarak entropiyi açıklamıyor.

Fakat şöyle düşünün, bir bilgi üretmek aslında entropiye karşı bir harekettir. Yani bilgi düzensizlik içinde bir düzen oluşturmaktır. Mesela stadyumda rastgele insanlar otursalar burada bir bilgi yoktur. Ama içlerinden bir kısmını karşı tribünden bakınca "ay-yıldız" görülecek şekilde kırmızı beyaz tshirtler giydirip orada belirli koltuklara oturtsanız bir enerji tüketmeniz, harcamanız gerekecek. Kısaca karışık bir stadyumda bir düzen, hatta karşı tribünden görülen bir düzen oluşturmanın bir enerji maliyeti var.

Bilgi üretmek, enerji tüketen bir süreçtir. Bu yüzden çalışmak sıkıcıdır, çünkü enerji gerektirir hem de çok. Yazı yazmak Stephen Fry'ın deyimi ile "ızdırıp"tır. Hepimizin hayalindeki doğal hali sırt üstü, yan geldir. Öğrenmek çok fazla enerji gerektirir, bu yüzden de vücudumuz bu enerji harcamaktan kaçınır. Kısacası bilgi üretmek, kainatın kanunu denen entropiye-artan düzensizliğe karşı bir direniştir.

İnsanın en önemli özelliklerinden biri de, bu düzensizlikte bilgi ile düzen üretebilmesidir. Tamam ama bilgi kafamızda, bunu üretmek için enerji harcıyoruz. Fakat etrafımızda gördüğümüz tüm nesnelere sonunda "yer altından" çıkan hammaddelere gömülü hayal gücümüz, bilgilerimiz, veya birilerinin bilgileri.

Bilgiyi madde dünyasına aktarmak da tekrar enerji istiyor. Çelik dökümden, 3D printerlara, araba imalatından, çikolata üretimine hepsi enerji gerektiriyor. Kaldı ki bilgiyi kaydetmek için de enerji harcıyoruz. Yani düzeni-bilgiyi geliştirirken, kayıt ederken ve maddeye dökerken de bir sürü enerji kullanmak zorundayız. Ne kadar çok

bilgi üretmemiz gerekirse ve ne kadar çok bilginin kristalizasyonu yani madde tarafına taşınması gerekirse o kadar daha çok enerjiye ihtiyacımız var.

Tabii kitabın sınırlarında kalarak, acaba bilgi toplumu aslında bir enerji toplumu mudur? diye de sorabilirim. Ama sormuyorum.

Cesar'ın kitabında bilgi arttırmada son aşama "sosyal ağlardaki" güven kısmı geliyor. Mesela dış macunu, kollektif bilgi birikiminin kristalize edilmiş, maddeye dökülmüş hali. Biz sodyum florit'in nasıl sentezlendiğini bilmiyoruz. Bilme gereği de duymuyoruz. Evde kendimiz de sentezlemiyoruz. Başkalarının kristalize ettiği bilgileri kullanarak kendi hayatımızı bina ediyoruz.

Bu noktaya kadar yapay zeka, algoritmalar niye bu kadar enerji tüketiyor konusunun da entropi temelinde bir açıklaması olduğunu sanırım farketmişsinizdir. Maxwell'in şeytanına[2] hiç gelmiyorum.

Enerjiyle ilgisi çok olan bu tartışmada, kainatın düzensizlik yönünde gittiği entropiden ve bu düzensizlikte bilgi üretmenin, maddeye taşınan enerji gerektirdiği düşünüldüğünde, bu maddelerin tamamının da aslında yeraltı kaynaklı olduğunu gördüğümüzde enerji dönüşüm hızının neden yavaş olduğunu da belki hissediyoruzdur. Elektrikli arabalar geliyor dediğimiz 100 yıllık hikaye, güneş 60-70 yıl, pil belki 250 yıl.

Niye o zaman gelemediler de şimdi geliyorlar. Çünkü çekirdek bilginin kristalize edilmesi o kristalize edilmiş ürünü ekonomik-mantıklı-dayanıklı yapmıyor. Elon Musk'ın dediğine benzer şekilde test ürünü kolay, ticari ürün milyon kat zor. Özellikle günümüz üretim sisteminde "ticari" olabilmek kollektif bir bilgi kristalizasyonu.

O yüzden bilgi yoğun toplumlar yüksek enerji tüketen toplumlardır. Çünkü entropiye karşı gelmeye çalışıyorlar. Düzensizliğe giden dünyada, bilgi geliştirip, kaydedip, maddeye çevirerek karşı koymaya çalışıyorlar. Bilgiyi enerji tüketmeden geliştirmenin ihtimali yok. Ama enerji tüketmek bilgi ile eş anlamlı değil. Açtık kaloriferi sonuna, yanında da pencere açık, ne bilgi ürettik?

Enerji dönüşümünü devlet politikalarına bağlayanlar, finansla birçok şeyin çözüleceğini düşünenler bir de olaya şöyle baksınlar. Eski altyapı yani kristalize edilmiş bilgi-tecrübe yerine yeni kristalize edilmiş fikirler getirmek istiyoruz. Eski sistemdeki bilgi yoğunluğu çok yüksek, yeni sistemde ise bilgilerin kristalize edilerek sistemi oluşturacak malzemelere dönüşmesi zaman alıyor.

Herhalde en bariz örneği hidrojenidir.

O yüzden sorunca hepimiz hidrojeni, çevreci, yeşilciyiz, ama yaşarken mevcut tüketimimizden taviz veremiyoruz. En çok ilgiyi hidrojene gösteriyoruz, oysa en çok petrol tüketiyoruz. Belgesel izlemiş gibi yapıp komedi filmleriyle devam ediyoruz.

Çünkü kainatın düzensizlik yönündeki akışına karşı düzen oluşturmak için daha çok bilgi ve bilginin kristalizasyonunu sağlamamız lazım.

Entropiye karşı kürek çekmek, bilgi geliştirmek, iyi görünmenin ötesine geçmeyi gerektiriyor. Belgesel izlemek yerine eğlenmek hepimizin tercihi. Ama gitmemiz gereken yer sıkıcı belgeseller dolu.

Cesar Hidalgo'nun Google'daki kitap tanıtımı :

<https://www.youtube.com/watch?v=r38kK26SieE>

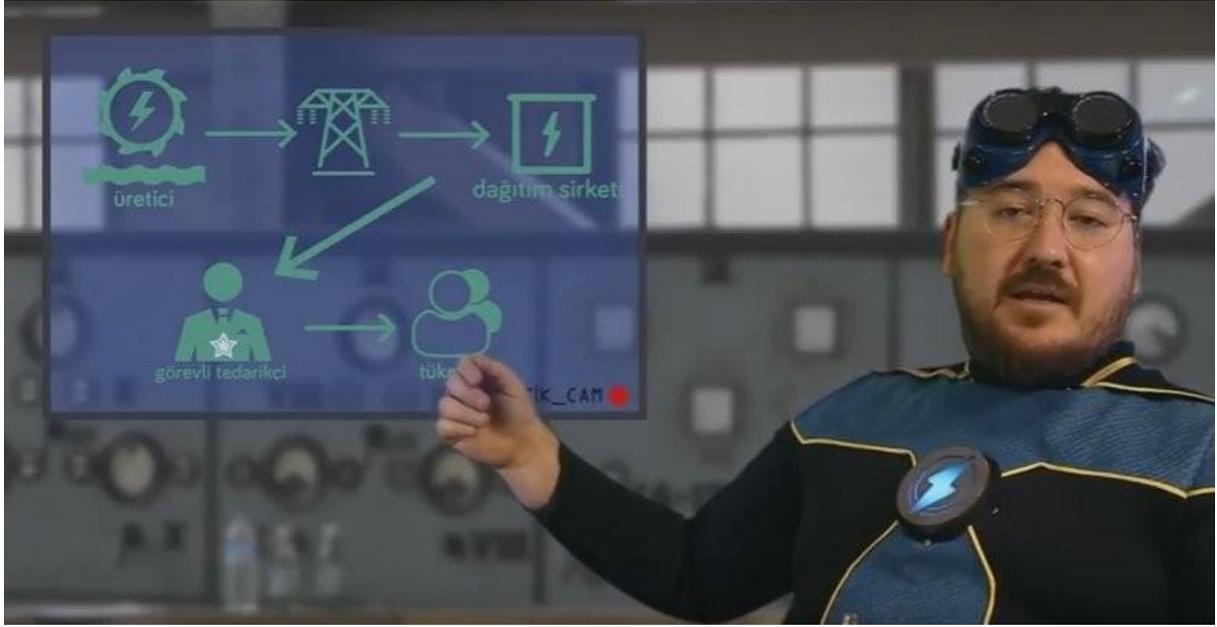
Kitabın adı: "Why Information Grows",

<https://www.goodreads.com/en/book/show/20763722>

---

[1] <https://cesarhidalgo.com>

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell%27s\\_demon](https://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell%27s_demon)



## Enerji Fiyatları Nedir, Nasıl Oluşur?

**Uyarı:** Haftasonu sıkılmak isteyenlere Fenerlilerin hakem muhabbeti tadında bir yazıdır. Kapak resmi de benim elektrik piyasasında gelmiş geçmiş en yaratıcı fikir olarak gördüğüm "Seç-men". Videolarını kaldırmış gerçi.

Baştan özeti vereyim yine. **Enerji fiyatları konsantre edilmiş bilgidir ve bu bilgiyi sonsuz sayıda mekanizma ile özetleyebilirsiniz.** Bu bilginin bir para karşılığı vardır. Para da üzerinde özel bir belirteç olan sözleşmedir. Sözleşme bir güven ilişkisidir. Altın bu belirtece ihtiyaç duymaz. Paradaki belirteç, üstündeki devletin simgeleri, basan kurumun yetkililerin imzalarıdır, politikacıların değil. Bitcoin de sonunda bir sözleşmedir, sözleşme bir güven mekanizmasıdır, özel belirteci de çift özütlenmiş özel bir sayı dizisidir. Para karşılığında asıl beklentiniz Adam Smith gibi bakarsanız, bu konsantre bilgiyi değişmeyen bir değer cinsinden, "doğal fiyat" olarak ifade etmektir.

Petrol niye Bitcoin ile fiyatlanmasın ki? Peki polisilikon, lityum fiyatları daha çok Çin yuan'ı ile fiyatlanıyorken, petrol-gaz neden dolarla fiyatlanıyor. Eğer elektrikli arabalarda Çin ağırlığı artarsa, oradaki her yedek parça vs hatta mobilite de yuanla mı fiyatlanır? Veya Türk lirası ücret ödeyerek, yerden nikel çıkardınız, ama nikel dolarla satılıyor. Türk lirası verip dolar mı almış oldunuz?

Bu soruları ünite bilgisi olarak bırakayım.

Aslında uzun macerası var bu yazının. Taaa 2008'lerdeydi sanırım elektrik piyasasındaki tavan fiyat tartışmasına dayanır. O zaman tavan fiyat 2000 TL'ydi. Kimse neden 2000 TL olması gerektiğini bilmiyordu. Hepimiz elektrik piyasası konuşuyorduk

ama ben dahil ekserimiz herşeyi sunumlardan öğreniyordu. Kitapsız değiliz ama okuma kulübüne de üye değildik.

Sadece çok yüksek olmalıydı. Tavan fiyat da arz-talep ile kesişmez ise, piyasa işletmecisinin açıkladığı işlem fiyatı olarak geçiyor. En tatminkar cevap "Avrupa'da bir ülkede 2000€'ydu, bizde de 2000 TL olsun dedik" idi.

Bir süre Prof Murat Alanyalı ile yazı yazarken fiyatın doğasında, bu spot fiyat nereden gelmiş, neden fiyat tavan fiyat, olmayan elektrik bedeli nasıl hesaplanır mekaniklerine çok kafa yormuştuk. Kendisine çok şey borçluyum. Bu yazıyı biraz da ona ve Canay Özden Schilling'e borçluyum. Canay'ın "The Current Economy: Electricity Markets and Techno-Economics"[1], bir antropolog gözünden elektrik piyasasını anlatıyor.

Özetleri vereyim.

1. Spot fiyat konusu Fransızlardan, Amerikalılara geliyor. Daha sonra piyasa serbestleşmesinde "marjinal fiyat" mekanizması spot fiyat oluşumu olarak bir mekanizma olarak kabul ediliyor. Çünkü talep ile birlikte hareket ediyor ve kaynakların daha ekonomik kullanılmasını sağlıyor.
2. Elektrik piyasalarında tavan fiyat, sistem güvenlik kriterine göre belirleniyormuş. Mesela ABD'de senede 6 saat elektrik kesintisi oluyor. Yılda 6 saat çalışarak, 10-15 yılda yatırımını geri alacak en ucuz kontrol edilebilir yatırım açık çevrim gaz santralidir. Çünkü o elektrik verilemeyen 6 saatte de elektrik vermek için böyle bir yatırım yapmanız gerekiyor. Çok pahalı olacağından sadece o 6 saat çalışacak. Onun yatırım bedelinden tavan fiyatı hesaplıyorsunuz[2].
3. Olmayan elektrik bedeli için iki-üç ayrı yöntem varmış. En dandığı, Gayrisafi yurtiçi hasılayı elektrik tüketimine bölmek ama çok da anlamlı değil. Çünkü zamana, lokasyona, aktiviteye göre değişiyor. Yani demir çelik üreticisi ile pazarcının zararları aynı değil. Bu sebeple, "bir kesintiyi kabul etme" veya "bir kesintiye karşı ödeme", WtA ve WtP diye anketler vs yapılıyor[3]. Not: anket de yalan, elektron da.
4. Bunların orta yolu da var, sistem bir eğri belirliyor. ORDC, işletme rezervi talep eğrisi diyebiliriz[4]. Kısaca sistemde yedek kapasite düştükçe sistemce belirlenen bir eğriye göre fiyat oluşuyor.

Canay'ın kitabında bir antropolog olarak tecrübesini anlatıyor. Boston'da elektrik piyasasına hizmet veren danışmanlık şirketinde çalışıyor. Hatları buluyor, sayı olarak bir yere işliyor. Elektrik piyasası gözlemleri var. Kitabından aklıma gelen sorulardan biri "Elektrik piyasası nerede?". Evet elektrik piyasası nerede çalışıyor? Dijital dünyada piyasa artık sunucularda. Piyasa yazılım, elektrik sistemi donanım. Piyasa çökerse, toplumcu bir Linux yüklenir, sürücü araya araya forumların Küçük Emrah'ı olunur: "Abi printer sürücüsü var mı?"

Tüm bunları belirtirken fiyat, maliyet, değer ayrı şeyler unutmamak lazım. Yani elektrik 10'a mal edilir, 15'e satılır. Ama bir saat elektrik olmasa bazen 7 bazen 40 birim ekonomik değer kaybı olabilir. Elektrikteki en ilginç şeylerden biri bu, değeri ile fiyatı çok uç noktalarda. Çünkü başka "kabiliyetleri" mümkün kılıyor.

En iyi petrol fiyat tahminini petrolcüler yapamaz. En iyi elektrik tahmini de elektrikçiler. Al o zaman 30 yıl trafo bakmış emektar abilerimize sor. 40 yıl petrol kuyularında vakit geçirmiş bir emektar petrol mühendisine sor. Anlamazlar. Fiyatın olduğu piyasa ayrı bir yer. Aksine, şahsi gözlemim çok "boğa"-bullish tahmin yapmaları. O meta ile iştigal ede ede, petrol-elektrik-gaz adam için "kıymetlimiss" olmuş. Yıllanmış taksicler gibi "bu fiyata yapılacak iş değil ama işteee".

Yine Canay'ın kitabında, "piyasa" çalışanları veri/bilgi çalışanları olarak nitelendiriyor. Yani fiyat tahmini konusunda çalışan insanların önemli bir kısmı daha çok sayılarla uğraşıyorlar. Mesela bir iletim hattının kapasitesini, bir üretim rakamını excel, veritabanı ya da bir veri formatına geçiriyorlar. Başka sayılardan algoritmalar ile başka sayılar tasarlıyorlar. Ama fiziksel sistem onlardan etkilenmiyor. Aslında piyasa danışmanlığı yapan bir çok şirket, elektrik kablosu, trafosu görmüyor. Sadece fiziksel dünyayı sayılara çevirip, sayı aleminde işlemler yapıyor.

Elektrikle ilgileri az. Petrolle de. Çok anekdot var bu konuda. Teknik bilmeleri gerekiyor mu? Hayır. Biraz eğitimle herkes elektrik piyasası uzmanı. Benim kıl olduklarım, piyasa arz ve talebin kesiştiği yerdir diyenler. Orası denge noktası "equilibrium" fiyat. Piyasa da illa işlem yapılmasına gerek yok. Nitekim işlem yapılmadan kapanan piyasalar da var.

Kısacası fiyatlar, fiziksel gerçekliklerin sayısal gölgelerinden özetlenmiş bilgiler olarak karşımıza çıkıyor. Sayısal ikizleri de diyebilirsiniz, ne kadar ikiz ise. Yani 8-bit gibi. Enerji piyasalarında bu iş böyle. Fiyatı oluşturanlar daha çok sayıda "bilgi çalışanları". Bu yüzden enerji fiyatları konsantre edilmiş bilgidir. Taraflar bu işlemi yaparken, farklı ballar sentezliyorlar. Ve tarafların bu konsantre etme konusundaki farklı yaklaşımları da fiyat hareketlerini doğuruyor. Farklı ballardan farklı tatlar oluşuyor.

Mesela biri, Ortadoğu krizine bakar petrolde 12\$ risk primi görür, biri de tüm haberleri okuyarak 2\$ risk primi görür. Birine göre petrol ucuzdur. Diğere göre beklemek gerekir. Hangisi doğru? Tabii ki hiçbiri, çünkü iş sayıya gelince, içerik ve perspektif çok önemlidir. 10 yıl elinde tutacak isen, evet ucuz görünebilir, ama 1-2 saate satacak isen, çok da ucuz değildir. Dolayısıyla bu konsantre bilgi ile ilişkimiz de birçok şeye bağlı ve bilginin değerini belirliyor.

Ama tüm enerji piyasalarının temel sorunu gösterge fiyat veya bu kadar bilgiyi içeren tek bir sayının üretimidir. Ve bunun bir sürü yöntem vardır. Marjinal fiyat bunlardan sadece biridir ve çok geçerli de bir mantığı vardır. Bir üründen daha çok talep ettikçe,

fiyatı artmalı, çünkü kaynak kullanımı artıyor, bu da diğer kaynakları etkiliyor. 100lerce alıcı ve satıcıdan tek bir sayı üretmenin yöntemi var. İşlem yapılan en yüksek fiyat piyasa fiyatı.

Bir Pazar yeri piyasadır. Kimse birbirinden bir şey alıp satmasa da piyasadır. Örneğin domatesleri ele alalım. Öğlen 12-13 arası, pazarda 15 domates satıcısı var, 250'ye yakın da kişi gelip gidiyor olsun. Domates alınıp satılıyor. 12-13 arasındaki domates fiyatı kaçtır?

Petrol fiyatı belirlenirken, Brent'te son 45 dakikadaki işlemlerin bir karışımı ile gün sonu fiyatı belirleniyor. Ekonomik teori mi, hayır. Çünkü Brent kargoların ilk döneminde, kontrat gün bitiminde kim de kalırsa, o kargoyu fiziksel olarak teslim almak zorunda kalıyor[5]. Tarihsel operasyonel bir geleneğin sonucu. Adi Imsirovic kitabında bu tarihsel dönüşümü çok güzel anlatıyor. Ekranda anlık gördükleriniz de anlık işlemler, ama gün sonu fiyatı değil.

Eğer domatesi petrol gibi gösterge fiyata dökecek olsak, öğlen 13'te domates fiyatı satışının son bulması gerekirdi. Bu ilk kural. İkinci kurala göre ise son 5 dakikada (örneğin) yapılan işlemlerin anketini yapıp oradan daha önce açıkladığımız bir metodoloji ile fiyatı açıklamamız gerekirdi.

Eğer elektrik piyasası gibi yapacak olsak, o gün 12-13 arası satın alınacak ve satılacak domates fiyatı için, herkes bir gün öncesinden Pazar zabıtasına tekliflerini sunması gerekirdi. Gerçi o da domateste komik olurdu. "Hanım/Bey, git zabıtaya yarın 2 kg domates için 35 TL teklifimizi ver gecikme" diyalogu gayet sürreal geliyor.

Zabıta tüm teklifleri alıyor, eğriler çiziyor, optimizasyon yapıyor ama sonunda bir algoritma ile tüm bu alım ve satım teklif ve fiyatlarını tek bir sayıya konsantre ediyor. Herkese de deklare ediyor:"Yarın 12-13 arası domates fiyatı bu". İşte bu da elektrik piyasası. O fiyatın oluşum şekli de marjinal fiyat. Adı da gün öncesi fiyatı. Aslı fiyat dengelemede ortaya çıkan fiyattır diyen de var.

Bir diğer yöntem ise, elinde anketlerle Pazar giriş ve çıkışında genç arkadaşlar var. Onlar giren çıkanların torbalarına bakıyorlar "Teyzecim/Amcacım, kaç kg domates aldınız, kaçta aldınız" diye soruyorlar. O saat için gerçekleşen tüm işlemleri alıp, ister ağırlıklı ortalama ister basit ortalama, ister belirli bir kilo üstü alımlarla sınıflandırma gibi 100'lerce yöntemlerle alım-satım bilgilerini tek bir sayıya odaklayabilirler. Bu da sıvılaştırılmış doğal gaz piyasasına benziyor. Mesela Asya LNG fiyatları gibi. Ya da tüm tezgah üstü denilen, kamunun kurallarını koyamadığı sizzize bizbize işlemlerden gösterge fiyatlar böyle belirleniyor: "Pazardan çikalım, arkada benim Toros'un bagajında 2 kg domates var, 10'ye okuturuz sana"

Mesela benzin-dizel fiyatları, çok daha ilginç olabiliyor. Örneğin jet yakıt talebi artınca, dizel fiyatları sıçrayabiliyor. Temelinde de ham petrol ile dizel arasında rafineri

dediğimiz bir teknoloji olması. Bu teknolojinin yüksek maliyetli olması ve kapasite dağılımlarında esnek olamaması, bir ürünün çok talep edilmesi durumunda, bir diğer ürünü de etkiliyor. Buradaki bilgi ise, diğer ürün piyasasındaki bilgi ve talep ile özetleniyor.

Başka başka fiyat oluşturma yöntemleri de var. Mesela bu bilgiyi özetleyecek kapasite piyasada yok dersiniz, bu özeti düzenleme ile yaparsınız. Alırsınız tüm tabloları İngiltere'deki Ofgem gibi, buradan piyasa, kur, faiz oranlarını da ekler, belirli kabullerle bir fiyat çıkarırsınız. Mesela şebekeyle ilişki bedelleri.

Veya herkes ne teklif ediyorsa fiyat odur dersiniz. Güniçi petrol, elektrik piyasaları gibi. Buna da "pay-as-bid" - teklif fiyatı denir.

Kısacası fiyat bir kurgudur. Onu bilgi çalışanları oluşturur. Bu bilgiler fiziksel gerçekliklerin sayısal dönüşümünden oluşur. Bu sayılardan konsantre edilmiş bir tek sayı çıkarılır. Petrol fiyatı 75\$, neden? kıvılcık denizde gerilim var, stoklar yüksek değil ama ABD üretimi yüksek, zaten OPEC+ kesintileri de rezerv miktarlarını arttırdı. 3-5 sayfa gazete haberi ve özeti tek bir sayıda: 75\$. Zabıta da yok, düzenleme de. Tamamen sübjektif, bu kadar gelişmeyi biz 75\$ olarak özetledik.

Fiyatlarda bir diğer konu daha var. Bu özetlemenin içine giren bir diğer önemli konu da beklentilerdir. Mesela elektrik spot piyasalarında bu beklentiyi görmezsiniz. Fiyat oluşumu için kullanılan algoritma bugünkü arz ve talebi belirler.

Ama Avrupa gaz piyasasındaki beklenti, bugünkü elektrik spot piyasasını etkileyebilir, maliyetlerden. Enerji piyasalarında gelecek beklentileri bugünkü fiyatı belirler diyenler var. Metal piyasasında da belirlemez diyorlar. Yani görüş çok. Dediğim gibi, o kadar bilgiyi nasıl konsantre ettiğinize bağlı.

Bilgi derken gerçek olmasına gerek yok. Mesela gaz piyasasında Avustralya'daki grevden Avrupa gaz piyasası rakamları yükseldi. Ama gerçekleşmedi. Fiyatlar düştü. Demek ki bilgi çalışanları, bu konsantre bilgiye objektif, nesnel, değil tamamen kişisel bir filtreden geliyorlar.

Bu sebeple son bilimsel makalelerden birinde, en iyi tahmin eden algoritmanın, diğer traderların önyargılarını (bias)-kendi kabullerini de içeren algoritmalar olduğu iddia ediliyor. Bilim dediğiniz, bizim zamanımızdaki gibi İsviçreli bilim adamlarının laboratuvarında icra ettikleri dış macunu gibi değil. Çalışma öyle, kural değil. "Bilim dedik, diz çökeceksiniz bre cahiller" hiç değil. Çalışma sonucu. Algoritma ne kadar objektif, önyargılardan bağımsız olursa o kadar kötü tahmin yapıyor. Yani algoritma, dünyaya baktığımız renkli gözlüklerimizi de işlemek zorunda.

Ben piyasayı bir kurum olarak bakıyorum. Yüzbinlerde insan saat bilgi ile inşa edilmiş kurallar, gelenekler, mahkeme kararları, politik perspektifler bütünü, binalar değil.

Piyasa mimarilerinin ana sonucu tüm piyasa hareketlerinin nasıl özetleneceği yani gösterge fiyata dönüştürüleceği ile ilgilidir. Fiyatlara mahkeme kararları da girer 2007-2008 küresel petrol fiyat hareketleri sonucu ABD senatosunun araştırması gibi, politika da. Böyle nesnel, ekonomik bir fiyat oluşumu belki düzenlenmiş fiyatlarda olabilir. Gerçi orada da parametre seçiminde iş karışır. Yoksa enerji piyasasında zor.

Öngörülebilirlik ise ilginç bir konu. Mesela Avrupa-ABD’de de en düşük faiz oranları olmasına rağmen, öngörülebilirlik 10 yıldan aşağı değil. Ama Çin’de bir çok kalkınma kararı 1-2 veya 5 yıllık kararlar ile alınıyor. Aslında kimse bir şey öngöremiyor, sadece yatırım yapılabilir çerçeveyi belirliyor. Gelecek ile alakası yok, gelecekteki nakit akışları ile ilgisi var. O nakit akışları da bugünkü bilgi veya fiyat ile kıyaslanıyor.

Dolayısıyla algoritmalar ile oluşturulan fiyatlar ile olsa da görsek dediğimiz “gerçek fiyatlar”, Süper Mario ile gerçek Mario arasındaki fark gibi. Kabul bu ise, yöntem böyle ise, Mario da bu. Zaten öyle de böyle de Mario diye biri yok ama işe yarar.

Sonucunda herkes okuduğu kitabı farklı özetliyor, farklı şeyler öğreniyor ve öğrendiklerini farklı yaşıyor ve farklı sonuçlar görüyor. Bilgi çok kişisel bir şey olabiliyor. Kuralları kağıtlara yazılmış ve açıklanmış piyasalarda, bu kitap özetleme ve kitabın nasıl okunacağı-okunmayacağı rehberi var. Ama rehberin kullanımı da kişiye göre değişince bilgi de değişiyor. Veya konsantre olmuş bilgi üzerinde herkes farklı düşünüyor.

Enerji fiyatları da çoğu zaman böyle bir bilgi. Yüzbinlerce veri satırından, yüzlerce mevzuat ve düzenlemeden, onlarca mahkeme kararından, politik açıklamadan binlerce ticaretten özetlenen tek bir sayı. Ama hepimiz farklı şeyler anlıyoruz.

---

[1] <https://www.sup.org/books/title/?id=32176>

[2] <https://www.aemo.com.au/-/media/Files/Electricity/WEM/Data/Price-Limits/Jacobs-Final-Report.pdf> Orijinal dökümanı bulamadım, buna benzer bir şey.

[3] <https://londoneconomics.co.uk/blog/publication/estimating-the-value-of-lost-load-voll/>

[4] <https://hepg.hks.harvard.edu/files/hepg/files/ordcupdate-final.pdf>

[5] <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-28232-4>



## Elektriği neden poşete koyamıyoruz?

Elektriği neden poşete koyamıyoruz. Kömürü, petrolü, gazı ambalajlarsın. Fısfıs İsmail devrini kapatan, Fısfıs dezanfaktanus dönemini açan covid belası sonucu nüfusumuzun yarısı, ellerini kolonya ile oğuşturana bir insan tarikatına dönmüşken, ekmek bile poşetle satılırken, neden benim elektriğim elden ele dolaşılıyor. Elektriğimi de poşette istiyorum, kayıp kaçağı olmasın.

Ya bilimin en kötü golüdür bu, dokunarak bulaşmayan virüsü, dokunarak bulaşılıyor diyerek, nüfusun önemli kısmını opsasif kompalsif reaktif endüktif yaptılar.

Haftasonu yapılacak tartışma değil ama daha salakça bir soru bulamadım. Çünkü en salakça sorular en temel sorular olabiliyor. Peki ışığı neden poşete koyamıyoruz? Örneğin Einstein'ın küçük yaşlardan beri sorduğu söylenen, ışık hızında giderken aynada ne görebileceği sorusu gibi? Cevap tabii ki Fenerbahçenin kupaları değil. Noel baba bile görmek daha mümkün.

Kısa özet, sorunun cevabına geleyim, sonra nedenlerine. Çünkü elektrik, ışık gibi davranıyor. Bir nesnenin değil değişimin tanımı. O değişim genelde ışık gibi etkiliyor, renklendiriyor ya da müzik gibi elektronlara tempo tutturuyor. Ama galatı meşhur açıklama da elektronları yemiyoruz onlar öyle geziniyor, gezinmeleri de elektrik oluyor.

"gezinmeleri de elektrik oluyor" diye biliyorduk diyelim. Ama elektriğin, ışığın doğasına benzemesi işleri çok karıştırıyor. Çünkü olayı "elektrik mühendisi söylenceleri" gibi, kavram budur ezberle, bunun üzerine ikinci kavram gibi soyut

soyut anlatmaya niyetim yok. Bundan yıllar önce "frekans nedir" diye soran bir hukukçuya "sinüs" diye başlayan meslektaşım gibi katır tekmesi ile kurban bayramı tebriği gönderen halı sahaların keşfedilememiş göbekli yan sanayi Messi'si olmaya da hiç niyetim yok.

Elektrik aslında özünde çok eğlenceli bir konu. Taaaa ki çarpana kadar. Sonra inancınıza göre daha eğlenceli de olabilir eğlence de olabilirsiniz. Yıllarca benden elektrik dinleyerek, bildiğini de unutan öğrencilerin çektiği acıya Müge Anlı gibi ortak olmaya hazırsanız, Beyaz Futbol sümülasyonunda bir anlatı sizleri bekliyor. Buradan açıkça belirtiyorum, kimseye hakaret etmiyorum ama elektron şerefsizdir. Bakır federasyonu duruma el koymalıdır.

Hayır Türkiye'de elektrikte gerçekten böyle bir durum var. Güç elektriği tarafından "yüksek mühendis" gibi gerilim yüksek, geri kalan elektrik işlerindeki düşük gerilimin adı "alçak gerilim". Ya ne alçaklık etti, düşük voltajlı sistemler size? Böyle bir meslek dalı olabilir mi? Kendi içinde gerilim seviyesine göre bir kısmı "alçak" bir kısmı "yüksek". Konuya geri ışınlanalım, konu kozmik.

Genelde, elektrik ile nesnel olarak belirtilen petrol, doğalgaz, kömür gibi kaynaklardan farkı anlatmak için basit bir örnek ile, kurdelesiz ama protokol makası, alt protokol için maket bıçağı ve protokolümsücüler için jilet ile açılışımızı yapalım. Beyaz tavşanı takip edin.

Bir arabanız var, Ankara'dan İstanbul'a gidiyorsunuz. İşte o şanssız insanlardan birisiniz. Trafikfetiştana gidiyorsunuz. Araba sizle birlikte 1400 kg, aldınız 60 kg da dizel yakıt, araba ile Ankara'dan ayrıldınız 1460 kg. İstanbul'a geldiniz araba tüm yakıtı yedi, artık 1400 kg. O kadar yolda harcadığınız enerjide arabanın toplam ağırlığı 60 kg azaldı. Dizel yakıtın içindeki karbonlu-hidrojenli tol vendi bitti gitti boy moleküller, Bolu dağlarındaki daha taze karbonundan koparılmış oksijenlerle birleşip, küresel ısınmaya çam sakızı çoban armağanı katkı olarak hareket sağladı.

İçten yanmalı motor neden içten yanmalı? Acıların kadını Bergen olduğundan değil. Buhar makinelerinde buhar odası ile hareket odası ayrı. Bu motorlarda hareket ile yanma aynı odada. Yani yanmanın olduğu yerden hareket oluşuyor, içten yanmalı, buhar gibi karnından yanmalı değil, harbici delikanlı.

Şimdi elektrikli arabanız var. 1800 kg olsun biraz daha ağır. Şarjı yaptınız, menzil de uyuyor. Hiç durmadan Ankara'dan İstanbul'a gittiniz. İstanbul'a geldiğinizde araba hala 1800 kg. Arabanın ağırlığı değişmedi. Finansal varlığı zaten kasko, trafik, MTV, ÖTV'ye armağan olmuş arabamızın nesnel varlığı o kadar enerji kullanmasına, 400 km yol gitmesine, rağmen değişmedi: 1800 kg. 1800kg'ı 400 km hareket ettirdiniz ve hiç kütle tüketmediniz.

Kısaca ne değişti? Arabanın içindeki pildeki lityum iyonlarının yeri değişti. Tüketilmediler bile. Sadece bir yer değişimi başka bir yer değişimi ile sonuçlandı.

şöyle düşünün, bir gün Türkiye'deki tüm elektriği güneşten üretsek ve tamamen elektrik kullanıyor olsak, o gün Türkiye'deki tüm kütlelerin, asansörlerin, fabrika imalatlarının, arabaların yerlerinin değişimi için hiçbir kütle tüketilmemiş olacak. Tüm Türkiye hareket edecek ama bunun için hiçbir şey hareket ettirilmemiş olacak. Tüm ekonomi büyüyecek ama buna hareket veren elektrik için hiçbir kütle tüketilmemiş ve kainattaki yeri değişmemiş olacak.

Kısaca elektriğin kütleli sistemlerle alakası yok. Fakat kütleli değişimlerdeki hareket "elektrik" denen hareketi oluşturmak için kullanılıyor. Su, hava, buhar yer değiştiriyor, o hareket elektromanyetik titreşimlere dönüştürülüyor.

şimdi bir diğer sorunumuz da şu. Ben hiç anlayamamıştım. Su altı kablolardan elektrik iletiyoruz ama elektrik çok fazla değişime uğruyor neden? Elektrik kablosunun etrafı izole, yani borunun içinden kobra yılanı gidiyor, ama borunun etrafındaki sıvının cinsi borunun içindeki kobranın hareketini etkiliyor. Arkadaş, psişik kobra mı bu töbe töbe.

Ama elektrikilerde kavram çok, atarlar sana bir kapasitans, endüktans. Soruya devam ederseniz, basarlar bir reaktif, kreş-star'a dönersiniz. Efenim kobranın tıslaması dışarıdaki sıvıdan yankı yapıyor, kobra şaşırıyor demeyin, işte onu dersiniz formal eğitim mezunu olduğunuz belli olur. Bizim teoride, kobranın gideğiği yönün sinyali kablo içinde, kobra boru dışında gidiyor. Yönünü kablodaki sinyalden biliyor. Bu yüzden hareketi boru dışındaki sıvıdan etkileniyor.

Bunu ilk defa su altı telgraf tellerinde keşfediyorlar. İlk su altı telgraf telleri çok kısa süre çalışıyor, mesaj iletmek günler sürüyor, anlayamıyorlar. Sonra birileri elektrik enerjisinin kablonun içinde değil etrafında taşındığını iddia ediyor.

Bir zamanlar çok zekice bir soru vardı. Keban'daki elektron evinize ne zaman gelir? Keban'dan davul zurna ekipleri ile yolcu ettiğimiz elektron maalesef otobüs garından öteye gidemiyor. Zaten en fazla ilk trafodan geri dönebilir ama katkılı yeniçeri adımları dediğimiz alternatif akım-AC sebebi ile 2 ileri 2 geri hep aynı yerde.

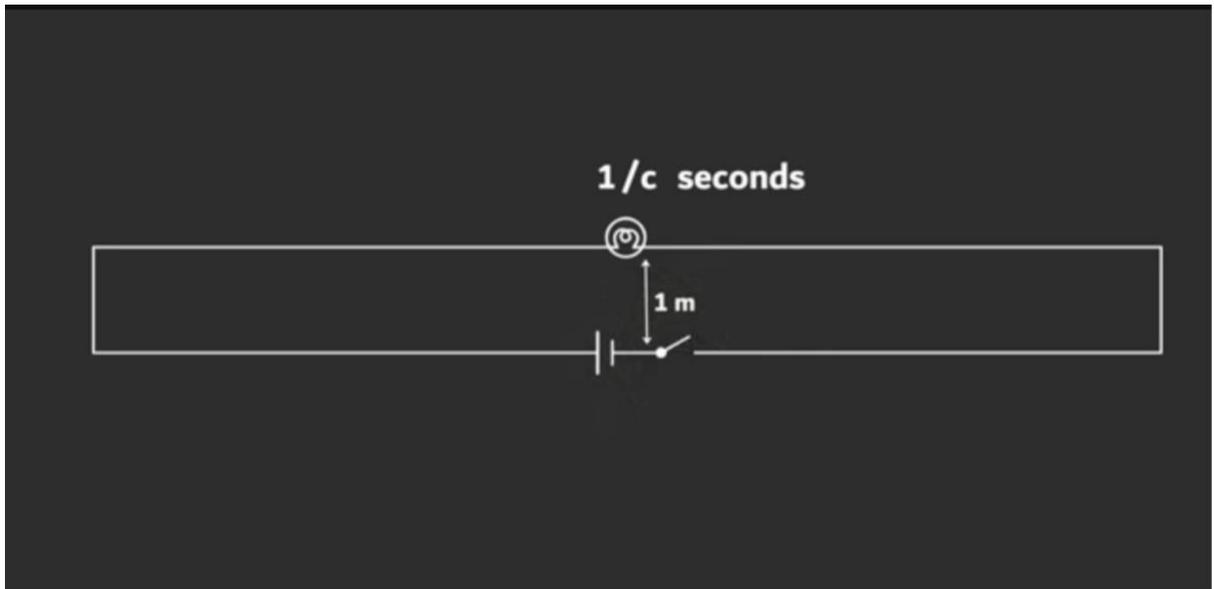
Evet her yazıda olduğu gibi eyır olmasa da beyin-fıray kısmına başlıyoruz. Elektrik kablolarda taşınmıyor. Aslında taşınması için kabloya da ihtiyacı yok. Bakır lobisinin işleri bunlar. Gaza gelmeyeyim, sadece elektrik enerjisi kablolarda taşınmıyor ile bitirelim. Aslında bir alan olması bu yüzden önemli. Bir ışık gibi ilerliyor. ışık tabii ki fiberoptik kabloda çok daha güzel gidiyor ama gitmesi için fiberoptik kabloya ihtiyacı yok. Fakat 10 metre uzakta olunca çok da aydınlık olmuyor

Önce en basit örnekten başlayalım. Sıcak su taşıyan kablolar, etraflarında bir ısı alanı oluştururlar. Elinizi yaklaştırınca sıcağı farkedersiniz, eğer termal kamera ile bakarsanız

yakınındaki cisimlerin renkleri farklılaşır. Bu ilk kısım örneğimiz olsun. Kısaca burada borunun içinde hareket eden ısı belki elektrik alan ile, etrafında oluşturduğu ısı bölgesini de manyetik alan olarak düşünebilirsiniz. Su da elektron olsun hadi. Su hareket etmese de ısı hareket eder. Ama daha görsel bir örneğe ihtiyacımız var, hem de ispatlanmış.

Veritasium'un bu konuda hazırladığı iki video toplamda 30 milyon'a yakın izlenme aldı. Klasik modelde pilden çıkan elektronlar kablunun içinde dolana dolana lambaya gider, lambayı yakar gibi düşünürüz. Veya su gibi, pil çeşme gibidir, suyu açınca o su boruyu doldurur, lambadaki filamentleri döndürünce de ışık yanar gibi.

Fakat Veritasium Derek, ilk videoda, Elektrikle ilgili yanlış bilinen şey, "The Big Misconception About Electricity"[1], ben dahil elektrik mühendislerinin %70-80'inin de anlamadığı bir noktadan yakalıyor. Işık saniyesi kadar yani 300.000 km uzunluğunda iki kablunun ucundaki bir lamba ne zaman yanar? Elektrik ışık hızında gidiyor dersiniz 1 saniyede yanması gerekir.

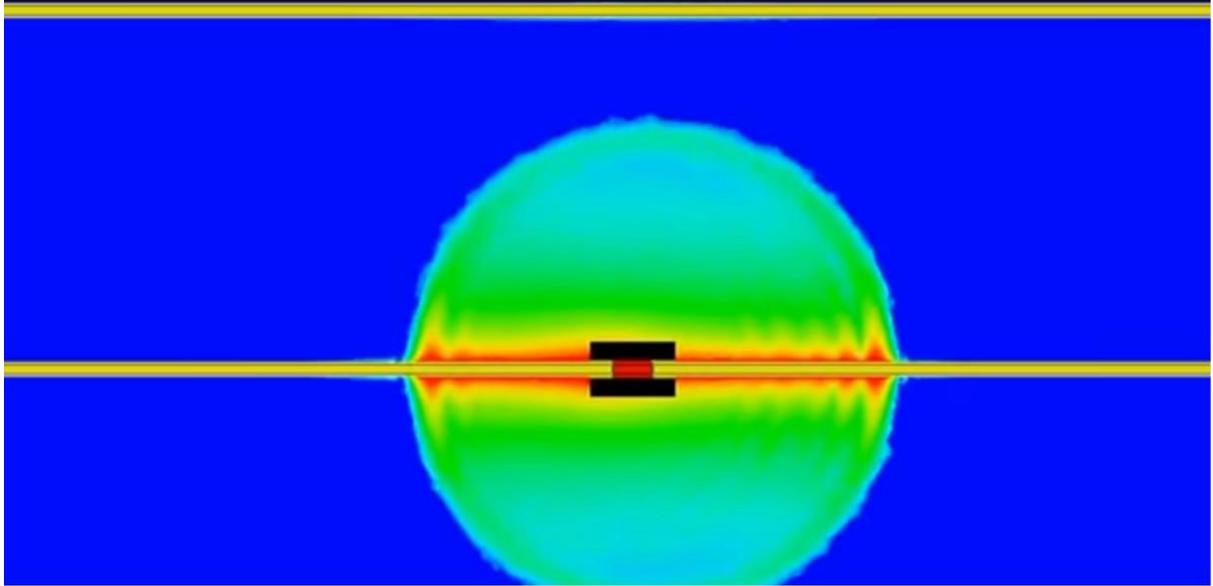


Fakat lambanın ne zaman yanacağı lambanın kaç km kablo ucunda olduğu değil, anahtardan ne kadar uzakta olduğu ile ilgili. Yani anahtarı kapattığınızda kaynaktan bir güneş gibi doğuyor "paşam". Karşı taraftaki lambayı yakıyor. Ama kablo ve etrafındaki dalgalanma bir süre daha devam ediyor.

Tüm bunların görselleri ve simülasyonları hatta gerçek gösterileri de ikinci video Elektrik gerçekte nasıl çalışıyor, "How Electricity Actually Works"[2]'de anlatılıyor.

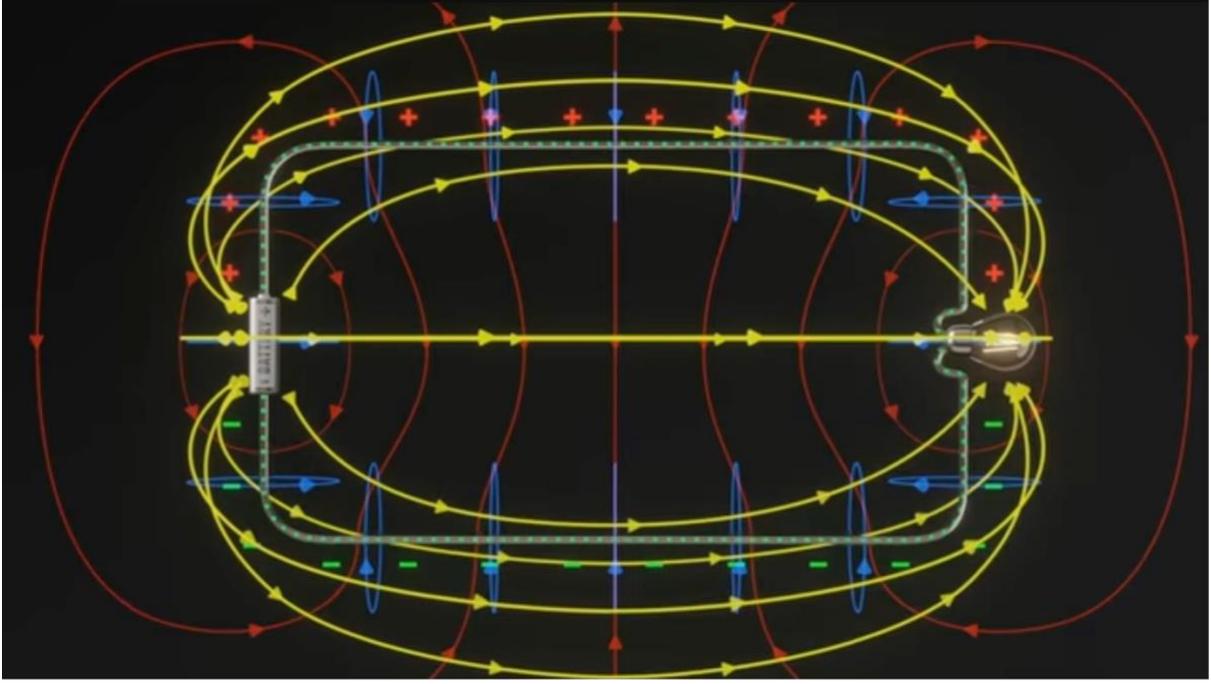
Düğme kapandığı anda elektrik ve manyetik alan sadece kablo değil pil noktasından etrafa yayılıyor. Bu yayılma sanki o noktada bir patlama olmuş da ses dalgaları hareket eder gibi gidiyor. Zamanla kablo ya da boru içindeki ses de lambaya erişiyor.

Veya Tarkan konserine gelmiş bir kalabalık düşünün, müzik sesi elektrik alan olsun. İnsanların hepsi müziği duyunca eşlik etmeye başlıyorlar, bu tempo hareketleri de manyetik alan olsun. İşte ortada ilerleyen kimse olmamasına rağmen müzik ve eşlik eden hareket kalabalık boyunca devam ediyor. İlla konser alanından ilerlemek zorunda değil, müziği duyan herkes hareket ediyor, ama konser alanı bu iş için daha da bir hazır. Ama enerjiyi taşıyan müzik ve tempo



Videolara birçok eleştiri geldi, tartışıldı ama kimse reddemedi. Sonra Caltech'de deneyi yapıldı. Elektriğin bu şekilde ilerlediğini kabul etmek bile birçok elektrikçi için çok zor oldu. Ama eğer bu noktaya kadar herşeyi anlayabildiyseniz, elektrik konusunda Türkiye'de ve sanırım dünyadaki ortalama elektrik mühendisinden daha çok şey biliyorsunuz demektir.

Aslına bakarsanız tüm teorik fiziğin anlattığı elektrik enerjisinin taşınması aşağıdaki şekilde oluyor. Elektromanyetik dalga denilen elektrik alan ve manyetik alanların birbirini oynayarak ilerlediği doğru enerjiyi taşıyan doğru enerjinin doğrultusu oluyor.



Peki kablo neden var? Bakır lobisini mutlu etmek için mi? Tabii ki hayır. Elektrik mühendisliği okuyanlar kız peşinde koşmasın, kafayı kırsın diye. Kablo elektrik alanın taşınmasını kolaylaştırıyor. Ama manyetik alan olarak da sorun olabiliyor. Elektrik alan için manyetik sorunları azcık ihmal ediyoruz diyeyim.

Kısacası elektrik enerjisi elektromanyetik alan ile taşınıyor. Yani hem elektrik hem de manyetik alanın waltz'i veya dansı ile taşınıyor. Ve ışık da bir elektromanyetik dalga. Elektriğin bir kütle ile ilgisi yok, ama kütleler ve nesnelere üzerinde ışık gibi, yerçekimi gibi değişimler yapabiliyor. Torbanın içinden geçer ama kalamaz, belki ses, ışık gibi yayılmak zorundadır. Elektriği de, ışığı da, manyetizmayı da torbaya koyamıyoruz.

Bu sebeple iletim hatları ne kadar çok enerji taşıyorsa o kadar yukarıda olmak zorundadır. Yeri gelmişken, elektrik hatlarının altına ağaç diken belediyeler o ağaçları bence kesin. Yağmurlu havalarda o yürüme ve koşu parkurlarında o ağaçların etrafında belki de kimsenin koşmaması gerektiğini belirtmeliler. Ayakları petrol tabanlı sahte çimlere sürtüp, yağmurda ıslanmış ağaçlar ile bir ölüm riski olur mu bilemem.

Elektrik enerjisi kablonun içinde gitmiyor, etrafında gidiyor. Bu yüzden su altı kabloları çok pahalı, bu yüzden elektrik hatları o kadar yukarıda. Bu sebeple elektriği anlatması bu kadar zor. Çünkü elektrik elektronlardan çok elektrik ve manyetik alanlarla ilgili. İnsanlarla değil, müzik ve ritimle ilgili. Bakarsanız insanlar yerlerinde tempoya tepki veriyor. Fakat enerji müzik ve ritimde.

Bu yazıyı yazmamak için çok direndim, Netflix'de izlemediğim Tayland-Kuveyt yapımı film ile kendime yapmadığım psikolojik işkence kalmadı. Elektriği anlatmak zor.

Piyasası kolay, "arz talep eğrisi var, marjinal fiyat var", yuvarla gitsin kavramları, anlayan anlar anlamayan da ezberlesin der geçersin. Elektrik piyasasının çok da elektrikle ilgisi yok. Yarın elektrik mühendisleri "aa pardon yanlış biliyormuşuz, kablolarda hoştron gidiyormuş" dese piyasa ismi Hoştrik Piyasası olur yoluna devam eder. Fiziği değişse de.

Yine de elektrik zor değil. Sadece karşı tarafın gözünde elektrik enerjisinin "Zeki Müren" gibi elektrik devresine doğuşunu göstermeniz yeterli.

---

[1] <https://www.youtube.com/watch?v=bHlhgxav9LY>

[2] [https://www.youtube.com/watch?v=ol\\_X2cMHNe0](https://www.youtube.com/watch?v=ol_X2cMHNe0)

## Niye enerji ile ilgili garip yazılar yazıyorum?

Enerji geyiği yapmak tehlikeli bir konudur. Yazınca edilgen edilgen, bilimsel hava verip yazman gerekir. O fildişi kuledeki insan olmak çok daha önemli. Yoksa titrler neden önemli olsun ki? Ama o da yalan oldu, 3 ay derse katılım “veri bilimadamı” sertifikası alıyorsun. O kadar sürede Unkapanı’nda “arabeski” sertifikası alamazsın ama sorun ya veri kavramında ya bilim adamında.

Netflix tecrübesi gibi, insanlar bilimsel makaleleri okumayıp paylaşıyor ama diğer yazıları okusalar da “pop” görüyorlar, çok da “tık”lamıyorlar. Aynı şekilde “korku haberleri” daha çok tıklanıyor. Yazsak şöyle “Türkiyeyi çok kurak yıllar bekliyor”, bak nasıl ilgi çeker. Özellikle kadınların iklim-korku haberlerindeki eşikleri daha duyarlı. Ama etik mi? Çok gelişmiş modeller 6 saat sonrasını bilemiyor ama iklim ayrı şıp diye size 10 yıl sonrasını söylüyor. Bu kim ne derse desin matematiğin ve zamanın doğasına ters. Neyse.

Ben en başta Türkçe’nin edilgen bir dil olmadığını, fakat günümüz toplumunun edilgenliğe gittiğini düşünüyorum. Olayın faili belli mi? Yok. Cam kırıldı. Biri camı kırdı değil makbul olan, seviye düşüyor.

Mesele biraz da Türkiye’de elektriğin hep aynı şekilde anlatılmasına bir eleştiri diyelim. Bu konu bu kadar da atom fiziğine çevrilmemeli, veya tozlanmış kağıtlardan tahtaya kopyalanan formüllerin ötesine geçmeli. Daha görsel ve daha kalıcı örnekler ile anlatılabilir.

Nitekim son yıllarda artan oranda videolar Veritasium, ElectroBoom ve diğer animasyonlar ile bu eğitim olanakları arttı. Ben küçükken derste video izlemek çok unutulmaz birşeydi. Peki neden bunları şimdi eğitimin bir aracı olarak daha çok kullanmıyoruz?

Bir de kaçamadığın kaderi kabullenmek var tabii.

Araştırma görevlisi olmaktan pek de zevk almadım. Sebebi basit, yapmak eğlenceli ama başkalarına öğretmek bir sabır ve tecrübe işi. Mühendis olmak daha eğlenceli birşeydi, hobi elektroniği çocukluğumun çok önemli bir parçasıydı. Birçok devre yapmış, programlar yazmış biri olarak sonunda elektronik mühendisi olmak, internet editörlüğü (1997) stajı yapmak, kodlama-devreler, PLC, silikon üzerine mikroçip imalatında çalışmak mutlu tecrübelerdi. Hala kendi halimde hobilerimin bir kısmı (<https://barissanli.com/electronics>) adresinde var ve sitemin en çok ziyaret alan sayfası. Hala beni en çok heyecanlandıran şey, mikroçipler. Toprağa ruhundan üfleyen Tanrı’sına benzemeye çalışan insan, kumlara kendinden transistörler üflemeye çalışıyor. Kuuuul.

Evet Raspberry pi serilerim var, ayrıca birçok da mikrokontrollerlar programladım pardon programlandı. Ses sıkıştırma, resim sıkıştırma kodları yazıldı. Çünkü tahtaya yazılan şeyleri canlı olarak kurcalamak hoşuma gidiyordu. O evdeki tüm radyoları söken çocuk familyasındayım.

Fakat bunları anlatmak hoşuma gitmiyordu. Kitap okumak güzel ama yazmak zor. Sonra kendim için notlar almaya başladım.

Belki en ilginç kendimi modelleme-senaryo-rapor yazım heyetlerinde bulmam oldu. Ya bir insana zorla rapor yazdırılır mı? Evet ilginç raporlar yazdım Sürdürülebilir Kalkınma konusunda 2007'lerde, enerji senaryoları konusunda 2005'lerde raporların yazımında bulundum. Sonra yazmanın önemli olduğunu anlamaya başladım. Son yıllarda artık iyiden "yazarak öğrenirim, anlatarak anlarım" tarafındayım.

Bu arada yazarken, yazdıklarımı toplamak için kendi sitemi açtım. İyi yazdığımı düşünmedim, aksine çok devrik cümlem var ve cümlelerin sonunu kapatmayı sevmiyorum. Tamamı gramatik olarak yanlış. "Yapılmış" -dır. İyi de sonunda Nobel edebiyat ödülü için ya da kompozisyon yarışması için yazmıyorum.

Elektrik anlatma işi bir telefon konuşması ile başladı. Bir üniversitede eğitimci gelemeyecekmiş, akıllı şebekeler ve şebekeyi benim anlatmamı istiyorlardı. "İyi de benim akıllı şebeke ile hazırlığım yok" dedim. Açıkcası konuyu biliyordum ama dersini vermek için yeterli olmadığını düşünüyordum. Sonra web sayfamda 3 yazımın olduğunu söylediler. İnanamadım baktım. Evet, konuları hatırladım. Akıllı şebeke altında, talep tarafı yönetiminden akıllı ev sistemlerine birçok konuya değinmiştim. Tabii o sıralar aklımdan çıkmayan bir söz vardı : "akıllı sayaç ile akıllı şebeke birbirine karıştırılıyor". Benim kafamdaki tez ise "yahu evin içindeki cihazlar "grid friendly" yani şebeke dostu olacaksa, sayacın akıllı olmasına gerek yok ki" idi. Modemden servislere açılışlar, sayaç niye kapıda duruyor.

Neyse ders vermek hep bir stres kaynağı bana. Etraftan destek istedim. "Akıllı adam kendi aklını kullanır, daha akıllı adam başkalarının aklını da kullanır".

O zaman Türkiye'de elektrik sunumları iki türlüyüdü. "Kurulu güç artışı, lisans sayıları" veya ekrana yönetmelik maddeleri yansıtma şeklinde iki popüler yöntem vardı. İkisiyle de aram yoktu.

Genelde yurtdışında nasıl anlatıyorlar, derslere, kitaplara baktım. IEEE'deki kitaplardan örnek vaka çalışmalarına baktım. Ders nasıldı, hatırlamıyorum. Ama reaktif enerjiji "nehirde giden bir kayığın nehrin ortasından gitmek için sağa sola hamleleri reaktif" gibi anlattığım kısım akılda kalmıştı.

Oradan beridir çok uzun süredir elektrik dersi anlatıyorum. EMO'daki elektrik derslerine gittim öğrenmek için. Ama mutluluğu internetteki birçok derste buldum.

Aslında elektrik anlatmak dünyanın her yerinde bir problem, bu sebeple dünyadaki örneklere bakarak daha iyisi bulunabilir. Kısacası en iyi bilenlerden öğrenmeye çalışıyorum

Mesela, primer, sekonder, tersiyer yedek konusunda, ne zaman sorsam "hızlı devreye giren" deyip, iletimciler süre verir. Tamam da, hangi sürelerde? İşte hemen, 15 dakika vs diye devam eden açıklamaların sonu gelmezdi. Entso-e kitapçığında var. Oysa Hollanda'da bir üniversitede verilen dersteki açıklama çok netti. Primer yedek, frekansın normalden sapmasını durdurur, sekonder eski noktaya getirir, tersiyer de kullanılan bu yedeklerin yerine geçer.

Bu kadar basit.

Daha sonra MIT'deki meşhur Walter Lewin'in fizik derslerini izledim. Oradaki bir deney bence herşeyi çözüyordu. Bir el jeneratörünü çevirirken, düğmelere basıp ışıkları açtıkça jeneratörü döndürmek zorlaşıyordu. Harikaydı. Oysa yıllarca dinamolu bisikletten bildiğim örnekti.

Hemen bir el jeneratörü aldım, oyuncak olanından. Böylelikle dersteki herkes elektrikteki büyüü yaşayabilecekti. Birçok elektrik mühendisinin bu etkileri bildiğini ama deneyimlemediğini gördüm. El jeneratörünün uçlarını kısa devre yapınca, jeneratörü döndürmenin zorlaşmasını ilk kez deneyimlemek garip geliyordu onlara da. Oysa jeneratör dönüşünün yavaşladığını biliyorlardı. Fakat içinde olmak ayrı bir deneyimdi.

Walter Levin'in iyi ders konusunda çok net bir tavsiyesi vardır. Senaryoya çok sadık bir yönetmen gibi, çok iyi çalışılmış bir senaryoyu harfiyen yerine getirmek. Derste doğaçlama yapılır mı? Evet kodlama anlattıklarımnda çok yaptım. Saf heyecan, garanti sorun çıkıyor. Çözdün çözdün, çözemedin renk verme, çaktırmadan slayt değiştir sonraki örnek.

Fakat bence en iyi ders anlatımlarından biri de Michael Sandel'in Harvard'daki Justice dersidir. Ders basittir, bir "vaka çalışması" ile başlar, vaka anlatılır ardından soru-cevap ve sonrasında devam eden olaylar, fikirler açılır.

Evet ders vaka çalışmaları ile başlamalıydı.

Fakat kolay değildi. Açıkcası yeni bir örnek bulmak için sanki 50 dakika ile 3 saat araştırma yapmak gerekiyor. Makaleler de var. Elektromanyetizmayı nasıl anlatırsınız gibi. Analogiler vs.

Sonunda öğrenci ile göz göze gelene kadar birçok güncellemeye vaktiniz var. Ben de sınav gibi düşünüp örneklerim, sıralamam sonrası son ana kadar daha iyi bir örnek var mı, daha iyi bir video var mı bakıyorum.

Fakat bir süre sonra, hala eski tas eski hamam elektrik anlatıldığını gördüm. Ben daha iyisini anlatmıyorum ama dinleyende küçük de olsa bir perspektif açmamız gerekmez mi? En azından ben kendi yolculuğumda edindiğim tecrübeleri yazayım ki başkalarının işine yararsa üzerine ekleyerek daha iyi ders anlatımları gelsin.

Fildişi kulelerden o şifreli dillerle bir soyut kavramı etrafa destan gibi anlatırken mi mutluyuz, yoksa insanların kafasında hiç bilmedikleri bir konu hakkında imgeler uyandırınca mı? Anlatıların işe yaraması, "hocam hocam" saygısından belki daha önemli.

Yazdığım yazılar konusunda olumlu geri dönüşler alıyorum. Herkese çok teşekkürler.

Ama elektrik konusunu öğrenmek herkesin hakkı ve bunu en son öğretme yöntemleri ile öğretmemiz lazım. Enerji konusunda ise, elektrikle karıştırandan en iyi bilirim deyip herkesi eleştirip hiçbir şey söylemeyene kadar geniş bir perspektif var. Bazen hayatta en iyi bilen, en iyi yazan olduğunuzdan değil ortalama fakat farklı bir perspektifiniz olduğundan sıyrılırsınız. Çünkü hayat en iyiler üzerinde yükselmez.

Kısaca konu atla deve değil. Birçok örnek var, video var. Anlaşılmayacak bir şey yok, anlatılamayacak bir örnek de. Fakat öğrenmek isteyen ile iletişimi ve seviyesini doğru kurmamız gerekiyor. Bu da bir tecrübeden çok, uluslararası "best of"ları alıp insanlarla paylaşmanız.

Bir nevi karışık kaset yani. Efsane 90'lar.

Tüm bunlara rağmen, ben derslerimde kamera açma zorunluluğu koymuyorum. Bence özgür irade meselesi. İyi bir anlatımın olup olmadığı konusunda da geliştirmeye muhtaç alanlarım var. Ama örneklerim ve videolar bence feda değil. Çünkü öğrenme formül ve harfler ile ilgili değil, görme, duyma ve tecrübe etme ile ilgili. Bu da Michael Sandel gibi vaka çalışmaları kurgular, Walter Levin gibi deneyler, bazen de basit örnekler istiyor. Hepsi bir kurgu meselesi oluyor.

Bugün yapay zekada bir tartışma var, işte düzenleme gelsin vs. İyiden siyasi bir kavram olan "post truth"cular doğruları sorguluyor, birileri dezinformasyon yapıyor diyor. Biz aslında fiction yani kurguyu gerçeğin kendisinden daha çok tüketmeyi seviyoruz. Kitap basımı başlayınca insanlar hemen ansiklopedi basmadı. Akşam eve gidince kana kana gerçeklik izlemiyoruz. En çok satılan kitaplar da benim bildiğim "kurgu" kitaplar. Olmayan gerçeklikler şeklinde sunulan doğal gerçekleri seviyoruz. Uzayda geçen aile hikayesi olan Star Wars gibi belki. Çünkü beyinlerimiz kurgu üzerine kurulu, bu sebeple kurgu olmayını bulmak efor istiyor.

Tüm bu sürece bu şekilde kendince eğlence arayan bir perspektif katsak fena da olmazdı. Sonunda eve gelince ilk izlediğin şey "Fizik Profesöründen termodinamik

kanunları" değil. İşin içinde kurgu arıyoruz hepimiz, gerçeklerden kopmadan. Enerji anlatırken neden farklı olsun.

Sanırım yapmak istediğim bu. Yıllar içinde biriken örnekleri bir kurgu ile erişilebilir kılmak



## Şu dağlarda nutella olsaydım...

Bu yazımız, enerjiye "bir obez perspektifinden" bakış. Sponsor yok.

Eğer devletin algoritması size obezimsi diyorsa kabul edeceksiniz. Komplo teorilerini önlemenin bilimsel yöntemi cevap vermemek, ben de cevap vermiyorum. Algoritma obez diyor bitmiştir. Bu sebeple yazımız obez gözünden enerji bakışı: şu dağlarda nutella olsaydım.

Zam haberlerinde bir bilimsel vaka çalışması var. "Banker bilo" etkisi diyorum. "Yaptım ama bir sor neden yaptım?" diyalogu da karşı tarafı daha da çıldırtıyor. Küresel olarak önerilen ([scholar.google.com](https://scholar.google.com)), maliyet artışı ve dışsal faktörleri anlatmak.

Herkes önce kızgın, cevap aramıyor. Cevabı istenmeyen soruya cevap vermiyor AB yetkilileri, taa ki stres birikene kadar. O zaman da "hemen harekete geçtik" derler, ABD'de de "soruşturma başlattık". Dünya böyle dönüyor gençler, Mona Lisa üstü çorbalarla değil.

Bir başka boyutu daha var bunun. İnsanlar birçok zaman cevap aramıyor, en yakınındakinden sinirini çıkarıyor. Mesela petrol krizi olur, insanlar için en erişilebilir kim ise ondan hesap sorar. Ortadoğu ve sahip olduğu büyük araç değildir problem, TV'de gazetede kimi görüyorsa. Çok iyi anlatan da bir kitap var. "The Politics of Energy Crisis"[1].

Buna da "çağrı merkezi çalışanı" sendromu diyorum. O firmanın genel müdürünü bağlamıyorlar hayret, asgari ücretli çağrı merkezi çalışanına o çok yüksek maaşı alan adama sunmamız gereken sevgi, saygımızı iletiyoruz.

Evet güzel kardeşim, obezimsiyim ama bir sor neden? Nutella yüzünden. Kimden sinirimi çıkaracağım şimdi? Masamın üzerinde duran nutella'dan. Algoritma bu şekerli şeylerin tadını bilmediğinden yapıştırıyor. Gerçi bu meret, sürdürülebilir uçuş yakıtı olmasa da (SAF deniyor), sürdürülebilir obez yakıtı (SOF) olabilir.

Şimdi masada. Unutmaya çalışıp sabah uyandığında diline dolanan memlekette akrabalar gibi hep bilindik, gevrek, basit gibi görünen, ama "mağdurların Tarkanı" modundaki sözleri ile ağızımıza dolanan bir "günaydın bana" modundaki jeneriğe eşlik eden çığ köfte yemiş Mona Lisa gibi bir gülümseme ile söylenmiş şarkı klipleri, beynin medeniyet için en gerekli kısmına ışınlayan bir Serdar Ortaç şarkısı gibi. Nutella beni neden yoruyosun. Hay Allah'ım.

Fakat masaya güvenmemek lazım. John le Carre'in dediği gibi "Bir masa, dünyayı görmek için tehlikeli bir yer", gerçi kendisi ile ilgili son Errol Morris belgeselini izleyemedik. Nereden izleyeceğiz bilen not düşsün. Ama durum "savaş sisi"[2], bugün bu meseleye bir nokta koyacağım. Sis mis kalmayacak. Artık nutella kavanozu ile her göz göze geldiğimizde aklımıza kömür ve enerji eşdeğeri gelecek.

Bir süredir bu kavramlar kafada canlanmıyor diyenlere enerjiyi yenilenebilir değil, yenilebilir enerji cinsinden anlatmaya çalışacağım. Yenile-ne-de-bilir, yenile-ne-me-ye-de-bilir. Söylüyorum Türkçe edilgen dil değil diye. Dil de tütün ne işi var, çok söyleyince niye bitsin? Neyse kısaca, Türkiye'nin nutella eşdeğeri enerji ve elektrik tüketimini bulacağız.

1 kg nutella da ne kadar enerji var değerli pilates kurslarından tasdiknameli dostlar biliyor muyuz? Etiket üzerinde 5390 kcal yazıyor. Kısaca 1 kg kaliteli kömür kadar. Taş kömürü, hem de en emisyonlusundan. Çatlasın iklimciler. Türkiye'deki kömürlere göre 1.5-2.5 kg kömür kadar. Yani artık markete gittiğinizde, nutella'ya kömür gözüyle bakabilirsiniz, gramı gramına en yakın olduğu enerji kaynağı kömür. Linyit değil. Güneş yavrusu kalır. Rüzgar da yancısı.

Bu 1 kg nutella'nın enerjisini kilojoule, kilocalori, kWh, petrol eşdeğeri, kömür eşdeğeri yazabiliriz. Belki ilerde de güneş eşdeğeri gelir ne dersiniz tribünler. Bu sefer tersinden yaklaşacağız. Tüm bu enerji kavramlarını nutella ile tanımlayacağız. Tam bir obez yazısı olacak, tereyağlar tavayaaaa, ekmeğ arasına pideler havaya....

Kömür kadar enerjisi olan nutella, ısı olarak, saf yaksak, 6 kWh'in az üzerinde enerjiye sahip. Muhtemelen elektriğe çevirsek, 2 kWh elektrik enerjisi belki elde ederiz. Bu da 1 saat aralıksız çalışan 1 kettle demek. 1 litre oda sıcaklığındaki suyu kaynatmak 3 dakika sürüyor. Yani 20 litre suyu kaynatmaya eşdeğer elektrik enerjisi demek.

1 kg nutella, ile 130 gün, yani 4 ay cep telefonunuzu şarj edebilirsiniz, hem de şu anda piyasadaki en iyi telefonları. (Bir telefon şarjı 15 Watt)

Ortalama benzinli araba 100 km'de 7 litre yakıyor kabul ederseniz, 1 kg nutella bir arabayı 10 km götürür, yokuş aşağı değil. Ama sakın depoya koymayın, arabayı Elon Musk bile kurtaramaz.

1 kg nutella'dan elde edebileceğiniz elektrik enerjisi ile 2 defa çamaşır ve bulaşık yıkarsınız. 15 saat TV izlersiniz. 45 saat laptop şarj edersiniz. Ama kaşık versek, akşama yarıya gelirsiniz. Düşünün yarıya geldiğinizde 2 küsur aylık cep telefonu şarjına eşdeğer enerji tükettiniz.

Peki siz bu enerjii nasıl harcıyorsunuz?

Günlük enerji olarak (elektrik değil) 2.5 kWh enerjiye ihtiyacınız var. Enerji iki kısım, bir sinyal (elektrik), iki kas (hareket-ısı).

Beynimiz tüm vücut ağırlığımızın %2'si ama enerjinin %20'sini tüketiyor[3]. Yani günlük 0.3-0.5 kWh enerjii beyin yiyor. Tabii sırt üstü netflix izleyerken değil. Aslında vücut sürekli enerji verimliliği yaptığından kitap okumak yerine film izliyorum. Beyin yorulmak istemiyor, aslında bu şekilde efektif çalışmasına rağmen.

Peki neden nutella ile bağımlılık oluyor da, brokoli ile olmuyor. Bunun da bizim hayatta kalmamızla ilgili bir kısmı varmış[4].

Üç kısımdan oluşuyor: şeker-yağ ve çikolatadaki bağımlılık yapan maddeler. Bu şeker-yağ karışımı etkisini tereyağlı baklava (karbonhidrat-yağ karışımı daha lezzetli geliyor) vs de görebiliriz. Bizde mümkünse damardan saf karbonhidrat sevgisi olduğu için hızlı bayar. Ama yağ ile karıştırırsanız, bayılamazsınız. Yine de bayılıyorsanız bu yazıda işiniz ne? İsimless obezler toplantısı yapıyoruz.

Ama evde kendi şeker-yağ oranınızı bulmanız için tahin-pekmeze de deneyebilirsiniz. Ama çikolatadaki bağımlılığı arttıran maddeler olmuyor maalesef. Fakat normalden çok yediren bir şeker-yağ karışımı noktası var.

Peki Türkiye ne kadar elektrik üretiyor ve bunun neden petrol eşdeğerine çeviriyoruz ki? Nutella eşdeğerine çevirelim. 1 kg petrol eşdeğeri[5], 10000 kcal'i. Yani 1.85 kg nutella eşdeğeri. Yani petrol eşdeğerini 2'yle çarpıp %10 düşürseniz tüm birimleri nutella eşdeğerine çevirmiş gibi oluyorsunuz.

Yeni bir birimimiz oldu böylece. Kilogram eşdeğer nutella, Ken. Barbie'yi Nobel'e layık görmediler, bundan sonra Ken'ciyiz. Ton eşdeğer nutella da Ten. Sonra milyon ten, kilo ten gideriz. Milyon ten'e milten de deriz ama iş karışır.

Dönüşüm katsayımız da belli. Petrol eşdeğerini 1.85 ile çarpıyoruz, tep'den ten'e (ton eşdeğer petrolden ton eşdeğer nutella'ya) geçiyoruz.

Şimdi enerji denge tablosumuzu açalım[6].

328 milyar kWh, yani 328 TWh, elektrik üretimi 52 milyon ton eşdeğer nutella, yani milyon ten, mten.

Ama bu tüm enerjinin 4'te 1'i ile 5'te 1'i arası.

Tüm enerji arzı 291 mten, tüketimi ise 222 mten. Yani Türkiye'de 52 milyon ton nutella eşdeğeri elektrik ürettik, ama 222 milyon ton nutella eşdeğeri enerji tükettik. Gaz, petrol kömür ve elektrik toplam. Yani 170 milyon ten elektrik harici kaynaklar tüketildi.

Şimdi niye brokoli yemiyorsunuz diye evde kendi kendinize, çıktı aldığınız Monet resimlerine Canan Karatay'ın gazıyla çok sağlıklı diye kelle paça çorbası felen atmayın. Tüm rakamları 16 ile çarparsanız da brokkoli eşdeğeri enerji tüketimini bulursunuz. Bunun da kilogram eşdeğer broccoli (keb) diye devam edersiniz.

Ha yerli olsun dersenez, tahin pekmez karışımının kilogramı 5000 kcal olsa, 2 kg tahin pekmez eşdeğeri, 1 kg petrol eşdeğerine eşittir.

Peki fiyatlar ne alemde? Isı olarak kWh başına doğalgaz 0.5 birim fiyat diyelim. Elektrik olarak da 2 birim fiyat diyelim. 1 kg nutella'da, 6 kWh ısı veya 2 kWh elektrik çıkabiliyordu. Bu da 140 birim fiyata mal oluyor.

Nutella'dan ısı kWh'in fiyatı 23 birim, elektriğinki 70 birim.

Yani evde, işte, hayatta, diğer kaynaklar yerine nutella kullansak, ısı olarak doğalgazdan 46 kat pahalı, elektrikten ise 35 kat.

Bazen zihni hıbr projelerle "uçan kuşa ip bağlayarak jeneratörü döndürüp enerji üreterek Türkiye'nin enerji sorununu çözebiliriz" diyenlere tebriklerimi sunuyorum. Taklacı güvercinlerle de sağlam baz yük üretim sağlarsınız artık.

Aslında her şeyden enerji elde edersiniz, ama bunları kullanmamamızın sebebi işte bu ekonomiklik sorunu. Para sorun değilse, Erciyes'ten kar getirip yakar enerji üretiriz evelallah. Projemi bir yetkiliye anlatabilsem...

Şimdi sağlıklı yaşansın herkes brokoli yesin, bürüksel lahanaları elden ola dolaşsın, o kafalar salata tabaklarından dışarı çıkmasın ister miyiz, istemeyiz. Ama cümlenin gelişine ve gidişine "isteriz" yazmam lazım. Evet isteriz.

Ama hayattaki diğer şeyler gibi hayaller bürüksel lahanası gerçekler dağlarda olmasa da kavanoz da nutella.

- 
- [1] <https://books.google.co.uk/books?id=W5HSDAAAQBAJ>
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=MHdMeHxDg90&list=PLN-MLv-79bIY6K6eeQc45LtFudyDzhN7>
- [3] <https://erc.europa.eu/projects-statistics/science-stories/how-your-brain-powered>
- [4] <https://theboar.org/2018/03/science-explains-nutella/>
- [5] <https://www.unitjuggler.com/convert-energy-from-koe-to-kcal.html>
- [6] <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

## Elektrik Piyasası Matrix mi?

Akşam akşam yazmayacaktım. Ama Princeton'dan Jesse Jenkins'in Elektrik sektörü: Mühendislik, Ekonomi ve Düzenleme dersi slaytlarını görünce (link en altta) yaz gitsin dedim kendime. Konu ABD piyasasının tarihi gelişimi ve dönemleriydi.

Ben bu konuda Steven Isser'in[1] "Electricity Restructuring in the United States: Markets and Policy from the 1978 Energy Act to the Present" kitabını öneririm. Bilkent'te de kullandım. Ama daha hafif bir şekilde anlatacağım meseleyi. Serbest piyasa matrix'inde yaşayan Morpheus, Neo ve Trinity'lere durumu anlatmaya çalışacağım.

Belki en başta şunu söylemem doğru olur, ben tespit olarak bakıyorum. Dünyada daha çok yenilenebilir olmalı mı? Bence sonuna kadar. Sorun olacak mı? Hem de çok. Ama internet olmasaydı bu kadar sorunumuz da olmayacaktı. Her çözüm sorunlar, her sorun da çözümler için bir kapıdır. Fakat ana noktam şu, istenilen elektrik piyasasının zaten serbest piyasa ile pek elektriği tutmadı, iklim hedeflerinden sonra da tutmaz bir süre.

Örneğin son İngiltere'deki nükleer santral, offshore yatırımlarına bakın. Yeni gelen kapasite güneş de garanti altında. Yani yeni gelen tüm yatırımlar bir alım garantisi şemsiyesinde, neyin serbestliği? Fil olan kısım ihale serbestliği, işte etrafta da serbest dolaşan tavuklar var

Öncelikle konunun Türkiye ile ilgisi yok, dokundurmuyorum da. Son durumu bilmiyorum zaten. Hatta size AB ve ABD piyasalarındaki gelişmelerle nereye gittiklerini anlatacağım. Ama asıl anlatmak istediğim neden elektrik piyasalarının çok kısa dönemler hariç hiçbir zaman serbest olmadığı ve bu noktadan sonra da uzun zaman serbest olamayacağı. Ama durum süper kötü değil, rekabet olduğu sürece büyük bir sorun olmayabilir.

Hala serbest piyasa serbest piyasaaaa diye bir arayış var ise, teorisi ve tarihi gereği bu işin serbest olduğu çok kısa dönemler var. Bunlar da aslında daha düzenleyicilerin ve devletlerin ne olduğunu anlayamadıkları dönemler. Belki teknolojik sıçrayış dönemleri diyebiliriz. Bence bir başta, bir gaz türbin teknolojisi sonrası, sonra biraz da 90'lar diyelim. Bu kadar.

Çünkü en başta fiyat, yani piyasa bilgisi petrol fiyatı gibi oluşmuyor. Burada bir umut var, ne kadar finansal tarafta elektrik ürün ve türevleri oluşursa bunun fiyat oluşumuna bir etkisi olabilir. Petrolde biliyorsunuz, bugünkü fiyatı gelecek fiyatı belirliyor. Neden? Hadi şimdi petrol al, 1 saate teslim etsinler. Zor, en erken 30-45 gün diyelim. Bu da gelecek işlemi bugünün belirleyicisi yapıyor. Elektrikte gün öncesi ile olmaz bu, ama vadeli işlemlerin de o kapasitesi bu yapıda yok.

Kaldı ki piyasa bilgisine dair fiyat oluşumu sentetik. Ben derslerde aynı örneği veriyorum. Pazara gittiniz, tek tek satıcıları dolaşan alıcılar ve farklı işlemler yok. Ne kadar domates alacağınızı kapıya bildiriyorsunuz, satanlar da bildiriyor, Pazar görevlisi çarpıyor, bölüyor, süper kozmik optimizasyonlar, yapay zekalar çalıştırıyor. Tüm bu alım-satım bilgisini, tek bir sayıya indiriyor. Toplu alım-satımlı trendyol gibi belki.

Oysa alıcı ve satıcı birbirini görüyor mu? Hayır. Fiyat gerçek mi? Bence sanal, teoriye göre piyasa fiyatını yansıtıyor. Bunun adı da serbest piyasa diyorsanız, mavi hapi aldınız devam ediyorsunuz demektir.

Serbest piyasa giriş ve çıkış serbest olmalı diyorsanız, işte bugün ABD’de yenilenebilirde rekor kuyruklar var. Ama o yatırımların sadece %30’u yapılacak gibi, bu da politikaları yoldan çıkarıyor. Şimdi bir dolu şart geldi, daha da gelecek. Kapasite elde tutmanın bedeli olacak, teknik durumunuz sorgulanacak vs. Avrupa’da da bu durum oluşacak.

Bazıları “al at kenara kankaaa” derken, bir Avrupa Birliği işletim operatörü 2-3 yıl önce yılda 50 bağlantı görüşüne bugün haftada 100’lerce değerlendirme yapmak zorunda kalıyor. Yaklaşık aynı personelle. Bu iş kaynarak seneye başka noktalara gelir diyenler var. Ve yatırımların %50si de belki gerçekleşmeyecek. Boş trafolar ve %10’u doldurmayan hatlarla maliyetler artarsa, tüketici emisjonsuz olsa da bu işin gözünün yaşına bakmaz.

Bu sebeple enerji dönüşümünü zehirleyecek en önemli sorun “fazla teşvik” sonrası şişen maliyetler olur. ABD’de de tartışılan konu bu. Çünkü ne verilirse verilsin, tüketici onu ödeyecek. Bol verelim, tüketici bol bol öder mi?

Mesela İngiltere’de offshore rüzgar’a 3-5 pastaneci bir araya gelip giremezsiniz. Teknik yeterliliği geçmeniz lazım. Güneş şimdilik serbest görünse de, 2016’da yayınlanan MIT’den Utility of the Future raporu güneş üretiminin belirli bir limitten sonra merit order düşüşü yerine, artan yan hizmet bedellerine yol açacağına dair bir grafik paylaşmıştı[2]. (Figür 3.11) Bilinmeyen beklenmeyen bir durum yok. Bu sebeple bazı ülkeler piyasa reformları için bekliyor.

Son dönemde de bazı raporlarda VALCOE hesapları aslına yaklaşan bir treni de gösteriyor olabilir. Kısaca herşey küçükken sevimli, ergen olunca Gülben Ergen’den çok Nuri Alço’ya dönüşüyor.

Şili ve sonra İngiltere denemesi sonrasında başlayan piyasa macerası evet serbestti. Ama orada da gaz santralleri geldi. Çünkü marjinal fiyat kurgusu gaz santrallerini sevdi, belki hala seviyor.

İyi de nereye gidiyoruz? Elektrik fiyatında eğer yeni bir piyasa modeli gelmezse, zaten herşey daha çok düzenlemeye gidiyor. Kapasite ile başlandı, karbon vergileri, garantili

yenilenebilir fiyatları ile sistemin doğal gidişi iyiden bol düzenlemeli bir piyasa oluyor. Belki opsiyon kontratları ile tekrar az kuru-pilav birşeyler yapılabilir.

Güneş süper serbest diyenler için de, öyle değil. Sistem birçok maliyeti ihmal ediyor. Ortalama bir güneş santrali olan üretici veya üreten tüketici, şebeke hizmetlerine sıradan bir tüketiciden daha çok ihtiyaç duyuyor. Eğer depolama yoksa zaten şebekeye her saniye herkesten çok ihtiyaç duyan, şebeke ile her an oynayan, aslında sevimli yaramazı.

Fakat zamanla daha çok şark kurnazı gibi davrandığı anlaşılacak. Benim şebekeyle işim yok deyip, kulüpten ayrılmıyor. Üstelik herkesin para verdiği kulüp üyeliğine hem para vermem diyor, hem de ne zaman istesem o kulübün herşeyinden faydalanırım diyor. Yani anası kadir gecesinde doğursa böyle bir şans zor.

Birçok kişi ana örneği anlamıyor. İstanbul'da köprüden bir o tarafa bir de bu tarafa geçtik. Nette aslında hiç geçmedik mi, yoksa köprüden 2 defa mı geçtik. Siz düşünün.

Ama büyüyünce neler olacak? Bunlar göze batmaya başlayacak. Başlıyor da, bir dolu yayın görüyorum, şebeke etkilerine dair. Sonunda sistemde daha çok rüzgar ve güneş olacak ama maliyeti de piyasa belirleyemeyecek, maalesef yine düzenlenmiş olacak.

Peki ya elektrik piyasası içsel olarak serbest değilse? İlla mavi hapi almaya gerek yok. Rekabetçi ihaleler, forward CfD kontratlar gibi deneyler dahil herşey mümkün olabilir. Ama ne olursa olsun, bir de petrolcü gözünden bakın duruma.

Petrol piyasasında fiyatı algoritma değil alan-satan belirliyor, yapılan işlemlerle belirleniyor. Hiçbiri uzun dönemli alım garantisi beklemeden rafineri yapıyor, petrol sondajı yapıyor, üretiyor, satıyor, depoluyor. Adam bayi yatırımı yapıyor, müşteri garantisi mi var? Ortada "15 yıllık alım garantili" öngörülebilirlik mi var? Aksine sonuna kadar volatil, oynak. O serbest piyasa ise bu ne piyasası patron?

Gaz türbinleri ile gaza bulanık elektrik piyasası dersi sonrası serbest piyasaya müdahalenin en net örneği yenilenebilirlerdir. Yenilenebilir oranı artacaksa, elektrik piyasasında "serbest piyasa" doktrinini unutabiliriz. Yerine rekabetçi birşeyler arıyor herkes. Ama eğer ABD ve AB'deki kuyruklardaki o yatırımlar gerçekleşmezse sırkla yüksek atlamalı rekabetçi bir tam düzenlenmiş piyasaya döner.

Serbest piyasa ne zaman öldü biliyor musunuz? Bence ülkeler iklim sebebi ile hedefler açıkladığı gün serbest piyasa yaşıyorduyduysa öldü.

Dersler: <https://twitter.com/JesseJenkins/status/1752359644620857559>

[1]

[https://assets.cambridge.org/97811071/00787/excerpt/9781107100787\\_excerpt.pdf](https://assets.cambridge.org/97811071/00787/excerpt/9781107100787_excerpt.pdf)

[2] <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2016/12/Utility-of-the-Future-Full-Report.pdf>

## Enerjinin Matematik Tarafına Cahil Giriş

Hazır nutella'ları, Kibar Feyzo'ları geride bırakmışken, bunu da mı yazacaktım diyeceğim bir diğer noktaya değineyim. Matematik.

Hazır bu kadar elektrikçi ve akademisyene de bu yazılar ulaşıyorken, onların üzerinde fikirlerimi test edeyim. İnsanların bildiği matematiği de unutturmayız inşallah.

Olayın matematik kısmı çok zor değil bence. Ama "uzman" olmanın tezek ettiği bir tarafı var. Başkalarından farklı olduğunuzu belirtmeniz lazım. Kodlarla konuşmanız lazım, bilmem ne denklemi, bilmem ne maddesi. Ne işe yarar, ne anlamı var?

Matematik de böyle, soru sordukça hep bir önceki denklem bir önceki denklem. Bazen kabuller, matruşka gibi ilişkiler. Ne kadar az kişi anlarsa o kadar değerimiz bilinir modunda elitist kompleksiteler. Ortalama dünyada çok az kimse bu denklemlerin ne anlama geldiğini biliyor. Bazen Maxwell denkleminde girer, rezervuar denkleminde çıkarlar. Ben sonunda Ramanujan da değilim, anladığım kadarı ile anlatayım[1].

Calculus'dan başlayalım. Türev, integral. Açıkcası, erken sayısal sistemlerle geometri arasında yakın bir ilişki var. Mesela bir çok denklemi hep geometrik olarak düşünüyorlar. Örneğin  $x^2$  bir karedir.  $9x$  bir dikdörtgendir. Bu ikisini yan yana koyduğunuzda bir diğer dikdörtgen elde edersiniz. Bu dikdörtgenin alanı  $x^2 + 9x$ 'dir. Toplam alanı biliyorsanız  $x$ 'i bulursunuz.

Daha sonra daha doğadaki olayları gözlemleyip, denklemlere dökmeye çalıştıkça, birşeyin değişimi veya zaman içerisindeki serüveni de önemli oluyor. O şeyin, gözleminin zamanla değişimi türev, yaptığı yolculuk da integrali oluyor diye düşünelim. Aslında fantastik bir şey yok.

Türev denilen şeylerde, noktasal değişimi bulmak için "d" ibaresi var. Kısaca zamanın değişimi  $dt$  ise o noktadaki anlık değişim demek. Çok kompleks bakmamıza gerek yok. Yıllık petrol tüketim grafiklerinde, 1 seneden diğer seneye değişimimiz de türev. Neden? Tüketim değil, tüketim değişimi. Petrolde 2023 için  $dTüketim/dt$  2.3 milyon varil/gün. Değişim Tüketim bölü değişim zaman yani  $t$ . Eh zaten 1 yıllık değişime bakıyoruz.

İntegral kısmında ise, elektrik sayacınız aslında bir integral cihazı. Toplaya toplaya geliyor, istenen iki zaman arasındaki de toplamı veriyor. bir tabir. Petrol pompasından, elektrik, doğalgaz ve su sayaçlarının tamamı uzmançası integral alır, insançası toplar.

Böyle fantastik dönüşümler var, Fourier'dir vs. Bunların temelinde çarpım-toplam dediğim bir temel dinamik var. Bir dizi sayıyı bir başka dizi sayı ile çarpıp toplarsanız, buna "dot product" iç çarpım deniyor. Ama bu çarpım-toplam'ın çok temel bir özelliği var. Dönüşümlerden yapay zekaya kadar bir çok alanda geçiyor. O da benzerlikleri katlıyor.

Bu sebeple iç çarpım benzerliği, cross product denilen "çapraz çarpım" da benzemezlikleri ortaya çıkarıyor. Karışık olabilir, ama bu sefer mühendis kardeşlerime özel yazıyorum.

Kısacası çarpımların toplamı, iki dizi arasındaki benzerlikleri daha net gösteriyor. Veya iki dizinin birbirine en çok benzedikleri yeri de gösterir. Dönüşüm ve yapay zekada çok önemli. Aslında tüm yapay zeka ağları bunun üzerinde yükseliyor. Hani şu "nöörüyön" un nöron'ı aslında bu işi yapıyor. Benzerlikler yükselse daha büyük rakamlar üretiyor. Sonunda hangi kısmın daha çok benzediğini belirleyebiliyorsunuz.

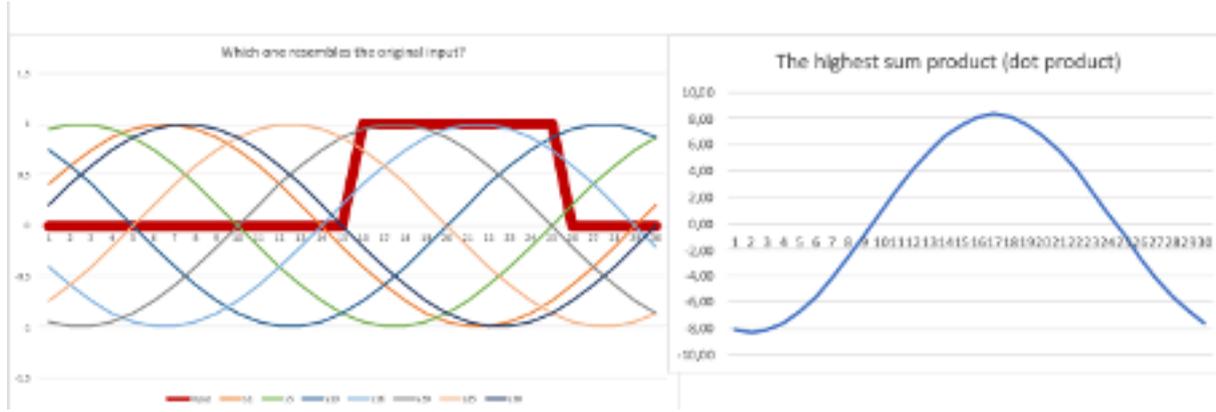
Dönüşümler kısmına gelirsek. İki kısım var. Biri sinüs-kosinüs kısmı. Bu tamamen zamanla tekrar eden hareketler ve özellikle dönen cisimlerin hareketini belirlemede çok etkili. Çünkü sonunda bu iki fonksiyon bir daireyi tanımlıyor. Bir noktadan başlayıp diğer noktadan bitiriyoruz.

Dönüşümleri önce kestirim için kullanıyorlar. Evrende dönen cisimlerin hareketini tanımlamak için kullanılıyor. Bu dönüşümler ile bu hareketlerin "matematiksel", yani abimiz yaldır yaldır dönüyor yerine, bu denkleme göre dönüyor deme şansına erişiyoruz. Hem daha anlaşılır, hem test edilebilir hem de "yaldır yaldır" ne ?

Sinüs-kosinüs kısmı için: Buna ben bisikleti kullananlar için pedalın pozisyonu fonksiyonları diyorum. Pedalı çevirdiğinizde, her hangi bir anda pedalın, merkeze düşey ve yatay uzaklıkları sinüs ve kosinüs, ikizler. Bu iki fonksiyon ile pedalın hareketini tanımlayabiliyorsunuz.

Elektrik sistemlerine geldiğimizde, bugünkü alternatif akım dediğimiz sistem tamamen dönen nesnelere elektrik üretmek üzerine kurgulu. Dolayısıyla kaçınılmaz olarak dairesel bir yapı var. O yüzden frekansı ben saniyedeki pedal sayısı olarak tanımlıyorum. Siz dönen jeneratör diye bilin.

Eğer bir şey tekrar ediyorsa, onu neden bu ikiz fonksiyonlarla belirtmeyelim. Mesela aşağıdaki kırmızı çizgi herhangi bir davranışı belirtsin. Sanki zamanda tekrar eden bir hareket olsun. Bu davranışı bir sürü farklı sinüs-kosinüs'lerle çarpıp toplamlarına bakarsak, o fonksiyona en çok benzeyen sinüslerde çarpım toplamlar en yüksek olur. Misal, soldaki kırmızı yapıya en çok benzeyen sinüsün bulmak istiyorsunuz. Bu sinüsleri kaydıra kaydıra gözlenen davranışla çarpıp topluyorsunuz. Sağdaki grafikte en yakın sinüsün hangisi olduğunu bulabiliyorsunuz. 17-18-19.sinüsler diyelim.



Yani dönüşümler sonunda, integral ve çarpımlar, yani çarpım-toplamlar ile herhangi bir harekete en çok benzeyen sinüs ve kosinüsleri buluyor.

Şimdi yapay zekadaki nörona geri dönersek, o da aynı işlevi yapıyor. Yapay sinir ağlarının iç yapısında adım adım şöyle bir durum var gibi düşünebilirsiniz:

1. Gelen resim veya hareketin, belirli bir kısmını al
2. Bu kısma benzeyebilecek yapılarla çarpım-toplamları al.
3. En yüksek değerlerin oluştuğu yerleri filtrele

Cahil olsa bu kadar özgüvenle yazmaz diyebilirsiniz. Ve bence çok haklısınız. Madde 2'deki "benzeyecek yapılar" kısmı da sonraki optimizasyondan geri elde edilebiliyor.

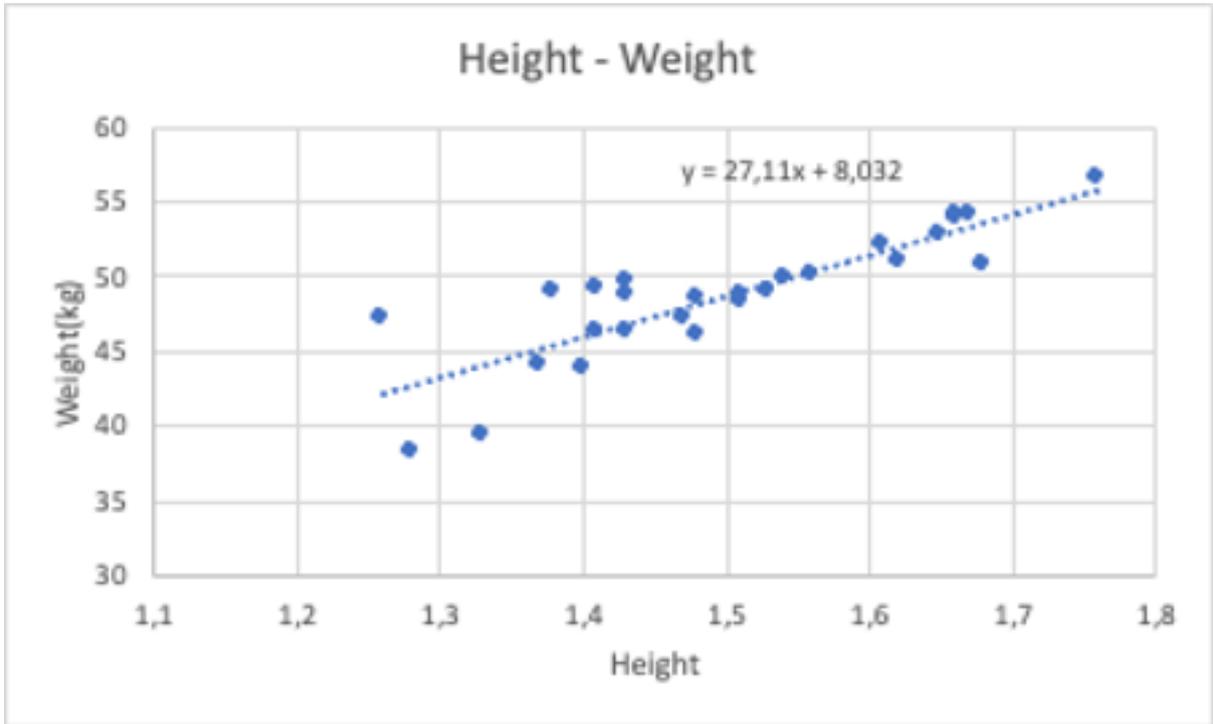
Neden önemli? Yapay zeka ile tahmin yaptım diyen arkadaşına önce veri seti derinliğini sonra kaç nöron kullandığını sorun. Basit olarak, 1 tane rakam tahmin edeceksen, 1 nöron bile fazla. Yıllık veri ile yapay zeka modeli yapan birçok modelin bence yanlış olma sebebi bu. Kaç tane veri noktası var? 30. Modeldeki nöron sayısı kaç 15. Hacı ne yaptın sen? Zaten nöronlara doğrudan sayıyı kusturan %50 doğruluk var, hesaplama yapmadan.

Neyse konuya dönüş. Bu işlerde herşey çarpım toplam, çünkü matematikte benzemeleri bulma yöntemi bu.

Şimdi bir diğer kısma gelelim. Herkesin çok sevdiği lineer regresyon – doğrusal uyumlama. Bilmeyenler için regresyon aslında geriye dönüş gibidir. Hangi geriye? Ortalamaya gibi. Regresyonun ilk adı oradan geliyor. Aslında bir dağılımın ortasından, göbeğinden çizilen çizgi.

Fakat burada da ilginç bir kısım var. Bilgi teorisi kısmına gidiyor ama bence eğlenceli. Bir zaman sıkıştırma kodları yazarken bir kitapta "Data Compression"dı galiba, güzel bir örnek vardı.

Bir sınıfta farzedelim 27 öğrenci var. Bunların hepsinin boy ve ağırlık verilerini alıyorsunuz. Toplamda 54 tane sayınız var. İnsanlarda boy ve ağırlık arasında bir ilişki vardır. Dolayısıyla grafiklediğinizde bir ilişki görürsünüz. Analizin birinci koşulu zaten "mutlaka bir grafik çizdir". Sonra Excel'de bir eğilim çizgisi ekle dediğinizde (trendline) size bir  $y=ax+b$  gibi bir denklem verir. Bir anda 54 sayı dizisini artık 2 tane sayı a ve b, alttaki örnekte 27.11 ve 8.032 olarak belirtebilirsiniz. Kayıplı bir bilgi sıkıştırması yaptınız. Bakın ne kolaymış.



Buradan da bu akşam için son kısma geliyorum. Yapay zeka neden halüsinasyon görüyor. Şimdi bu örnekte 27 çocuğun boy ve ağırlığından sayı dizilerini çizdik, Excel'de eğilimde doğrusal denklemi alınca 2 tane sayı elde ettik, o da denklem şeklinde  $27.11x+8,032$ 'den 27 ve 8 diyelim. Bilgiyi sıkıştırdık, tüm enerjiyi iki sayıya indirdik.

Fakat bu 2 sayı, sınıftaki 27 öğrencinin bilgisinin sıkıştırılmış hali gibi gözükse de, aslında 27 öğrencinin "istatistiksel bilgisi". Yani bilginin istatistiksel gösterimi. Mesela bu istatistiksel gösterimi kullanarak boyu 1.90 olan öğrencinin ağırlığını sorsak, model ağırlığı hesaplayabilir. Öğrenciler biraz sıska farkındayım. Ama gerçekte benim veri setimde öyle bir öğrenci yok. Fakat modele göre sorarsan kilosunu veriyor.

Çünkü son yapay zeka, bilgi değil bilginin istatistiksel gösterimi. O kadar antrenman(training), eğitim, düz koşu 27 öğrencinin boy ve kilo verilerinden iki tane sayı üretiyor. Onun yansıması mı eh işte. Ama o 27 öğrenci mi? Değil. Onların istatistiksel özelliği.

Umarım işin matematik kısmının o kadar korkunç olmadığına dair az da olsa bir umut belirmiştir içinizde. Daha termodinamiği karıştırdıkça karıştıranlara da birşeyler derim ama çok iyi değilim orada, anladığım bana yeter.

Bitirirken bir de  $i$  ve  $j$  (i elektrikte akım, karışmasın diye  $j$  deniyor) denen sanal sayılar var. Neymiş efendim karekök  $-1$ 'miş. Elektrik tarafında bu sanal sayıyı gördüğün her noktada zamansal bir kayma va demektir.

Şimdilik öyle bakın.

---

[1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Srinivasa\\_Ramanujan](https://en.wikipedia.org/wiki/Srinivasa_Ramanujan)

Using an analogy with a tandem bicycle  
may help people visualize and understand  
basic power system phenomena



Many functions in the power system can be illustrated with the mechanical parallel of a tandem bike that is kept running at a constant speed (constant frequency) and in an upright position (voltages at 1 pu). The parallel gives a good visualization of phenomena such as active power balance, frequency control, asynchronous machine slip, reactive power balance, and voltage control.

**Active Power Balance**

On the bike, there are cyclists (generators) who pedal continuously, but different cyclists pedal with different force. Since all sprockets are connected with chains, this implies that they rotate at the same speed. A so-called "bike rpm" (system frequency) related to the speed of the bike is obtained. There are also some people sitting on the bike, and they are just braking (loads) all the time. Some of these people try to stop their pedals (motor loads). It is now important to note that the sprockets connected to these pedals also have

## Elektriği anlatırken asla benim aklımla hareket etmeyin

Şimdi bu elektrik işini çok iyi kıvırmış gibi, "Efenim ben elektriğe her çocuk gibi, 4-5 yaşlarında lamba açıp kapatarak başladım, tüm mahalle bana hayrandı, komşulara gidince de zilleri çaldım, herkes alkışlardı. Yani daha o yıllarda içimde olan bir şeydi elektrik" diye başlasam, bu tasdiknamelik alçak gönüllülüğümü en uygun şekilde güzel tabirlerle takdir edeceksinizdir. Sağolun.

Önce ben anlatımda başarılı mıyım? Bunu ancak anketler ölçüyor. Yüzyüze görüşmelerimizde veya zoom'da öğrencilere, onları "nerede kaybettiğimi" soruyorum. Yani %51 benim için geçer not. Koskoca elektrik temellerini 90-120 dakikada özetlemeye çalışıyorum. Ders sonu anketlere bakıyorum, öğrencinin neyi anlamadığını anlatması önemli. Gözlere bakıp anlaşılıyor başarı.

Ama başarı gerçekte ne? Tüm başarılı insanların ortak bir sırrı var: Neden başarılı olduklarını bilmiyorlar. Anlattıkları şey maceraları. Maceralarını sadece birinci tekil şahısa göre özetliyorlar : "oraya gittim, bunu yaptım, şirket kurdum, ürün çıkardım" veya mahsun kırmızıgül sürümü dediğim "yokluklara göğüs gerdim hep sabrettim kader dedim" veya recep ivedik gibi "tırnaklarımla kazıya kazıya kazıya geldim". Eğer bu noktada iseler zaten hala neden başarılı olduklarını kendileri de bilmiyordur. Hayır sanki tırnaklarıyla Sabiha Gökçen metrosu kazıdı.

Şimdi elektrik anlatmaya niye buradan geldiğimi anlatayım. Çünkü benim beğendiğim akademik çalışmalarda başarılı olabilmek birçok faktöre dayalı ve birçoğumuzun başarısının arkasında temelde 100'lerce insan, dost, düşman, meslektaş, aile var. Yani 100'lerce kişi bize yol göstererek, destek olarak, fikir vererek, bazen bir telefon açarak, bazen kavga çıkararak bizim biz olmamızda önemli yere sahip. Bende tüm bu insanlara müteşekkirim.

Çalışmak şüphesiz önemli ama bazı para kazananlarımız bir kasiyer veya bir çöpçü kadar bile çalışmıyor hatta ortalama bir kasiyer kadar bile beynini kullanmıyor. Çalışmak önemli ama herşeyi açıklamıyor. Fakat çok insanla etkileşime girince, bir diğer faktör öne çıkıyor "şans". Anti-"kış güneşi" dediğim "doğru zaman doğru insan" ihtimali artıyor. Nasıl bir etkileşim kurduğunuz önemli "beni daha iyi yapmaya hizmet edeceksin" mi, yoksa "birlikte ikimiz de daha iyi şeyler yapabiliriz mi?"

Kısa özet şu, eğer bir başarı yakalanabilecekseniz 100'lerce insanın bunda bir dokunuşu var. Başarı sizin bu 100'lerce kişinin dokunuşu üzerinde yükselmenizdir. Ben de tüm ders anlatımımı 100'lerce kişinin anlatımındaki en iyi noktalar üzerine inşa etmeye çalışıyorum.

Elektrikte de daha önce anlattığım gibi, bu teori ekseninde, internetten en iyi örnekleri arıyorum. Saatlerce video izliyorum. "Ne, neden, hangi deneyi yapmış, ne bulmuş vs". Online derslere katılıyorum, küçük görmeden Türkçe anlatanları dinliyorum, notlar alıyorum.

Eğitim kurumları ve bazı kurumlar haricinde sunum yapmıyorum. Mümkünse direniyorum. Çünkü maalesef aynı sunumu yapmıyorum, sunumdan 2-3 saat öncesine kadar defalarca güncelliyorum. Sunumu hazırlamam 5-6 gün sürüyor. Kendime sürekli "bu sefer ne önemli, neden önemli, mantıksal basamaklar neler, bunları açıklayabiliyor musun" diye soruyorum. Benim için orada görünmenin hevesinden daha büyük stres kaynağı. Eğitim kurumlarını ise kamusal bir borç olarak değerlendiriyorum.

Çünkü hayatta en zorlandığım iş elektrikle pek de alakası olmayanlara elektrik anlatmak ve çok haz almadığımı da itiraf edeyim. Siz de deneyin, bilmeyenlere elektrik anlatın. Bir de Einstein'ın görecelik kanununa göre "zoom" da bilgisayarına saatlerce anlattığımı düşünün. Çünkü dışarıdan bakan bir gözlemciye göre ben bilgisayarına anlatıyorum. Kompüterlilik (bilgisayar sevici) de değilim ama işte.

Sınıftakilerin mesleki durumu ne bakıyorum, elektrik bilenleri önden uyarmak gerekiyor. Ama birçoğu "bildiğini zannettiği" şeylerin bir avuç semboller yığını olduğunu hissediyor ve bunların fiziksel anlamını da ilk defa keşfediyorlar. Bilmeyenler için derste hiçbir formül kullanmadan anlatacağımı söylüyorum. Belki bir

tane, elektrik kaybında. Rahatlasınlar. Yıllarca elektrikçiyim diyenlerin anlaşılamayan Harry Potter tıslamaları tarzı ses dizilerine maruz kalmışlar. Tırsarak geliyorlar.

Öğrenmenin doğasında harfler ve sayılar yok bence, öğrenmenin doğasında nöronlarınızı hareket ettiren görme, duyma, işitme, hayal kurma var. Bu sebeple öğretirken bir "pencere" açmanız gerekiyor. Formülü ezberlettirmek değil, neyi gösterdiğini, ne anlama geldiğini anlatmak önemli.

Oppenheimer'a hocası Niels Bohr soruyor[1] ya: "Matematik notalara benzer. Önemli olan müziği okuyabilmen değil, duyabiliyor olman. Müziği duyabiliyor musun Robert?"... Orjinalinde matematik değil de cebir ama güzel örnek. Dinleyene nota kağıdı mı okutacaksınız yoksa müziği mi duyurmaya çalışacaksınız.

Yani ders bitince de hayal aleminde birşeyler kalmalı, bir bakış açısı oluşmalı. Dersin amacı hayat boyunca farklı bakabileceği "perspektifi" verebilmek. Tüm bilimi oluşturan formülleri oluşturan her bir sembolün arkasında bir doğal olay var, o doğal aktivite ne?

Ben son dönemdeki yöntemimi anlatayım. 100'lerce kaynaktan öğrendiklerimi tarihe not düşeyim. Faydalananlar ile elektrik anlatımını daha anlaşılır yapalım, faydalanamayanlar ile de Sarayburnundan el ele denize atlayalım.

Kural 1, önce bir vaka çalışmasından başlat. Ama çarpıcı olması önemli. Ben genelde son yaşanan büyük bir gelişmeyi alıyorum. En son Elon Musk'un yatırımcı sunumundaki araba akülerini 12V'dan 48V'a çıkararak bakır ihtiyacını 4'te 1'e düşürme açıklamasını izleterek başlıyorum. Daha önceki yıllarda bir elektrik krizi, bir elektrik tartışması vs gidiyordum. Ama son 1.5 senedir Elon Musk ile başlıyorum[2].

Elon Musk'un araba pillerini 12V'tan 48V'a çıkarması aynı zamanda Westinghouse'un Edison'a karşı kazanma sebeplerinden de biri. Çünkü aynı gücü taşımak için, voltajı-gerilimi yukarı çıkardıkça akım ve bakır gereksiniminiz düşüyor, maliyet düşüyor.

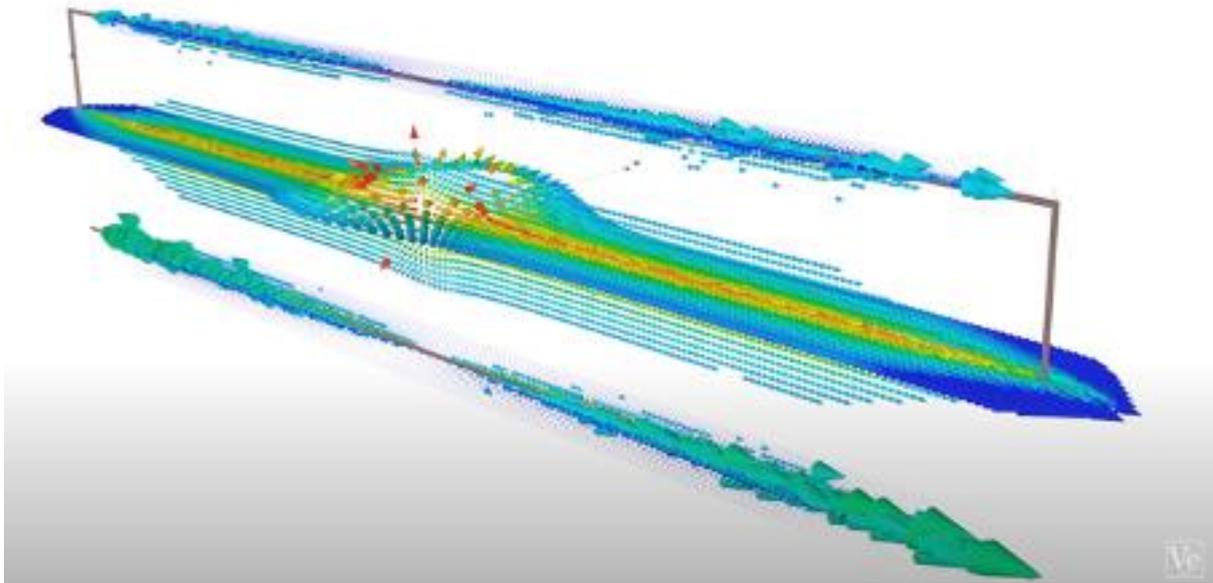
Peki çok basit bir formülü vermeden durumu nasıl anlatabilirim? Bunun için de banka hesabı (enerji), para çekme limiti(güç), banknot değeri(voltaj), banknot sayısı(akım) şeklinde bir örnek ile başlıyorum. Yani 2000 TL çekeceksin, 50 TL verse 40 tane, ama 200TL verse 10 tane. Banknot değeri büyüdükçe, sayısı azalır. Cebinde daha az yer gerekir, daha rahat taşırsın. Soyulma ihtimalin (kayıp) düşer. İşte Elon Musk'da bunu yapıyor 50 TL banknotlardan 200 TL banknotlara geçiyor, artık daha az banknot sayısına ihtiyacı var, daha az yer, daha az bakır demek.

Daha sonra elektrik şebekesini yatak örtüsü gibi 3 boyutlu bir yüzey olarak anlatıyorum. Bu yüzeyin yüksek noktaları üretim, düşük noktaları talep, elektronlar yüksek noktalardan düşük noktalara doğru hareket ediyor diye. Bunu da evde yatak örtüsü, çarşaf ile yapabileceklerini belirtiyorum.

Sınıfta çarşaf gerdiriyorum evet doğru. Çarşafta yükseklikler oluşturmak için birilerini çarşafın altına çağırıyoruz, talep için de çarşafta çöküntü oluşturmak için cep telefonu kullanıyorum. Mümkünse başkasının telefonunu gergin çarşafa atıyorum ve nasıl büküldüğünü, bir talep noktası oluştuğunu anlatıyorum.

Bunu aynı zamanda şebeke üzerinde hem büyük santrallerin hem de yenilenebilirin etkisini göstermek için kullanıyorum. Yenilenebilir için rica ettiğim arkadaşına, çarşafın altında istediği zaman rastgele zamanlarda eğilip kalkmasını söylüyorum. Çarşaftaki yükseltinin rastgele bozulmasının, çarşaf üzerinde çöküntü yapan (talep) ağırlık(genelde cep telefonu) üzerindeki etkisine değiniyorum.

Sonra gerçeği söylüyorum, elektrik ışık gibi davranıyor. Etik olarak örneklerin güzel olduğu ama gerçeği bilmelerinin gerektiğini söyleyerek, Veritasium'un iki videosundaki[3] [4]önemli kısımları gösteriyorum. Bu videolarda, elektrik enerjisinin kablunun içinde değil etrafında aktığı detaylı olarak anlatıyor. Bu sebeple su altı kablosu yapmanın zor olduğunu veya kabloların neden yüksekte durması gerektiğini belirtiyorum. Gerçeği anlatmak bence daha çok kafayı netleştiriyor. Artık yıllarca neden anlayamadıklarını fark ediyorlar. Çünkü bir çok elektrik anlatanlar da bu simülasyonları ilk defa görüyorlar.



Özellikle elektriğin plastik bir tüpün içinde gidip gelen bir zincir gibi anlatıldığı kısım bence çok güzel bir örnek[5]. Çünkü plastik tüpü açık yerlerine tekerlek koyunca(talep), hem zinciri itip çekmek zorlaşıyor, hem de AC(alternatif akım) daha rahat anlatılıyor[6].



Araya eğlenceli şeyler de atmak gerekiyor. Mesela akım mı öldürür, gerilim/voltaj mı'da ElectroBoom'un bence bayağı komik ve uyandırıcı videosu fena değil. Yani adam kendine elektrik veriyor daha ne olsun. Millet elektrik anlatmak için neler yapıyor, biz de hala tahtaya formül[7]. Sanki annen seni o formülle doğurmuş.

İletim hatları vs konusuna USB kabloları üzerinden giriyorum. USB kabloları neden uzun değil, olamıyor? Çünkü her metrede voltaj düşüyor. Bunu göstermek için de farklı uzunlukla USB kablolarını test eden bir video izletiyorum[8].

Bu arada referansta da göreceğiniz gibi videoları baştan sona izletmiyorum. Çünkü bir sürü saçma kısım var. O sebeple referanslar da "zamanlı"dır. Baştan başlamaz.

Elektrik anlatırken birkaç konu var. Fiziksel tanımları, voltaj, akım vs, yükseklik, akış gibi anlatabilirsiniz. Mesela ben bu ilişkiyi taşlı bir dere yatağı örneği ile anlatıyorum. Dere yatağındaki taş miktarı bizim direncimiz olsun, suyun yüksekliği gerilim, akışı da akım. İngilizcede zaten dere akışı ile akım ikisi de "current" a çıkıyor. İrmak yatağı ne kadar taşlı olursa, suyu geçirmek için su seviyesini o kadar çok yükseltmeniz gerekiyor.

Su örneğini tabii ki veriyoruz, su sistemi ile elektrik sistemi birbirine benzeyebilir. Fakat örneklerin tipinde bu noktada bir değişim oluyor. Elektrik sistemi ve şebekesini anlatmaya başladıkça artık bir harekete geçiyoruz. Bu sebeple de bisiklet örneklerine geçiyorum.

Aktif ve reaktif enerjiyi anlatırken, bisiklet üzerindeki bir bisikletçinin hareket etmesi için iki eksen de enerji harcadığına dikkat çekiyorum. Pedala basarak ileri gidiyor (aktif), ama aynı zamanda didonu ve bedenini küçük dokunuşlarla hareket ettirerek de bisikleti dengede tutuyor(reaktif).

Gerçekte reaktifin ne olduğunu anlatmaya gelince, elektrik enerjisinin sistemde başka enerji formlarında çok kısa süre ile depolanıp geri verilmesine benzetilebileceğine değiniyorum. Bu da bir zaman kayması yapıyor. Bunun için TV veya laptop'da fişe bağladıklarında hemen şarj olmadığını ama fişten çıkardığımızda da hemen kapanmadığını göstermeye çalışıyorum.

Ardından AC-alternatif akım ve DC-doğru akım arasında birkaç analogi var. AC gel git, plastik tüpün içinde ileri geri giden zincir gibi örnekleri veriyorum. DC'de ise bir yöne doğru akan su ve tek yöne hareket eden zincir ile farkı anlatmaya çalışıyorum.

Sonra AC'deki frekans işine gelince, bisikletten devam ediyorum. Bisiklet pedalının hareketinin aslında bu sinüs denen şey olduğunu, sistemimizde bisikletin devrilmemesi için saniyede 50 defa pedal çevrildiğini anlatıyorum. Neden 50? Böyle bir standart koymuşuz, 51-52 de olabilir. Fakat kısaca lamba kırpışması yapmayacak ve kayıpları arttırmayacak en iyi tam sayı gibi düşünebilirsiniz. Pedalın zaman içerisindeki hareketin bu meşhur sinüs olduğunu da gösteriyorum.

AC'deki en önemli parçanın transformatör olduğuna dair birkaç videom var. Ama transformatör nasıl çalışıyor videosu yeterli[9]. Bir sistemi yönetebilmenin en önemli ilkesi onun bileşenlerini kontrol edebilmek ve izleyebilmektedir. AC'de transformatörün "para bozma makineleri" gibi banknot rakamlarını ve miktarlarını toplam para aynı kalacak şekilde değiştirdiğini anlatıyorum.

şimdi elektrik sistemine geldiğimizde, IEEE'de yayınlanan bir makaleye göre anlatıyorum[10]. Aslında [scholar.google.com](https://scholar.google.com)'da "teaching magnetic" vs de yazsanız bir sr pedagojik makale geliyor. Bizim rneğimiz çok pedallı bir bisiklet. 13-14 bisikleti eş zamanlı pedal çeviriyor.

Using an analogy with a tandem bicycle  
may help people visualize and understand  
basic power system phenomena



Many functions in the power system can be illustrated with the mechanical parallel of a tandem bike that is kept running at a constant speed (constant frequency) and in an upright position (voltages at 1 pu). The parallel gives a good visualization of phenomena such as active power balance, frequency control, asynchronous machine slip, reactive power balance, and voltage control.

**Active Power Balance**

On the bike, there are cyclists (generators) who pedal continuously, but different cyclists pedal with different force. Since all sprockets are connected with chains, this implies that they rotate at the same speed. A so-called "bike rpm" (system frequency) related to the speed of the bike is obtained. There are also some people sitting on the bike, and they are just braking (loads) all the time. Some of these people try to stop their pedals (motor loads). It is now important to note that the sprockets connected to these pedals also have

Başlıyorum anlatmaya. Sistem işletmecisi birgün öncesinde yol güzergahını belirliyor(yük eğrisi). "Geceyarısı başlıyoruz arkadaşlar yokuş aşağı iniyoruz, gün doğumu ile birlikte ilk tepe, sonra biraz düzlük sonra öğleden sonra güneş tamamen batana kadar yokuş çıkacağız" diye gün öncesi brifingini alan bisikletçilerin bindiği bisikletin bir özelliği var. Hepsinin pedal pozisyonu aynı, hepsi saniyede kaç pedal ile bisikletin çevrildiğini görüyor ve bisiklet saniyede 50 pedalin altı veya üstü olursa devriliyor. Böyle tasarlamışlar.

Orada sistemin nasıl çalıştığını, öndeki "ağır abilerin" baz yük, arkadan gelen sıska ama mutlu, canı istedikçe pedal çevirenlerin "yenilenebilir" olduğuna değiniyorum. Sonrasında ise öndeki ağır abilerden tam güçle çalışmamalarını istediğimizi, çünkü arkada birinin kalp krizi geçirebileceği ya da bisikletten düşmesi durumunda onların yerine hızlıca pedallara asılmaları gerekeceğini istediğimizi belirtiyorum.

Primer, sekonder ve tersiyer frekans kontrolü kolay, grafiği veriyorum. Primer frekans, hareketi(pedal sayısındaki sapmayı) veya olan olay oluşumunu durduran, sekonder eski seviyeye getirmeye çalışan, tersiyer de bunların yerini dolduran diyorum. Nasıl olsa yarın şebekeyi ellerine vermeyecekseniz bu analogi 1.5 saatlik dersler için yeterli.

Deneylerden bir tanesinde, Aliexpress'ten[11] de kolayca bulunabilecek bir el jeneratörü ile onlara arz-talep dengelenmesini gösteriyorum. Bir el jeneratörünün uçları açıkta iken çok hızlı çevirebiliyorsunuz, ama uçlarını birbirine birleştirdiğinizde sanki jeneratör sistemine kettle/su ısıtıcısı bağlamış gibi oluyorsunuz. Bu da el jeneratörünü çeviren kişinin bir anda bir dirençle karşılaşarak, kolu döndürmenin

zorlaşması anlamına geliyor. Kısaca kolu çeviren kişi, bir büyü gibi, talebin devreye girdiği anı hissediyor, çünkü kolu döndürmek zorlaşıyor. Alınan enerji verilen enerjiye eşit olmak zorunda.

Bunu gerçekten bir sihirbaz şakası zanneden gençler zorlamaktan jeneratörlerimden birini kırdılar, diğerinin de kolunu kırdılar. Aynısının yenisini bulamayınca japon-silikon şimdi daha sağlam.

El jeneratörü örneğinin videosunu da MIT'den meşhur Walter Levin'in dersinden izliyorum[12]. Öğrencisi ile şakalaşıyor, tabii çocuk 120 watt'ı çeviremiyor vs. Biraz üzerinde konuşuyoruz.

Atalet veya inertia anlatırken de, yüzyüze ise Kinder Supriz Yumurta'nın sarı plastiğini kullanıyorum. Hacı yatmaz örneği. İki tane var. Birinde bozuk para büyüklüğünde bir plastik diğerinde de bozuk para. Bozuk para(metal jeneratörler) olan daima dengeye gelmeye çalışıyor ama plastik olan(elektronik sistemler) hemen devriliyor. Sanırım bu örneğın patenti de bana ait. Tabii ki şimdi daha iyi dengeleme yapan elektronik sistemler var.

Ödev olarak oyunlar veriyorum. Bunlardan bence en iyisi "Balancing the Grid" oyunu. Gençlerin önünde oradaki birinin ismini vererek canlı olarak oynayıp tüm hataları yapıyorum[13]. Çünkü benim hata yaptığımı görünce denemekten çekinmeyeceklerdir. Onlara daha iyisini yapabileceklerine inandırmama gerek kalmıyor, zaten keriz gibi skor çekiyorum.



Kıscası anlattığım herşey bir çok kişinin yıllara dayanan tecrübesine dayanıyor. Ben benden daha akıllı ve benden daha tecrübeli olan insanların aklını ve tecrübesini tercih ediyorum. Başarının kuralı "ben" değilim, "benim" anlattığım da değil. Başarı aslında 100'lerce insanın dokunuşunun bizden yansıyan hali, eğer başarıysa.

Bu sebeple başkalarının anlatımına çok saygı duyuyor ve öğrenci gibi dinliyorum, zamanlama vs ayarlaması ile kendi anlatımına alıyorum. Artık ben de sizlere anlattım, sizler de daha iyisini yapın.

Tüm bunların basit bir sebebi var. Bir okulda hoca "her sene öğrenciler gittikçe aptallaşiyor" demişti, hiç katılmıyordum. Her sene aynı şeyi anlatınca, yıllar geçtikçe öğrencilerin değiştiğini unutup hala anlamıyorlar moduna giriyordu bence hoca. Benim hocam değildi Allah'tan. Ama işin özü aptallaşan kendisiydi, nokta virgöl değiştirmeden aynı şeyi sunmak değişen zamanları yok saymakla aynı.

Son kısımda da şahsi korkumu anlatayım. Konferanslara gittiğimde genelde gençleri dinlemeye çalışıyorum. Çünkü onlar -firma sunumu değilse- bir şey anlatmaya çalışıyorlar, bir şey göstermeye çalışıyorlar. Ama yaşlandıkça konuşanlar hiçbir şey anlatmıyor, genel geçer, yuvarlak laflar. Bu ya "kurumsal sınırlardan" oluyor, ya da artık ceket atsam alkışlarlar kafasından. Benim önerim her 7-8 dakikada için gerçek, başınıza gelmiş bir vaka çalışması anlatın. Sizin tecrübeniz değerli. Gençler Allah'ınızı seviyorsanız en önemli slaytınızı başa koyun. 10 dakika girizgahdan o en önemli slayt "süre bitiminde" 2 saniye görünüyormuş gibi gidiyor.

Steve Jobs olduğunu zanneden tipler var, adamın ne kadar aynı sunum için tekrar tekrar deneme yaptığını bilerseniz, bence cehaletinizi takdir edersiniz. Sunumdan önce kaç defa tekrar yapıyorsunuz, 10'dan aşağı ise sittiv cobus belki laleli'de olursunuz.

Eğer üniversite hocası ise, ben çok öneriyorum kimse kabul etmiyor, önden 30 dakika konuşturup öyle sahneye çıkarın. O girizgah bitmiyor, bir de veri gösterecem diye tüm sektörün cenaze namazını kılıp, 10.yıl mevlüdüne gittiği verileri gösteriyorlar. Ya Google da arasan yenisi var hoca, aramadan sonra "after:2022" yazacaksın bu kadar. İnanın ben Türkiye'deki kadar, başka gelişmiş ülke bilimsel raporlarında, arapların meşhur şarkıcısı Feyruz gibi 45 dakikada 30 dakika girizgah tarzı bir "klasik arap müziği" etkisi görmedim.

Zaten bazı ülkelerde hocalara itiraz edilemiyor. O ülkelerde insanların yarısı cami hocasına diğer yarısı da üniversite hocasına itiraz edemiyor. Hayır kendi gözlemledikleri gerçeği anlatıyorlar, yılda 2.5 milyon bilimsel makale yayınlanıyor. Kimse gerçek üzerinde tekele sahip değil ki gerçek içeriğe göre değişiyor. Ben doğrudan "[scholar.google.com](https://scholar.google.com)" a yazarım. Çünkü tüm "anlatıların" kabul edilebilir olduğu şartlar var. Anlatı kadar hangi şartlarda olduğu da önemli.

Bu sebeple bu örnekleri nasıl bir anlatı ve nasıl bir ortamda anlattığınız da önemli. Ben yıllarca danışmanlık yaptım, bana danışan herkese kapıdan çıkarken son bir nasihat verdim: "Asla bir danışmanın aklıyla hareket etme, çünkü risk altında olan benim postum değil, senin postun".

Elektrik anlatımı da farklı değil, ders başladığı andan itibaren bu yazının bir anlamı yok. Artık 100'lerce dokunuşun o ana taşıdığı kişi sizsiniz.

---

[1] <https://movies.stackexchange.com/questions/120689/what-did-bohr-mean-when-he-asked-oppenheimer-can-you-hear-the-music>

[2] <https://youtu.be/N-ZBfKXfr0?t=624>

[3] <https://www.youtube.com/watch?v=bHlhgxav9LY&t=78s>

[4] [https://www.youtube.com/watch?v=ol\\_X2cMHNe0&t=1021s](https://www.youtube.com/watch?v=ol_X2cMHNe0&t=1021s)

[5] <https://youtu.be/bHlhgxav9LY?t=78>

[6] <https://youtu.be/bHlhgxav9LY?t=78>

[7] <https://www.youtube.com/watch?v=XDf2nhfxVzg>

[8] <https://www.youtube.com/watch?v=6skCbCFIdoU>

[9] <https://www.youtube.com/watch?v=UchitHGF4n8>

[10]

[https://www.researchgate.net/publication/3213591\\_Explaining\\_Power\\_System\\_Operation\\_to\\_Nonengineers](https://www.researchgate.net/publication/3213591_Explaining_Power_System_Operation_to_Nonengineers)

[11] <https://www.aliexpress.us/item/3256805684520321.html>

[12]

[https://www.youtube.com/watch?v=MzAPu\\_p2wI4&list=PLyQSN7X0ro2314mKyUiOILaOC2hk6Pc3j&t=1488s](https://www.youtube.com/watch?v=MzAPu_p2wI4&list=PLyQSN7X0ro2314mKyUiOILaOC2hk6Pc3j&t=1488s)

[13] <https://www.nationalgrideso.com/what-we-do/balancing-grid-interactive-game>

## Enerji anlatırken hayattan örnekler

İnsanlara powerpointlerde bir dolu resim, grafik gösterdik, ne öğrendiler? Benim gibi kalın kafalysanız, 45 dakikada 1, en fazla 2 yeni şey öğrenirsiniz. Bu sebeple karşıdaki insanları da Matrix'deki Neo gibi iki yükleme ile "kung fu biliyorum" moduna getirdiğini düşünmek çok moral verici.

Öğrenilen herşeyin kas hafızasına çevrilmesi gerekiyor. Bakarak olmuyor, bir hesap, bir soru ile olayı derinleştirmek gerekiyor. Bu sefer de aslında yazı planımda yokken verdiğim gerçek hayattan örnekleri de paylaşayım dedim.

Kafada bir şey canlandırabiliyor muyum? Bence evet ama benim kafamdaki mi yıllardır şüphem var. Zoom'dan sonra o şüphe de kalmadı zaten. Yine de nutella kömür örneği uluslararası ders anlatımlarında da kesin tutuyor.

Nutella ile kömür aynı kalorifik(5500kcal/kg) değerinde olduğunu söylemek iyi bir başlangıç. Veya dizel ile bir sıvı yağın benzer olduğu gibi. Ama sakın arabanızda kullanmayın. Çok farklılar. Böyle bir çalışma da var SVO diye, dizel olarak doğrudan bitkisel yağların kullanımına dair[1]. Eh benzine gelirsek de yüksek alkollü içecekler ile benzinli araba çalıştıranların videoları da var. Ama ona da sakın ha. Eh elektrik de işiğe benziyor.

Eğitilenlerden McGyver, veya İsviçre çakısı gibi Bear Grylls yapmayacaksanız da basit öneriler, deneyler verilebilir. Mesela karanlıkta kaldınız, mum da yok. Ama sıvı yağ var. Yağların bir özelliği olarak yağın kendisinden çok buharı yanıcıdır, biraz dizel gibi. Peçeteden bir çiçek yapar, kaseinin içindeki yağa(ama az koyun) ters daldırırsanız, sapı olacak peçete kısmı kuru kalır. İşte kuru kısmını yaktığınızda, o yağ tabakasına yaklaştıkça yağ buharlaşır ve ateşi besler. Evde mum yaptınız ama isine dikkat. Ormana yağlı ton balığı konservesi ile gidin bence.

Veya elektrikte çok yaptığım bir örnek var. Bir bardak kaynamış su kaç mal olur hesabı? İnsanlara kettle'larının gücüne bakmalarını sonra 1 litre su koymalarını ve kaynatmalarını söylüyorum. Ben de yapıyorum. Kaç dakika da kaydığını not etmeleri sonra buna göre harcadıkları elektriği hesaplamaları çok da zor değil.

Mesela bendeki kettle 1800 Watt. 4 dakikada 1 litre suyu kaynatıyor. Bu kettle 1 saat çalışsaydı, 1800Watt-saat elektrik tüketecekti. Elektrikçiler nedense "saat" üzerinden bu işleri yapmayı seviyorlar. 4 dakika bir saatin 15'te 1'idir. 1800Watt-saat'i 15'e bölünce 120 Watt-saat buluyoruz. Elektriğin kWh'i yani 1000Watt-saat'i 2.2 TL ise, 120 Watt-saat

$2.2 \text{ TL} * 120 \text{ Watt-saat} / 1000 \text{ Watt-saat} = 26 \text{ kuruş.}$

Tabii ki bu 1 litreydi, bir bardak için de 3'e bölünce bir rakam bulunur.

Yine 1m<sup>3</sup> gaz 10 kWh enerji içeriyor. İşte burada beyinleri yakmamaya dikkat. kWh, MJ, kcal'i hepsi enerji birimi. O yüzden doğalgaz da aslında MWh veya kWh olarak fiyatlanır, doğru olanı enerji olarak fiyatlanmasıdır. Mesela 1 m<sup>3</sup> doğalgaz 5 TL olsun.

- 1 m<sup>3</sup> doğalgaz = 10 kWh = 5 TL
- 1 kWh elektrik = 2.2 TL
- 1 litre benzin = 9 kWh = 42 TL
- 1 litre dizel = 10 kWh = 45 TL

Şimdi bu yakıtlara bakınca, hepsini 1 kWh'e indirgersek

- Doğalgaz, 1 kWh = 0.5 TL
- Elektrik, 1kWh = 2.2 TL
- Benzin, 1 kWh = 4.6 TL
- Dizel, 1 kWh = 4.5 TL

İlginç bir ilişki olarak dizel litrede daha pahalı olmasına rağmen birim enerji olarak benzine göre hala daha ucuz görünmektedir. Doğalgazın da ne kadar ucuz olduğu görülebilir.

Fakat eğer gerçekten enerji dönüşümü istiyorsak, fosil yakıtların, doğalgaz dahil elektrikle arasındaki farkın daha az olması lazım.

Türkiye'de ortalama bir ev yılda 800-1000 m<sup>3</sup> gaz tüketir. Bunun çoğu pek de mübarek olmayan 3 aylarda olur: Aralık-Ocak-Şubat. Faturanın %80'i herhalde bu aylarda gelir. Ama gazı doğrudan yakmadığımızdan kombilerde elektrik tüketiyor. Ne kadar gaz kullanırsak, kombi motorundan dolayı o kadar da elektrik tüketimimiz artıyor.

Ortalama bir dizel araç 4-7 litre, benzinli araç 6-10 litre, hibrit araçta 4-5 litre civarında, insan gibi kullanılırsa, yakıt tüketir. Arabayı seri kullanmanızla sakin kullanmanız arasındaki yakıt tüketimi değişmekle birlikte %30 civarındadır denir.

Bir seferinde de öğrencilerden biri "büyüklüklerin gözünde canlanmadığın"dan şikayet etmişti. Elektrikte bu iş biraz daha kolay.

- Cep telefonu şarjı 15-25 Watt, çok hızlı ise 60 Watt'a çıkar. Bir saat şarj ederse 60Wh olur ama tam doğrusal değil
- Laptop 30-40 Watt
- Televizyon 80-200 Watt
- Buzdolabı da 300-800 Watt
- Kettle, Fırın vs 1800 Watt (Isıtma var ise 1000 watt'tan aşağısını düşünmeyin)
- Mikrodalgalar 700 Watt

Ortalama ev tüketimini günlük 6-8 kWh gibi değerlendirirsek, ayda 180-240 kWh elektrik tüketimi öngörebiliriz. Daha yukarı gittiğimizde de ise "nutella eşdeğeri" gibi "Keban eşdeğerine" geçebilmek fayda sağlıyor. Büyük üretimlerse kaç Keban'a eşdeğer olduğuna bakıyoruz. Veya santralin yıllık üretimini 2000-2500 kWh'e bölerek de kaç hanenin yıllık üretimine denk geldiğini bulabiliriz. Bir ev ayda 180-240 kWh ise 12 ayda işte bu civarda.

Mesela güncel bir örnek olan Apple'in yeni Vision Pro'su ile başlayalım.

Bu cihazların içini açanlara göre Vision Pro'da 3 tane iphone 15 Pro pili kadar kapasite varmış. Tabii tüm spesifikasyona bakmak lazım. Ortalama yeni cep telefonu pilleri 15 Wh gibi yani, 1 litre benzindeki enerjinin tamamı elektrik olsa 600 defa şarj edersiniz, neredeyse iki sene. 1 litre benzindeki enerjinin %25'ini elektriğe çevirseniz de 125 defa şarj etmek mümkün.

Ama Vision Pro'da bir başka pil oyunu daha var ki, bunu Toyota hibrit araçlarda da görüyoruz. 3 pil kapasitesi 45 Wh olmasına rağmen, pil 36 Wh olarak biliniyor. Ortalama 3 saat kullanım sağlıyor. Yani Vision Pro saatte 12 Wh enerji tüketiyor. Fakat pili tam doldurup boşaltmak pili daha çok yaşlandırdığından, kapasite düşüşüne sebep olduğundan pilin gerçek kapasitesinin %80'ini beyan ediyor ve bu sınırdaki kullanıyor.

Toyota hibrid araçlarda da 1.31 kWh'lik pil var. Ortalama elektrikli araba 20 kWh ile 100 km gider. Bu durumda bu araçların 5-6 km elektrikli gidebilmesi lazım. Fakat Toyota pillerin ömrünü uzun tutmak için arabanın şarjını tahminen %40-60 arasında tutmayı tercih ediyor. Yani 1-2 km saf elektrikli gidiyor. Böylelikle neredeyse 10 yıl sonunda bile pil kapasitesinde önemli düşüş görülmebiliyor.

Genelde bu işlerin gerçek hayat yansımalarına biraz değindikten sonra, canlı olarak kWh başına elektrik üretim maliyeti hesabı yapmak da faydalı oluyor. Birçok kişi bu hesabı canlı yapmadan uzay hesabı zannediyor. Önce kalorifik değeri google'da

“1000 kCal in kWh” yazarak kWh’e çevirip, sonra verimlilik %30 ise 30/100 ile çarpıyoruz. Aslında hiçbiri atla deve değil.

Ürün	Isı		elektrik dönüşüm verimliliği	Elektrik
	kcal	kWh		kWh
Genel	1000	1,16	30%	0,348
1 kg Kömür	5500	6,38	35%	2,233
1 kg Linyit	4000	4,64	32%	1,4848
1 litre Benzin		8,9	30%	2,67
1 Litre Dizel		10	30%	3
1 m3 Doğalgaz		10	52%	5,2

Sonra internetten bakabilir ya da doğrudan rakamları vererek 1 kWh elektrik maliyetlerini hesaplayabilirsiniz. Ben linyit olarak küresel tanıma uygun kalorifik değeri aldım. Türkiye’deki linyitler bunun yarısı civarında olabilir.

Bunun haricinde yapılabilecek birçok hesap var, örneğin bir kuraklık döneminde Türkiye’de elektrik üretiminde 15-20 TWh (milyar kWh) hidroelektrik üretim kaybı olabiliyor. Bunu sadece doğalgaz ile karşılamak isterseniz, her 5 kWh 1 m3 doğalgaz ise (tablodan), 3-4 milyar m3 ek doğalgaz talebine ihtiyacınız oluyor. Bu da 2-3 milyar \$ civarına denk gelebilir, yılına bağlı olarak.

Peki kapasite faktörünü nasıl anlatacaksınız? Burada en yoğun verdiğim örnek kendi aracınız ve taksiler. İnsanlara, kendi araçlarının kapasite faktörlerini hesaplatıyorum. Arabanı günde kaç saat kullanıyorsun? 3 saat. 3 saat/24 saat = %12.5 kapasite faktörü ile yenilenebilirin de altında bir kullanımımız var. Peki ortalama bir taksi günde kaç saat çalışır? 20 saat. 20/24=%83 kapasite faktörü ile neredeyse nükleer santral ve bazen gaz-kömür gibi çalışıyor.

Aynı şekilde bir diğer hesap olarak, her sene talebiniz %2-3 artıyor olsa, ortalama 9-10 TWh yıldan yıla ek elektrik üretimine ihtiyacınız var demektir. Tamamı yeni yatırım ise, kapasite faktörlerine göre 5500 MW güneş veya 1400 MW doğalgaz yatırımına ihtiyacınız olabilir. Bunun temel sebebi güneşin sanki yılda 1800 saat full kapasite gibi çalışırken, doğalgazın 7000+ saat full kapasite gibi çalışabilmesidir.

İşte burada yenilenebilir 1 yıllık kullanımı peşin verdiğiniz abonelik gibi, fosil kaynaklar ise kontürlü abonelik gibi çalışıyor. Çünkü güneşte gelecek 20 yıllık tüm yakıt bedelini (0) tek seferde veriyorsunuz. Doğalgazda ise daha düşük kurulum maliyetine karşı kullandıkça ödüyorsunuz. Bu güneş veya doğalgaz iyi kötü anlamını taşımıyor, sermaye ihtiyacının altını çiziyor. 5500 MW’lık ucuz yatırım mı, 1400 MW’lık az daha pahalı yatırım mı? Kalanı sonra.

Gelişmekte olan ülkelerde sermaye sorunları ve pahalılığı olduğu sürece bu ikilem yaşanmaya devam edecek. Ama güneşin yazın 3 üretirken, kışın 1 veya 1.3 üretmesi kapasite problemi oraya girmiyorum. Ama Polonya'da bu oran 9'a 1(yaz:kış). Grafiği zaten internette de var.

Örneklerin tamamını veremedim, ama mesela bir kurabiye ile TNT gram olarak aynı enerjiye sahipler. Fakat enerjiyi açığa çıkarma hızları farklı. Bu örnek de fena değildi.

Ders bitince arkadaşlar ormana dalacak komanda birliği gibi olmuyorlar tabii ki. Ama en azından öğrendikleri herşeyin gerçek hayattaki karşılığını da görmüş oluyorlar. Veya ben öyle sanıyorum.

---

[1]

[https://afdc.energy.gov/files/u/publication/straight\\_vegetable\\_oil\\_as\\_diesel\\_fuel.pdf](https://afdc.energy.gov/files/u/publication/straight_vegetable_oil_as_diesel_fuel.pdf)

## Petrol fiyatını anlayan professör olur anladın mı

“Petrol fiyatını petrol mühendisine, elektrik fiyatını elektrik mühendisine sormayasuz”. Gazlı içecek reklamları gibi arkadan ney sesi verilen her nesnenin mübarekleştığının zannedilebileceği zamanlarda, modern tabirlerin sonuna biraz Osmanlıca kokan fiil ekleyince, kafanız da ne uyanıyor? “Yüksek fiyatlarda hedge etmeyesuz” veya “Dengesizliğe kalmayasuz” diyen bir Yüksek Gerilimli Mehmet Paşa değildir umarım.

Çünkü bir kelime ile içerik değişiyor. Sonuna fiyat, piyasa ekliyorsanız artık onun mühendislikle ilişkisi detaylardır. Dolayısıyla daha iyi bir elektrik-petrol fiyat-piyasa uzmanı olmak için petrol mühendislerine veya elektrik mühendislerine ihtiyacınız yok. Ben yine de petrol mühendisi olmayı petrol piyasası uzmanı olmaya tercih ederdim. Uzaktan ama çok uzaktan çok maceralı bir mesleğe benziyor. Neydi o şarkı? Birşeyi uzaktan sevmek aşkların en güzeliydi.

Bilginin değişen doğasında kelimeler bu kadar önemli. Malum Ramazan’a yaklaşırken araya birkaç mevsimsel esinti de ekleyelim dedim. Enerji kitaplarında, kömür için incil’deki “Cehennem taşları”(bizde yakıtı taşlar olan), petrole Hz Nuh’un gemisinin sivanması kapsamında birçok örnek bulabilirsiniz. Benim de bazı örneklerim var, derine girmiyorum ama İncil ve Kur’anda da geçen Hz Adem’in yaratılıştan sonraki ilk imtihanı olan “isimlendirme” ve sonrası bence çok ilginçtir. Teolojik açıdan insanı üstün yapan şey irade, zeka, akıl değil nesnelere isimlendirebilmesi midir?

Tüm buradan bilginin önemli bir kısmının isimlendirebilme olduğu, aslında etrafımızda uzman dediğimiz birçok kimsenin bizlerin de şahit olduğu bazı olayları isimlendirebilme yeteneği midir? Kısaca birşeyleri isimlendirebilmek, tanımlayabilmek çok önemlidir. Bu tanımlamaları yapabilmek için de altında yatan etkenleri ve tarihsel macerasını da bilmek faydalı olabilir.

Günümüzde yer gök bilgi, ne ararsan var. GPT’ler vs daha yeni başlıyor. Ama ana sorunlardan biri daha çok bilgi bizleri daha iyi insan yapıyor mu? Veya Emrah Safa Gürkan’ın not ettiği gibi, “bilgiyi edinmek için mi, keşfetmek için mi” istiyoruz. Bilgiyi öğrenip milleti mi ezikliyoruz, yoksa öğrendiğimiz ile yeni sorular sorup kapılar mı açıyoruz.

Diğer taraftan Wall Street Journal’daki bir makalede, bugün ortalama bir çocuğun veya gencin bir pizza’nın nasıl yapıldığı, neleri içerdiği, nasıl piştiği konusunda daha fazla bilgiye erişimi olmasına, hatta sorunca bir çırpıda söylemesine rağmen, bunun onu bir pizzacı yapmadığını, çünkü iyi pizzacı olabilmek için “pizza yapma”nın da şart olduğunu tartışıyordu. İyi pizza yapmak için de çok fazla iyi olmayan pizza yapmak kaçınılmaz.

Tüm zamanların en çok satan albümlerinden biri olan Thriller için, 900 şarkı arasından bu albümün parçalarının seçildiğini düşününce, ne kadar çok bilgili olmalarına, sanatçı geni (varsa) taşımalarına rağmen nasıl sıradan insanların hayallerinin ötesinde uğraştıklarını da takdir ediyorsunuz. Formülü olsa 900 şarkı ile neden uğraşsın.

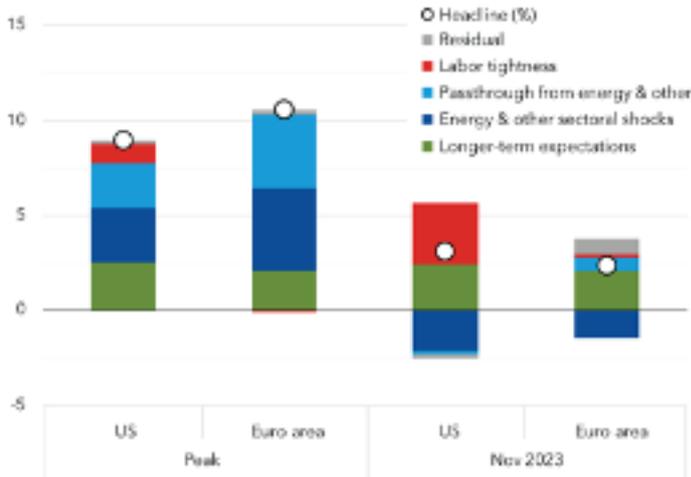
Dönelim petrol fiyatlarına. Petrol fiyatları çok önemli. Gerek likiditesi, gerek yapısı, karmaşıklığı ve zamansal dağılımı sebebiyle incelemeye değer. Çok oynayan, hareketli parçası olduğundan çok öğretici oluyor. Ayrıca bilgi tarafından bakarsak, günlük olaylar ile sürekli güncellenen bir bilgi ve aradaki ilişkilerin etkisi bizleri şaşırtabiliyor.

Bir diğer önemli nokta da enerji fiyatlarının genel ekonomi içinde çok daha fazla bir etkisinin olması. IMF'nin analizinde enerji fiyatlarının enflasyon üzerindeki etkisi artış dönemlerinde inanılmaz(lacivert+açık mavi)[1].

### Inflationary forces

Energy and other sectoral shocks played a large role in reducing headline inflation.

#### Drivers of headline inflation (percentage points; y/y)

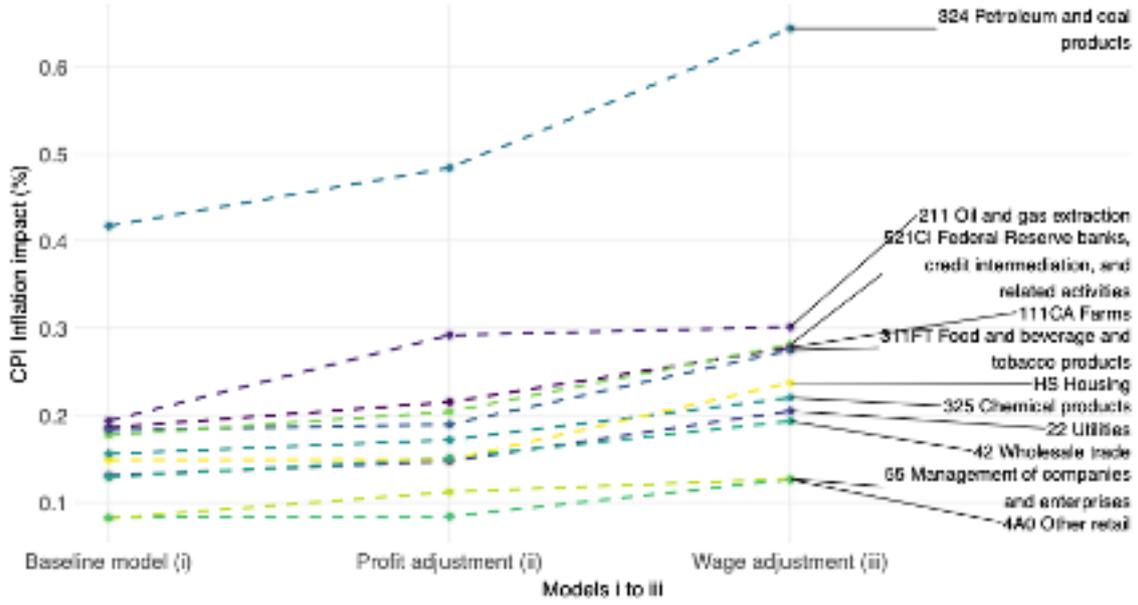


Sources: Haver Analytics; Methodology is as in Dao and others (2023) and Bai, Leigh, and Mishra (2022).

IMF

2022 yılındaki bir diğer çalışmaya bakarsak da parasal sistemin kararlılığını etkileyebilecek "sistemik olarak önemli" fiyatlar kategorisinde de yer almaktadır[2]. Bu kategoride petrol ve gaz, kamusallar (elektrik üretim), kimyasallar, gıda-tarım, barınma yer almaktadır. Özellikle kömür ve petrol ürünleri en önemli enflasyon belirleyici olarak öne çıkmaktadır.

Figure 3: Conflict inflation impact. Sectoral price volatility 2000-2019



Fakat bunun sonucunda enerji fiyatını tutarsak enflasyonu da tutarız anlayışı yoktur. Makalenin son cümlesindeki en çarpıcı husus yeşil dönemin yönetimidir. Ama özellikle AB gibi, dışa bağımlılık yüksekse, diğer fiyatlar artarken enerjiyi tutunca ithalat artacaktır. İthalat artınca büyüme ve para değeri de düşebilir, düşünce daha çok zam yapma gerekliliği sonra da daha çok sübvansiyon etme gerekliliği ve nihayet fasit çember oluştu mu, koş koşabildiğin kadardır.

Bu sebeple fiyat artış dönemlerinde AB ve ABD’de sosyal destekleri duyarsınız. Mesela AB’de bir haneye giren gelir ve çocuk sayısı testi çoklukla uygulanır. Çünkü o seviyede enerji tüketen ülkelerde %10 sübvansiyon tüm bütçeyi darma duman eder. Bunu yapmak için “kaynak gösterme” zorunluluğuna hiç gelmiyorum bile. Ama Orta Doğu ve Latin Amerika’da bir kasa vardır dipsiz, kaynak göstermeden “bana da bana da” yarışı yapılır. Bir Kuzey Afrikalının bir oturumdaki analizi gibi ülke “açık büfeye” dönüşmekten batar.

Petrol fiyatlarına gelirse, benim ana teorim fiyatların bir bilgi özü, konsantresi olduğu ve bununla herkese bir bilginin iletildiği üzerinedir. Düşünün o kadar jeopolitik olay tek bir sayı 85\$/v. Çok da iddia edemeyeceğim çünkü “bilgi teorisi” tarafından bakıyorum olaya. Ama bir temel nokta daha var. Fiyatın ne olduğu değil ne kadar hareket ettiği daha önemli bir bilgi olarak değerlendiriliyor. Bunun için de gelecek ve opsiyon fiyatlarına bakıyoruz.

Yani piyasa, yazılımlar veya yöntemler bize konsantre bir bilgi üretiyor. Eğer bu bilgi üretimi el değmeden değil ama "tek bir otoritenin haşmeti" ile üretilmediyse, yani güvenilir bir mutemetin ürettiği bilgi ise o zaman gösterge fiyat da olabilir. Bu yüzden gelecek fiyatları ve sanal petrol veya kağıt petrol fiyatları önemli.

Petrol fiyat oluşumunun bazı garip noktaları var. Bugün istedin ama 30-40 gün sonra teslim olabilir. Dolayısıyla bugün oluşan fiyat aslında bir gelecek fiyatıdır. Elektrikte bugün oluşan fiyatın yarınki fiyat olması gibi. Asıl sorularımdan biri de acaba bu zamansal boyutun fiyat eğrilerini nasıl etkilediğidir.

Elimizde beş çeşit ürün ve farklı zamansallıkları var, ama içerik olarak aynı enerjiye sahipler, bunların fiyatlandırması ne kadar farklı olabilir? Sayısal bir örnekle bakalım.

Mesela petrol fiyatı 80\$/varil, gaz fiyatı 400\$/1000m<sup>3</sup>, kömür de 110\$/ton civarında olsun. Normalde küresel standart olarak gaz \$/mmbtu veya MWh olarak fiyatlanır. Ama o konuya şimdi girmeyeyim.

- 1 varil petrol = 1700 kWh enerjiye sahiptir. Yani 1 kettle'i 1000 saat çalıştıracak enerji diyelim.
- 1000 m<sup>3</sup> gaz = 10000 kWh (çok oynar bu rakam ama kafada kalsın).
- 1 ton Kömür = 6400-7000 kWh (harbici taş kömürü), eski yazıları bilenler Nutella deyince anlasın.
- 1 ton bizdeki linyitler = 2000 kWh, çilek reçelinden hallice diyeyim.
- 1 kg Hidrojen = 33.33 kWh, 1 ton 33000 kWh, hidrojen tüm enerjimi emdiğinden kara delik kadar enerji diyeyim.

Aslında kWh olarak hesaplarsak:

- 6 varil petrol fiyatının = 1000 m<sup>3</sup> gaz fiyatına = 1.5 ton kömüre eşit.
- 4 varil petrol fiyatının da = 1 ton kömür fiyatına eşit olması gerekir.

Bugün varil petrol fiyatı 80 \$/v ise, yukarıdaki enerji eşitliği denkliğine göre doğalgaz fiyatının 480\$/1000m<sup>3</sup>, kömür fiyatının da 320 \$/ton civarında olması gerekir. Oysa kömür fiyatı 110\$/ton civarında, TTF'de 300\$/1000m<sup>3</sup>'e yakın seyrediyor. Kısaca petrole kıyaslayınca küresel piyasalarda kömür çok ucuz, doğal gaz ucuz gelmektedir.

Elektrik üreteceksen önce kömür (o yüzden karbon fiyatı icat ediliyor ki kömürü sanal olarak pahalı yapmak için) sonra doğalgaz kullanırsın. Ama arabada kullanacaksan

işte o diğer faktörler, kullanım kolaylığı, depolayabilme ve taşıma da, ben buna zaman ve mekânsal düzeltme bileşenleri diyorum, devreye giriyor.

Tabii olay burada kalmıyor. Petrol fiyatlarının çok daha büyük etkileri var. Örneğin kağıt petrol, birçok yatırımcı tarafından enerji ile ilgileri olsun olmasın bir enflasyon göstergesi aracı olarak kullanılıyor. Çünkü küresel fiyatlar (yerel fiyatlar değil, çünkü benzin kağıtları değil ham petrol kağıtları esas) yüksek enflasyon döneminde petrol fiyatları ile benzer şekilde artıyor.

Leventis'in "Spikes and Shocks – The Financialisation of the Oil Market from 1980 to the Present Day" kitabında 2008 yılındaki rekor petrol fiyatlarında bu etki de anlatılmaktadır. Yani enflasyonist bir etkinin geldiğini gören yatırımcılar, artmasını bekledikleri enflasyona karşı portföylerinde daha çok petrol kağıtları doldurarak kendilerini korumaya alıyorlar ama bu da yangını besleyen odun gibi oluyor. Petrol kağıdı bir enflasyon kağıdı olarak değerlendiriliyor.

Sanal petrol hacmi, fizikselin belki 20-30 hatta 100 kat fazlası olabilir. Bunun temel sebeplerinden biri kontrat sayısı, diğeri de depolama hacimleri. Riskten kaçınmak veya yönetmek isteyen yatırımcı, depoladığı petrolün fiyatını bulduğu noktadan sabitler, bunun için de gelecek piyasalarını kullanır.

Günlük tüketilen petrolün(100mv/g=milyon varil/gün diyelim) 4.5 katına eşdeğer petrol sadece IEA ülke stoklarında, yine bu tüketilen petrolün 2.9 katı da sektör stoklarındadır[3]. Bu adamların bir çoğunun finansal olarak ileri doğru kağıt kullandıklarını düşünseniz, zaten 12 ay desek, günlük tüketilen petrolün 36 katı kağıt kontratın etrafta dolaşması gerekir. Hesaba siz de şaşıtırsanız ben de şaşıtmı çaktırmayın.

Tüm bu arada da gelecek fiyatlarının gelecekteki fiyatlar olmadığı, daha çok bazı yatırımcıların kendince o tarih için risk hesaplarına göre uygun görerek işlem yaptıkları fiyatlar olarak bakmak daha doğru olacaktır. Riskini yönetmek istediği fiyat diyelim.

Bu gelecek fiyatlarını Yahoo Finance'den rahatlıkla bulabilirsiniz. Ben yahoo finance'de genelde "CL=F"(NYM'deki WTI ham petrol kodu) yani en yakında vadesi dolacak kontrat diye fiyatlara bakıyorum. Ama bir de istediğin ayın fiyatına bakabiliyorsun. Mesela gelecek Ocak, Ocak 2025 fiyatına bakacaksınız. Formül şöyle

Fiyat Kodu = CL + (Ayın harfi) + Yılın son iki rakamı (2025 için 25)

Mesela F Ocak ayının kodu, 2025 için son iki rakam 25, fiyat kodu için CLF25, hatta hangi borsadan veri geldiğini görmek için de yahoo finance'da .NYM ifadesi ile CLF25.NYM ile bu fiyat verisini çağırabilirsiniz.

Brent petrol için yahoo finance'da BZ=F ve yine benzer kodlama var. Ama bu ay harflerini ben bir türlü öğrenemiyordum. Artık canıma tak etti. Bu fiyatları kodları Morgan Downey'nin "Oil 101" kitabında sayfa 332-333'de de bulabilirsiniz, CME web sayfalarında da.

Aylar şöyle gidiyor Ocak (F), Şubat(G), Mart(H), Nisan(J), Mayıs(K), Haziran (M), Temmuz(N), Ağustos (Q), Eylül (U), Ekim (V), Kasım (X), Aralık (Z). Mantığı ne diye sorarsanız, çok tartışma var[4].

Kısaca, traderlar diğer çok kullanılan sembollerle karışmayacak sembolleri tercih etmişler. Birinci kural olarak büyük-küçük harf yazımları karışmayacak ı ve l gibi, sonra sayılara benzemeyecek, l, B/8, O/0, S/5, T/7 gibi. Sonra işlemsel harfler de olamaz A/Ask, B/Bid, C/Call, P/Put. Ayrıca en meşhur kontrat isimleri de olmaz W/Wheat (Buğday), S/Soya gibi.

Q klavye kullananlarda Ocak ayı için F'i kafada tutarsanız ilk 5 ay yan yana zaten FGHJK, sonra bir alt satırdan geri gidilirse MN'de 2 ay ile temmuza geldik. Son iki ay da XZ onlar da o satırda en sonda. Gerisi için ezberleyin, veya kafadan sayarken bu kurallara bakabilirsiniz.

Ama bir defa anladıktan sonra gerisi basit. Hangi aydaki petrol veya gaz veya dizel fiyatları arasında döner durursunuz.

Ham petrol fiyatlarını anladıysak, çok önemli bir diğer konu var opsiyonlar işte ona şimdilik girmeyeyim. Ama ham petrolü siz-biz tüketmiyoruz. Ham petrolü rafineriler tüketiyor. Bu sebeple ham petrol birincil enerji, bizim tükettiğimiz ise petrolden üretilen benzin, dizel, jet gibi ikincil enerjidir. Ben doğadaki haline birincil enerji, işlenmiş haline ikincil enerji diyorum.

Ürün fiyatı ise eskiden ham petrol artı 10-20\$/v'dir. 80\$'a ham petrolü alırsın, 90-100\$/v'e benzini bulursun. Eh taşıma depolama lojistik vs %10 da ekleyince 100-110\$/v'e ürün senin olmasa da toptan satış noktasında. Bu marjlara RBOB(benzin) veya Gasoil crack spreadlerinden bakabiliriz.

Peki tüm bunları anlasak petrol fiyatlarını anlar mıyız? Bence yine zor. Acar muhabirlere yaptırılan bugün petrol düştü-çıkıktı haberleri gibi kayboluruz içinde. Petrolde güne Asya ile başlıyoruz, anladığımız kadarı ile bu sıralar biraz kötümser. Avrupa piyasası, ABD açılana kadar haberlere fiyat biçiyor, sonra ABD piyasası açılıyor ve makrodan petrol şirketlerine kadar bir dizi fiyatlandırma yapıyor. Ya da yapıyor zannediyoruz. Çünkü arka fonda bu üç ayrı açılış-kapanışı olan piyasada üç ayrı fiyat

hareketi var. Bizim için gece Asya, gündüz Avrupa, ikindiden sonra ABD gibi bakmak fikir verici olabilir. Bir de üzerine algoritmalar var. Tabii ki gün sonu fiyatının bir de metodu var. Kısaca ben de anlamıyorum, ama sizlerin kafasını iyi karıştırırsam benim anlamadığım göze batmaz diye düşünüyorum.

Peki petrol fiyatını görünce diğer fiyatları da çıkarabilir miyiz? Eskiden evetti, şimdi işler değişti. Değişti çünkü finansal tarafta opsiyon kontrat hacimleri artması bizi yeni bir düzleme getirdi. Bu konuyu Ilia Bouchouev'in Virtual Barrels kitabını bitirince detaylı yazacağım. Fakat eski metot da nispeten işe yarar

Eğer jeopolitik veya diğer gerginlikleri, piyasa kısıtlarını göz ardı edersek bazı basitleştirmeler yapabiliriz. Petrol fiyatını girdi olarak alıyoruz. Dizel-benzin için 10-20\$/v ekleyerek yakıt fiyatını buluyoruz. Bu rafineri çıkışı varil fiyatı gibi.

Gaz için doğrudan bir formül vermek sakıncalı olur ama bir aralık vermek gerekirse, petrol fiyatının %8 ila %12'sini alınca, mmbtu cinsinden gaz fiyatı hatta daha çok LNG fiyatı bulunur. LNG'de bu rakam %30'a kadar da çıkmıştır[5]. Fakat ben hep aynı birimlerden devam ettiğimden, normal dönemlerde parmak kuralı olarak petrol \$/v fiyatının 3-4 misli 1000\$/m<sup>3</sup> gaz fiyat aralığıdır. LNG'de en yüksek görülen fiyat da petrolün 10 mislidir diyebiliriz.

Kömürde ise petrol fiyatının 1.5 katı ton fiyatı verir diyelim. Bu kömürün kalitesi, menşei ile değişir. Dönem dönem bu katsayılar değişir. Ama bir rehber olması açısından bu bakışların bir tarafta not olarak tutulmasında bir sorun görmüyorum.

Herşeyi toplarsak

- Eğer fiyatlara enerji içeriği olarak bakarsak
  - o 6 varil petrol, 1000m<sup>3</sup> doğalgaz o da 1.5 ton kömürdeki enerjiye eşit enerjiye sahiptir.
- Eğer fiyat aralığı olarak bakarsak
  - o Dizel-benzin fiyatları, ham petrol v/\$ fiyatı üzerine 10-20\$/v ,
  - o Gaz fiyatları(\$/1000m<sup>3</sup>) 3-4 misli normal, 10 misli yüksek ,
  - o Kömür fiyatları da petrol fiyatının 1.5 katı \$/ton fiyatına yakınsayabilir.

Bu ilişkiler doğru mu? Bu kadar basit olsa bu kadar keskin zekalı algoritmaya neden ihtiyaç var. Tüm modeller yanlıştır, bazıları kullanışlıdır. Kullanışlı mı onu sorun kendinize.

Peki bu ilişki bugün neden saptı? Dizelde kısıtlardan, rafineri kapasite faktörlerinden marjlar 30-50\$/v'leri gördü. Gazda LNG bir taraftan ve ABD petrol-gaz üretimi diğer taraftan başka sorunlara sebep oldu. Kömür de, yandaki bıdık ağlayınca ağlamaya başlayan diğer bıdık gibi gazın peşinden uçmaya çalıştı.

Kısaca petrol fiyatlarını anlamak, enerji fiyatlarını anlatmaz ama fikir sahibi olmanızı sağlar. Petrol fiyatına bir bilgi olarak bakarsanız, seviyesinden çok hareketi temel bir "beklenti" ortamı oluşturuyor olabilir. Bu beklenti risk, enflasyon, yumuşama olabilir. Bilginin değişimi de, sistemik olarak önemli bir hareket olarak diğer bilgilerde değişime yol açar. Tüm bunları isimlendirebilmek de bizlerin ne olup bittiğini daha rahat anlamamızı sağlayabilir.

Siz yine de "tarih ve detay bilesuz, başkasının aklı ve parmağı ile hareket etmeyesusz". Ya da hareket edin de görün gününüzü.

---

[1] <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2024/01/30/global-economy-approaches-soft-landing-but-risks-remain>

[2] [https://scholarworks.umass.edu/econ\\_workingpaper/340/](https://scholarworks.umass.edu/econ_workingpaper/340/)

[3] <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/oil-stocks-of-iea-countries>

[4] <https://www.quora.com/Why-are-futures-delivery-month-codes-so-strange-What-is-the-history-behind-these-codes>

[5] [https://twitter.com/Usman\\_Zulfiqar\\_/status/1422437276349517852](https://twitter.com/Usman_Zulfiqar_/status/1422437276349517852)



## Hidrojenin kısa özeti – Atıl Kurt

“Atıl kurt”! Hidrojenin anlatmak için metaforlar arasında gidip gelirken herhalde bundan daha iyi bir cümle olamazdı. İkinci tercihim de “nalet olsun içimdeki bu hidrojen sevgisine” olurdu. Ama hiçbirşey “atıl kurt” kadar gelinen durumu daha kısa özetleyemez. Fakat ana soru şu, “kurt”a mı, “atılan kurt”a mı, Tarkan’a mı, yoksa “kurt’un atıldığı karşı tarafa” mı odaklanacaksınız.

Bu yazıda Türkiye konusuna yine hiç girmiyorum, çünkü bu iş küresel bir süreç. Gelişmeler de daha çok küreselde dönüyor, oradan bakmak manalı. Zaten basit anlatıyorum.

Hidrojende herşey çok basit. Sinema dünyasının Marvel’i varsa enerji sektörünün de hidrojeni var. Süper kahraman ama yok. Süper ama öyle böyle değil, hem önden hem arkadan pelerinli ama yok. Ama olsa süper. Sunum boyunca büyülenmiş gibi bakıyoruz, sunum bitince “yok”.

Hidrojen eziklememek için kendimle çok mücadele ettim. Hatta dişimi fırçaladım. İnsan olmaya çalıştım ama olmadı. İçimde, tüm parasını piyangoya yatırıp hala “gözden kaçırdığım bir amorti vardır inşallah” diye bakan bir ümitsiz vaka var. Malum tüm yazı serisi terapi olsun diye başlamıştı. Artık tedavi olurum umarım.

İsimden başlayalım, ibn-i su diyemeyeceğimiz için Osmanlıca[1] müvellidülma uzun süre kullanılmış. İşte velet-mevlüt kelimeler grubundan doğurma ve su. Hydrogenes[2], yani su üretenin Türkçe-Osmanlıca karşılığı suüreten de olabilir. Kısaca

hidrojeni tanımlayan şey onun su üretebilmesi. Yanınca su oluyor. Dumanı su buharı olan ateş yakıtı.

Kelime tercihi size kalmış, müvellidülma mı, sudoğuran mı suçıkaran mı suüreten mi? Sonunda hikaye çok değişmiyor, başka bir ismi olsa da "gül farklı kokmuyor". Ama gül farklı imgeleniyor. Hidrojen deyince uzay muzay geliyor küçük zihinlerimize. Malum roket yakıtı, suçıkaran deyince Devlet Su İşleri. İsim önemli azizim.

Yanıyor ama bir farklı yanıyor[3]. Kısaca metan veya doğalgaz gibi dışarı doğru gürleyerek değil daha çok çekingen ve içeri doğru yanıyor. Şimdi aşağıda renk değişimini de fark etmişsinizdir. %0 hidrojenden %80 hidrojene doğru gittikçe alevin durumu, boyu, rengi değişiyor. Kombiler bu alevi nasıl algılasın? %20'ye kadar sorun yok şeklinde araştırmalar bolca var.



Hidrojenin kilosu 33 kWh. Metandan üretirsen patlıcandan pahalı değil. İmam olmasa da aktivist bayıldı yapılır bu fiyata. Yani 1 litre dizel 10 kWh der isek, hidrojenin 1 kg'ı 3.3 litre dizel. İşte şimdi sayı-bilim-gerçek diyenler babayı yedi. Dizelden daha çok enerjisi var ise hemen hidrojen geçelim. İyi de 11 standart m<sup>3</sup> hidrojen 1 kg ediyor. Yani 1 m<sup>3</sup>'ü 90 gr. O yüzden de standart m<sup>3</sup>'ü 3 kWh gibi. Doğalgazın standart m<sup>3</sup>'ü ise yaklaşık 10 kWh civarında. Yani doğalgazın ısı değerinin 3'te 1. Nasıl şartlar altında? Normal şartlar altında.

Kafalar kelle paça olduysa devam edelim. Ortalama 9-12 kg su da lazım. Yani 1kg hidrojen için 9-12 kg su gerekiyor. Eee 8-11 kg ne oluyor. Oksijen oluyor. Kusura kalmayın benim dilim pek dönmüyor. Yahu sistemin adını hidrojen elektiralizörü değil oksijen elektiralizörü ("ayırıştırıcı") koymamız gerekmez mi? Dünya Ticaret Örgütü bile %51 ağırlığa bakıyor. O zaman tüm hidrojen sisteminin kütlece gerçeği oksijen sistemi. Hidrojen görünümlü Oksijen Ekonomisi. Ama takılmayın, biz alışkınız bu yapılara.

Fiyatlama \$/kg. Bizim kg ile fiyatladığımız tek kaynak kömür kaldı. Enerji ürünlerinin fiyatlamasında en ilkel yöntem ağırlık ölçümüdür. Sonra hacim, sonra enerji içeriği diye gider. Ama kg ne ya? "Gene bu ay 10 kg hidrojen yakmışız", "depoya 10 kg hidrojen doldur", ha domates alıyorsun ha hidrojen. Gelecek yakıtı ama kilo ile fiyatlanıyor, yani çocuk okumasın diye pazara çıkararak verilerle başlıyor hayata.

Dünyanın en kurak yeri neresidir dersiniz? Benim aklıma ilk gelen yer Afrika. Şimdi 1 kg hidrojen için minimum 9 kg su gereken bir teknolojiye, en son yeşil hidrojen üretmek isteyeceğiniz yer Afrika-Orta Doğu olur değil mi? Dünyanın en kurak yerlerinde "World Economic Forum"'a [4] göre en ucuz hidrojen üretilebiliyor. Modellemecilerin masa başı işleri. Nasıl oluyor? Güneş ışınımı grafiği = hidrojen maliyeti. Al parayı git üret diyeceksin, demiyorum bugün Excel ile dünya tasarımı yapanlara. Pitoncu tıslaması ile kesik atıyorum sadece

"Çok önemli bir Afrikalı devlet adamından duyduğum bir soruya cevap bulmak zorundayız. Dedi ki 'Burada bizim için ne var? Denizlerimizdeki harika rüzgar türbinleriniz ile, inanılmaz miktarda elektrik üretip, ki bu elektriği de ülkemizin dağlarındaki köy ve şehirlere getirmeyip, sizin ihtiyacınız olan ve gemilere-boruhatlarına koyup küresel kuzeye taşıyacağınız yeşil hidrojen için gerekli ayırıştırıcı kapasitesini besleyeceksiniz. Bu kolonyalizm 2.0 değil mi?'. Söyleyen de Avrupa Yatırım Bankası Başkanı Werner Hoyer[5]. Yeşil hidrojen yeni bir kolonizasyon aracı mı?

Kısaca olayın çok boyutu var. İki ekseninde de anlatmaya çalışayım.

1.Gelecek nasıl inşa ediliyor? Bunu da iki eksende görmek lazım. Eksenin en uç bir tarafında "aktivistler" var, bu kısımda bol ajitasyon yaparak olayı karikatürize edeceğim. Diğer ucunda da her türünden rantçılar var.

Eğer pankartla, zengin semtlerin kıyısında dümbelek çalangillerdenseniz, adres verin de çiçek göndereyim ama yemeyin. Yeşilci olmanın da limitleri var. Çok radikalseniz karnabahar ile idare edin. Sevgi böcüklerim sizlere sonsuz layklar.

Aktivistlerin önemli bir kısmının belirli bir yaşın altında olması kimseyi şaşırtmasın. Dünyayı bilmeyene dünyayı değiştirmek kolaydır. Dünyayı bilmeyeni dünyayı değiştireceğine ikna etmek kolaydır. Dünyayı öğrendikçe insanlar neyi değiştirmesi gerektiğini bilir. Muhtemelen bugün gördüğünüz genç figürlerin hiçbirini ilerde görmeyeceksiniz bile. Düzen budur, oltaya erken gelen sazanın suda yeri olmaz.

280 karakterle anlaştığımız dünyada "bu kirli dünyayı anlamaya" ihtiyaç yok, çünkü imza toplamak hariç onun detaylarına çalışarak hakim olmak yerine yöntem basit "yıkılsın bu fosil düzeni, yeşil-temiz düzeni anlaması çok basit. Hooop kapatıyorsun herşeyi, yasaklıyorsun herşeyi, sabah kalkıyorsun emisyon sıfır, güneş tepede şarkılar söyleyerek sınıflara gidiyoruz". Cidden çevrecileri ezikle miyorum. Ama 280 karakter iletişimi ile aktivist hareketleri birbirine paralel. Bonus olarak da siyasallaşmaması imkansız. Herşeyin özünde "basitleştirme" var.

Kimse kusura kalmasın ama yeni popülizm bu. Mesaj basit, çok net, hareket çok gerekli. Yeni dünya kuruyoruz, ya bizlesiniz ya da dünyayı yakanlar safında.

Geçtiğimiz günlerde Hitler'in konuşma taktiğini yazmışlardı FT'de[6]. Hiç nokta virgülsüz makine tercümesi: "İlk 10 dakika, tamamen ıstırap ve şikayetle ilgili bir "kendine acıma orgisi"ydi. Sonraki 10 dakika, "kendine acıma nefrete yer verdiği" için sorumlu olan korkunç insanları suçlamaya ayrıldı. Sonra, içinde somutlaşan direnişin muhteşem büyümesi ve son olarak silah çağrısı hakkında umut verici parça geldi".

Önce kutup aylarını-buzulları ve ısınma grafiklerini göster, sonra fosil kullanımı-lobisi, sonra da ver yeşil dönüşümü patlat ritmi, ver elektrosazi.

Özünde siyasallaşma herşeyi basitleştirmektedir, caziptir. Bize aradığımız düzeni ve kalıbı sağlar. Kafamızda her daim bizi deli eden "sınıflandıramama" paradoksunu çözer. O sebeple kültürel olarak basitleştikçe yapay zekanın başarısı artar. Herşey sonunda bir sınıflandırma problemidir, herşey siyasidir.

Kısaca haşmetli bir baobab ağacını bir odun parçası olarak "teorize" edebilmektedir. Siyasallaşınca karşınızda canlı değil karşı taraf ve etiketler oluşur. Rahatlırsınız, kafanızı bulandıran karışık kişilikler kimlikler hoooooop "odun". Tüm dünya enerji sistemi hoooooop "odun". Benim yaptığım gibi çevre duyarlılığı olanlar hoooooop "odun".

Çünkü dünyayı anlamak yerine, iki üç cümle politikalar hareket geçmek için yeterli. Zor bir şey yok, sadece istemeyenler var. "Dünya ısınıyor sıtop, bir şey yapmak lazım sıtop, tüm fosil yakıtları kapatıyoruz sıtop, güneş ve rüzgar bize yeter sıtop. İklim kafirlerine ölüm sıtop". Tüm mantığı bir seferde özetledik. Şimdi bir de mevcut düzeni özetlemeye çalışalım? Eeee bunlar hep lobiler sıtop, bunlar dünyayı kirletenler sıtop, bunlara çim suyu bile vermeyin sıtop.

Bu bakışın bir uç spektrumuydu.

Diğer spektrumu da bir "rantçı arayış". Arayış ne demek? Hükümetler en başta ekonomik olmayan ama değiştirici olabilecek belirli teknolojilere ve araştırmalara paralar aktarıyorlar. Bu paralardan ve gelecek paralardan beslenen bir bilim-sanayi rant yapısı ortaya çıkıyor, bunlar politikacılara daha fazla istedikleri malzeme sağlayarak rant çemberini kuruyorlar. Bu çemberde çok deneme yapıldıkça belirli teknolojiler öne çıkıyor.

Bu yolun füzyon gibi gediklileri vardır. Ahanda geliyor gibi sloganlarla bizi bizden alır götürür. Git doğalgaz sözleşmeni bitir, seneye füzyonla evi ısıtacağız sanki. Ama bilim, inkar etmeyin bilimsizler. Bir Hande Yener şarkısı ver evladım. "Sana füzyon çok yakışıyor"

Bu teknolojiler arasında, bu sefer devlet destekleri ile (genelde hep gelişmelerdeki alım garantileri bir kaza şeklinde oluyor, yani bir şeyi desteklerken başka bir şeye yol açıyor zannımca) ölçek etkisi geliyor. Bu noktada bilim-sanayi rant çemberinden, sanayi-ticaret rant çemberine transfer başlıyor. Bu çember, eğer maliyet düşüşleri sürerse kendini beslemeye devam ediyor.

Kısaca gelecek teknolojilerinde "ya içindedir çemberin ya da dışında". Ve açıkçası ruhani, gökten ışıklı, arkada koronun zılgıt çektiği bir "ilahi film sahnesi" değildir. Bolca para harcanır, bolca deneme yapılır, çok batan olur ama sonunda tataaaaa : mesela güneş, mesela elektrikli araba pilleri, mesela acaba-esah mı-yemin et hidrojen

2.Gelecek inşası nasıl elde patlıyor?

İlk çember devletlerin para kaybedecekleri bir alan, net. Ama orada kaybedilen para, tüm ekonomide farklı bir çarpan yapıyor. Fransa'da örneğin üniversitelere verilen her 1€, tüm ekonomide 4€ bir geri dönüş sağlıyor, Strazburg Üniversitesi Başkanı'na göre[7].

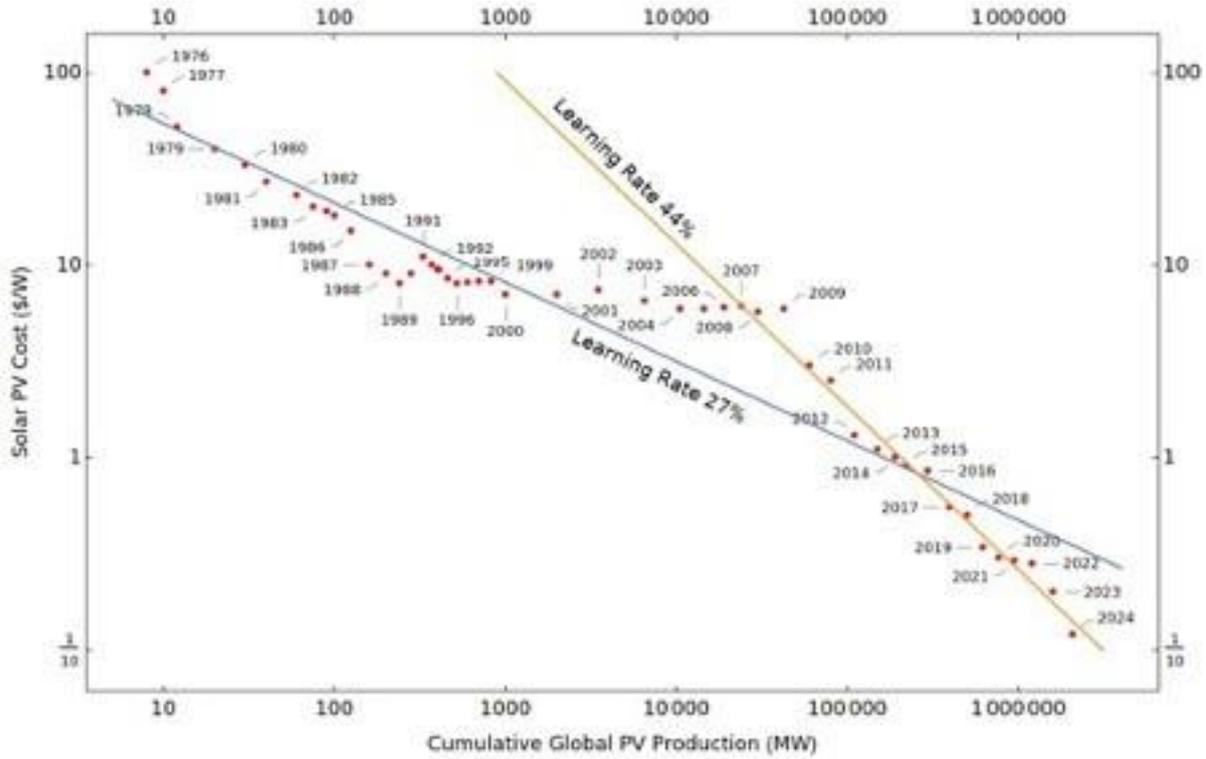
İkinci çemberde ise bir mantık var. Mantık şu, desteği verirsin, ölçek ekonomisi devreye girer ve artan yatırımla maliyetler düşer. Maliyet düşüşü piyasayı büyütür, yeni istihdam getirir, kısaca suları yükseltir. Fakat maliyet düşüşleri garanti değildir. Ölçek artışının bir teknolojik geçiş, atılım veya değişim getirmesi beklenir. Son dönemde rüzgarda artan maliyetler bunun garanti olmadığını gösteriyor. 2007'deki

yakıt hücreleri macerası da bir diğer "gelioooooor" ile başlayıp helva ile biten bir süreç.

Ben bu kısımda, çocuk çizgi filmlerindeki ana mesaj gibi "arkadaşların kadar güçlüsün" mantığı ile arkadaşlarıma soruyorum. Bazı uzmanlar herşeyi bilebileceklerini sanırlar. Uzman olmak biraz "dünyanın ne kadar büyük ve bilginin ne kadar çok olduğunu" anlamakla da ilgili olabilir, bilmek değil keşfetmek esastır belki de. Bilen arkadaşlarım var, onlardan öğreniyorum ve bu en güçlü yanımdır.

Soruyorum kendime has üslubumla "vallahi geliyor mu bu sefer, yemin et, hidrojen olacak mı?". Arkadaşlarım insan evladı, kibar kibar aynı cevabı veriyorlar "yani paralar veriliyor, projeler geliyor. Fakat bilmiyoruz, biz de izliyoruz".

Kısaca hidrojenin imtihanı elektrik maliyetlerinin değil önce ayırıştırıcı sonra tedarik zinciri maliyetlerinin ölçek etkisinden sonra düşüp düşmeyeceğine bağlı. Bir gelecek teknolojisi güneşteki gibi aşağıdaki grafikteki ilerleme oranını yakalayamazsa "Küçük İbo" olur[8]. Küçükken star büyüyünce elektrik mühendisi.



Ben neye bakıyorum? Çok hareketli parça var, daha standartların, düzenlemelerin maliyetleri devreye girmedi. Bir hidrojen geleceği, para çoksa mümkün. Ama maliyetler şiştikçe şişiyor. Ana yazarlarından Değer Saygın'ın da olduğu "Scaling

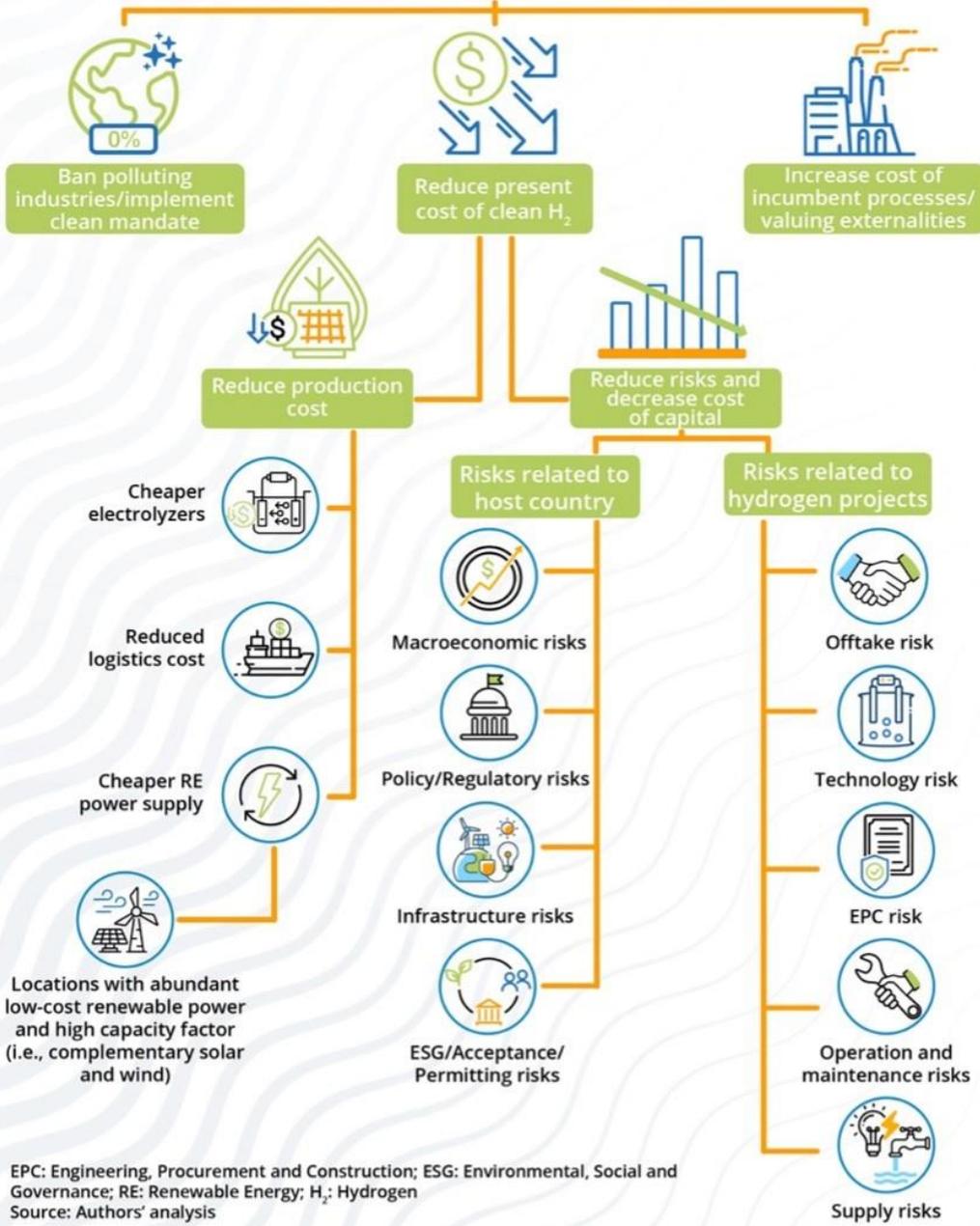
Hydrogen Financing for Development” raporu aslında bu mesajı çok net veriyor[9]. Bu uluslararası raporlarda bizim okumamız ve yazan dünyanın okuması ayrı.

Biz de bir yabancıya bile “te-şşek-kür” etmeyi öğretmek çok zor. Hani kelime arapça, arapça teşekkür daha kolay “şükran, şükran kesira”. Bizde jiklesiz çalışmayan araç gibi şe-şe-şelerde bir motoru yokluyoruz. Ardından ke ke ke ile kesik kesik çalışmasını bekliyor, üüüür ile de “oh nihayet çalıştı” moduna geliyoruz. O kadar zor bir kelime. Bir tarafta “at-çadır-ok”, diğer tarafta teeeşeeşeeşekkkkkür”.

Bu sebeple bizde teşekkür veya pozitif tabirleri alınca Elon Musk’tan laky almış tiplere dönüşüyoruz. Sevilme beklentimiz biraz çok yüksek, çünkü zemin veya norm çok aşağıda. “Adamlar bayıldı yaaaa”, he he.

Dolayısıyla bizim finansçıların deyimi ile pozitif cümle kalıplarındaki betamız çok yüksek, orta-negatifte ise çok düşük. Yani şu çok yaygın “abi yabancılar geldi, çok beğendiler, çok tebrik ettiler” algısı aslında adamlarda standart paket. Negatif konuları “geliştirilmesi gereken, potansiyel” başlığı altında değerlendiriyorlar, orada daha sessizler. Bol pozitif mesajlara sarıyorlar ana çekirdek mesajı. Bu raporun da öne çıkan kısmı 1-10-20-30 oldu. 1 milyon ton hidrojen için, 10 GW ayrıştırıcı, 20 GW yenilenebilir, 30 milyar \$ yatırım gerekiyor. Basit

## Business Case for Clean Hydrogen



Oysa raporun ana kısmı offtake, yani alıcı garantili anlaşmaların olmaması, önümüzde yer alan 20 küsur risk (yine aynı yöntem ile pozitif bir "business case for clean hydrogen" grafiği altında) ve taşıma maliyetleri ile "ithalat-ihracatın" bu şartlarda hiçbir ekonomik tarafının olmadığıdır. Raporu bizim kültürden okursanız, teşekkürle, pozitif bir iltifata muhtaç adam gibi, "geliyor geliyooor" diye boru hattı gazını

borusu hatta RMS istasyonu ile yutarsınız. Ama yazıldığı dildeki kültüre göre çok sorun var ve bir kısmı yapısal olarak çözülmesi zor sorunlar (taşıma dahil maliyetler vs).

Şimdi spektrumun bir ucunda aktivistler var demiştik ya, oraya bir diğer kesimi daha ekleyin. Bu kesim aslında birçok teknik detaydan habersiz, umrunda da değil. Devlet politikası herşeyi çözer, yatırım-teşvik-şapkadan tavşan noktasındalar. Bu kesimler sadece bir ilk bir son sayfasını okudukları kitabı anladıklarını iddia eden dahiyane bireyler gibi basit-hap bilgi ile dünyayı hepimizden iyi çözen kişiler. Detayı karıştırma, ver anahtar sözcükleri parlasın gözler.

Bu sebeple belirli küresel hidrojenicilerin hem aktivistlerle hem de bu kesimlerle iletişiminin iyi olması boşuna değil. Bu Tarkanlar zeitgeist’l zamanın ruhunu çok iyi anlamışlar. Herşeyi basitleştir, en yüksek 4 rakamını, en fazla 3 kelimelik başlıkları kullan. Mesaj basit, eylem basit, toplumlara bağımlısı olacakları rafine şekeri verir. Herkes ne olduğunu bilir ama vazgeçemez, sonunu da düşünmez.

Basit cümleler ve eylemler o kadar temizdir ki, bir defa duyunca unutamazsınız. Kafada arka fon müziği gibi döner durur. “Dizel araçları yasakla, karbon vergisini getir”. “Kurt otur, kurt kovala, kurt takla at”. İkinci olarak kodlama “Üç ana nokta var, iki önemli sorun var, dört başlık var”. Formülü de basit 2,3,4 rakamlarını kullanarak grupla. Daha yüksek rakamlarda kaybolurlar zinhar haaa. Eylemi basitleştir, 2-3 cümle. Sonunda karşında “kurt” var. “Ya şöyle bir finansal reform ile fosil-karbon geçişi konusunda risk analizleri yapalım” değil “kurt saldırı”, haaart.



Geniş kitlelerin beyninin sol kısmını kullanır hale geldiği noktada[10], sloganımız “uzatma”. Sistem-felsefe belli “atıl kurt”. Hidrojen “atıl kurt”, kritik mineraller “atıl kurt”, yeşil dönüşüm “atıl kurt”, eskilerden örnek de vereyim şimdi unutuldu gerçi

“endüstri 4.0” atıl kurt. Kurt filimde düşünmez, Tarkan atıl del atılır, koş der koşar. Kurt’un görev tanımı ve KPI(ana performans göstergeleri) bellidir. Kurt iki kelime anlamak için doğmuştur, görevi “atıl kurt”luktur.

Oysa filim Tarkan’ın filmi. Kurt’a değil Tarkan’a odaklanın. Kurt atılır, parçalar, dolanır ama sonunda Tarkan’ın nereye gittiğini bilemez. Bu sebeple hidrojene “atıl kurt” un oto sanayide çalışan bir ustanın köpeği olan “Can”ın gözünden ve hareketlerinden değil, iki adım geride kurt’a atıl derken “durumu gözleyen ve ona göre hareket belirleyen Tarkan’ın gözünden bakın.

---

[1] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/365406>

[2] <https://www.rsc.org/periodic-table/element/1/hydrogen>

[3] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319919333907>

[4] <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/africa-hydrogen-iea/>

[5] <https://www.youtube.com/watch?v=g2ZWrr9glro&t=2404s>

[6] <https://www.ft.com/content/20f8c822-4556-4264-8e4b-4ca7ec1307eb>

[7] <http://m.newsletter-lesechos.lesechos.fr/rest/head/mirrorPage/@V2pEk9rcolCxPkAnBYxkYiMTxPIGdWxEr15SnRdje08Spl0ztkghg6EWnBCTb5WIKSkv6d0Z2ZNyRfXUZ4OT7qVd6Z-PF2Bca0KpMoHJMAQcma.html>

[8] <https://twitter.com/erikbryn/status/1765418459188625612/photo/1>

[9] [https://www.esmap.org/Hydrogen\\_Financing\\_for\\_Development](https://www.esmap.org/Hydrogen_Financing_for_Development)

[10] [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Master\\_and\\_His\\_Emissary](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Master_and_His_Emissary)

## Enerji Yoksulluğu

Bu sefer konu hassas, çok boyutlu. Bu konuda çalışan, tez yazan insanlar var. Ben sadece bu konuya kendi okuduğum literatür ekseninden biraz bakacağım. Enerji yoksulluğu literatürü apayrı. Türkiye konusuna hiç girmiyorum. Benim de çok eski çalışmalarım var.

Önce biraz temellerden başlayalım. Adil insanlar mıyız? Hepimizin cevabı aynı. Evet %50'nin üzeri adilimdir, herkes beni sever, benim burada ne varsa(kalp) burada da(dil) o var, eğriye eğri doğruya doğru derim. Eğer bu kalıpları kullanıyorsak adalet hakkında hiçbir fikrimiz olmayabilir. Tabii yazıdaki amaç adalet kavramı değil, ama kim enerji yoksulu sorusuna giderken bunu çözebilmemiz lazım.

Elimizde bir kısım dağıtabileceğimiz enerji kaynağı olsa kime dağıtırız?

1980 yapımı İlyas Salman'ın oynadığı Atıf Yılmaz'ın Talihli Amele filmi buna siyasi bir bakış açısı getiriyor[1]. Bir işçinin inşaatında çalıştığı evde oturmaya hakkı yok mudur? Niye o inşa ediyor da para veren o evde oturuyor? bir sonraki örnek için bence yerli bir başlangıç

Nobel İktisat Ödüllü Amartya Sen'in The Idea of Justice, yani adalet fikri kitabından güzel bir örnek ile kendinizi test edin[2]. Anne, Bob ve Carla isimli üç çocuk var. Aralarında bir flütü hangisi alacak diye tartışıyorlar.

Anne diyor ki, "üçünüz arasında bu flütün hakkını verebilecek olan, çalmayı tek bilen benim ve flütü onu çalabilecek tek kişiye vermemek büyük bir adaletsizliktir". Kimse söylediklerine itiraz etmez. Bob'da derki, "Ben o kadar fakirim ki, hiç oyuncağım yok. En azından oynayabilecek bir oyuncağım olacak". Carla'da "Aylardır bu flütün üzerinde çalışarak yapan benim. Bu benim emeğimin bir sonucu. Ben tam flütü bitirdim, bunlar flütü benden almaya çalışıyor".

Şimdi adaleti sağlayın. Flütü kime verirsiniz...

Örneğin devamında sizin ideolojik bakışınızın adalet bakışınızı da şekillendirdiğine dair tanımlamalar var. Ama herşeyden önce adalet hissedilen değil, "reasoning" düşünme, muhakeme ile ulaşılan bir sonuçtur. Ama en zekilerin muhakemesi değil, ortalama bir muhakeme. Bu düşünme şekli, bir grup mevzuat ile genelleştirilebilir mi? Kitapta tartışması var.

Yani sizin kime enerji hizmetleri yardımı sağlamak isteyeceğinizin objektif bir cevabı yok. Benim kalbim-dilimdedirciysek, bildiğimi söylerimciyse, twitter'da gördüğüm resme 3 saniyede yorum yazanlardansak, maalesef cevabın daha da uzağına düştüğümüzü söyleyebilirim.

O yüzden sebeplerini peşpeşe getirebileceğimiz muhakeme ile ilerlemek zorundayız. “Emekliyim, ver bana” değil. Nasıl bir emeklisin? Gelirin ne, eve giren toplam gelir ne, aylık toplam harcama miktarın ne? Nerede yaşıyorsun. Gibi.

Bir diğer noktaya gelelim, paranız yok elektrik çaldınız. Elektrik insan hakkı mı? Hayır elektriğe erişim insan hakkı. Mesela hiç mobil cep telefonu kontürü çalan, “valla param yok ama iletişim en doğal hakkım” diyen görmüyoruz. Bu sebeple literatürde elektriğe erişim bir hak ama çalmak değil. Çalmak diğer insanların hakkını gasp etmektir.

Mesela elektrik faturasını ödememek aslında sizi hemen hemen herkese karşı borçlandırıyor. Çünkü geçen ayın faturasını ödüyorsunuz. Siz tükettiniz, üreticiler doğalgaz, kömürcülere para ödedi, piyasada taraflar para ödedi, sıra sizin faturayı yatırarak bu denkleme eşitlemenize kaldı. Yani adalet, yenen ekmeğin parasının ay sonunda ödenmemesi de değil. Oluşan açığın finansman yükünü hep beraber ödüyünüz.

Dünyanın birçok yerinde farklı hikayeler var. Bir tanesi İskoçya’dan. İnsanlara termostatlarını 18 C’de tutmaları karşılığı enerji hizmetleri önerilmiş. Fakat 18 C bu insanlar için, sanırım çok düşük bulunmuş ki, termostatlara dondurulmuş et ile müdahale ederek daha çok ısınmayı tercih etmişler.

Bir diğer örnekte de, enerji verimliliği yapılan yoksul semtteki bir okulda, enerji verimliliği yatırımları (izolasyon) vs ile tüketim düşmüştü. Bunun temel sebeplerinden biri de yoksul semtlerde okuyan öğrencilerin zaten bu tüketimleri ile yeterince ısınamamaları sonucu, yapılan yatırımların sadece konfor seviyesini normal noktaya getirmesi.

Bir zaman kazan dairesinin yanında otururken, iki de yaşlı hanımefendi vardı yanımda. Kapıcı gelince çöp vermeye çıktığımızda, oda ortalama 24C iken, ben t-shirt, hanfendiler de kazak üstüne hırka ile dışarı çıkıyordu. İkimiz de enerji yoksulu olsak, enerji desteği benim konfor seviyem 19-20 C’ye göre mi, yoksa yaşlı insanların konfor seviyesi olan 25-26 C’ye göre mi verilecek?

Çok tekrarladığım bir espriyi tekrar yazayım. “Kemiklerim ısınsın” tabiri olan bir yerde ısınma tabiri Noel babadan daha hayal ürünüdür. Çünkü kemiğinin ısındığını nereden bileceksiniz, ikinci olarak da biz kemik çorbası mıyız? Neyse.

Mesela en çok kime yardım yapacaksınız? En çok üşüyene mi, en çok “alamıyorum, ödeyemiyorum” diyene mi? Örneğin bir futbolcu, parasını bankacı birine kaptırırsa ve haciz gelse, net değeri -10 milyon TL’ye düşse, buna elektrik/doğalgaz yardımı yapılmalı mı?

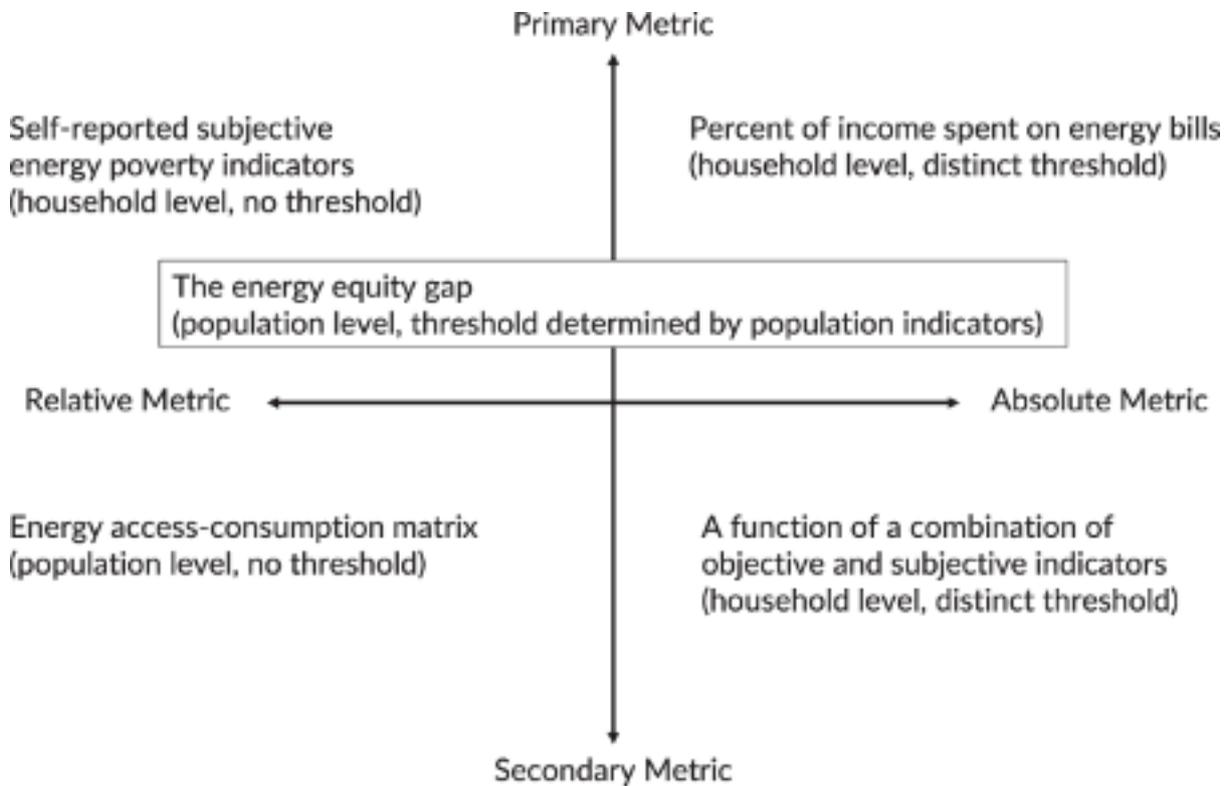
Bu sebeple metrikleri kullanmamız gerekiyor ve bu konuda çok fazla çalışma var. Ben kendi tercih tarafıma da geleceğim.

Nature'da yayınlanan bir makalede yoksul ve zengin arasındaki ısınma farkı (diyelim), 2.6 – 4.2 C olduğunu söylüyor[3]. Bu baktığımız ve asıl altını çizmek istediğimiz nokta olan "kış yakıtı yoksulluğu". Bizim için ana sorun belki de bu. Ama Hindistan gibi daha sıcak yerlerde, sorun belki sadece ısınamamakla ilgili olmayabilir.

Bu sebeple bir metrik ile olaya bakmamız gerekiyor. Türkiye dahil birçok ülkede, yoksul kesimlere sosyal destekler var. Bu sosyal destekler hesaplanırken ısınma, elektrik gibi harcama kalemleri de dikkate alınıyor. Fakat o desteği alıp yine de faturayı yatırmayan birine ne yapabilirsiniz?

Geçtiğimiz günlerde bir başka Avrupa ülkesinde bir uzman tipik kalkınma ikilemine geldi. "Keçi hediye mi edelim, yoksa keçiyi edinmesine yardım mı edelim?". Ben son dönemlerde farklı şeyler okuyorum. Yani bedava yardım mı, yoksa o yardımı hak edecek bir şey yapılması beklenmeli mi? Bu da bende cevapsız.

Bu sebeple iş karışık. Metrikleri de karışık: birincil ve ikincil metrikler ve göreceli ile mutlak metrikler diye ayrıışan noktalar var.



Örneğin son dönem Avrupa desteklerinde eve giren toplam gelire hatta vergi referans noktasına bakılıyor[4]. En az bir çocuklu tekli ebeveyn 200€, çocuk yoksa 100€, tek kişi ve iki çocuklu ise ve 3000€/ay net kazancı var ise 100€ gibi karmaşık uygulamalar da var. Yani "tüm emeklilere bedava" diye bir sistem yok. Konu adil bir enerji yoksulluğu uygulaması ise hisler, duygular değil, bir "reasoning" yani muhakeme ürünü olması gerekiyor.

Enerji yoksulluğunu belki 3 noktada tanımlayabiliriz[5]:

1. Düşük gelir
2. Fatura ödeyememe
3. Evi yeteri kadar ısıtamama

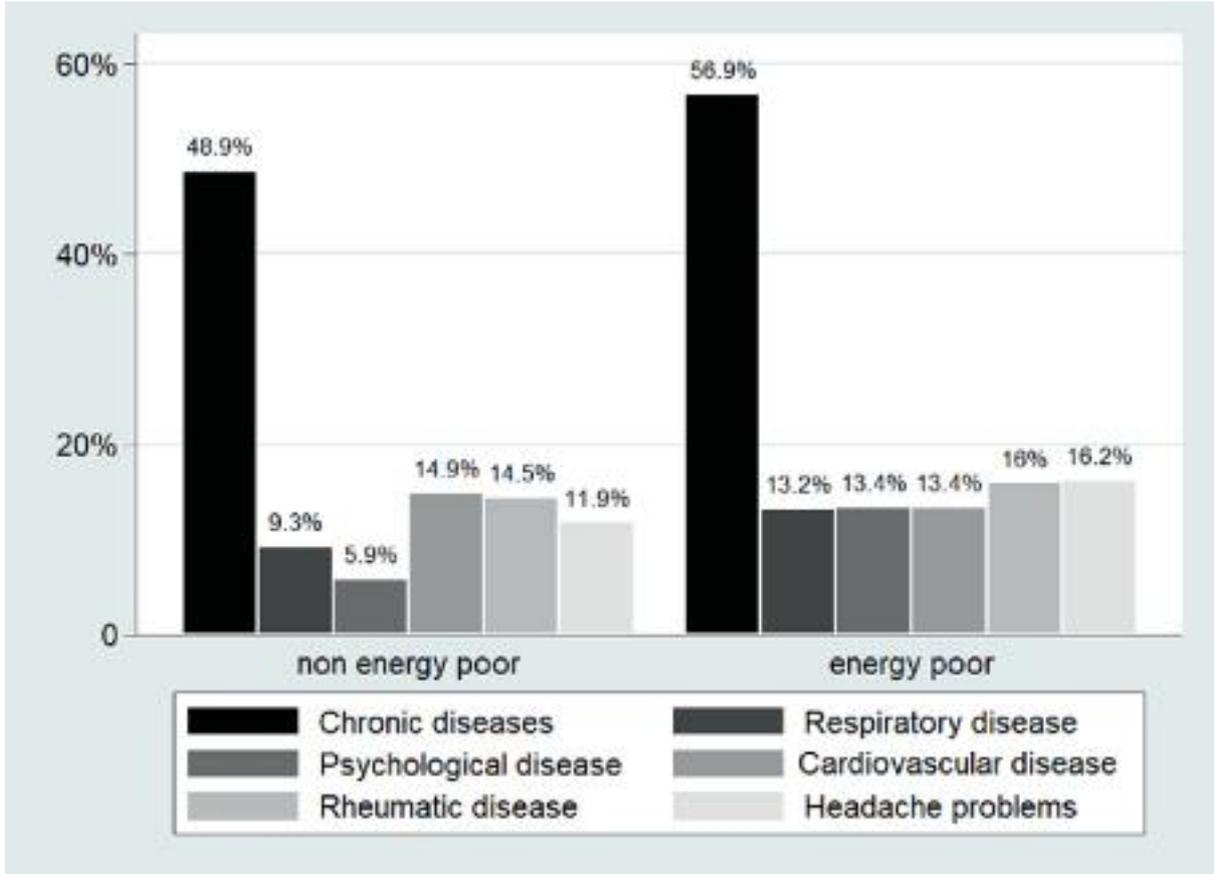
En çok bildirilen sorun fatura ödeyememe, sadece buna bakarak bile taksitlendirmenin, taksit ertelemenin küçük de olsa bir kısım problemi çok hızlı çözebileceği görülebilir.

Fakat kötü sağlık ile evi yeteri kadar ısıtamamanın da çok güçlü bir bağı olduğu çalışmada yer alıyor. Makalede doğru anladı isem(Discussion 2.paragraf), sağlık(sorunu) ile sübjektif (evi yeteri kadar ısıtamama) tanımlama daha ilişkili çıkıyor. Yani nesnel veya öznel sinyaller önemli.

Basit bakarsak, enerji yoksulluğunu sağlık ile sınırlandırmak en mantıklısı, özellikle küçük çocuklar. Küçük yaşta sağladığınız bir avantaj ileriki yaşlarda katlanarak bir toplumsal katkı sağlayabilir.

Mesela İrlanda'da enerji yoksulluğu ve çocuk sağlığı üzerine yapılan bir çalışmada, 9 aylık-5 yaş arası çocuklarda enerji yoksulluğu 1.41 kat daha fazla solunum yolu hastalığı ile ilişkili iken bu ilişki 9-18 yaş arasında 0.85 kat[6] bulunmuş. Yani 5 yaşından küçük çocuklar önemli.

Fakat birşeyi atlamamak gerekiyor. Kışın herkes hasta olur. Benim her kış iki grip garantiydi. Fakat tiryakilikten dışarıda sigara içip soğuk aldın, hasta oldun buna ne diyeceğiz. Kötü ısıtma ve barınma şartları sebebiyle doktor ziyaretindeki artış ve belirli hastalıklardaki artış çok daha önemli[7].



Bu enerji yoksulluğunun başlama sebeplerinden biri de aslında “kötü barınma koşulları”. Fakat bu kolay düzeltilebilecek bir şey değil, fakat makalelerde, ekonometrik çalışmalarda öneriler var.

Ana nokta birey sağlığı bunu bir yere not edelim. Ama hasta olması değil, belirli hastalıklardaki artış miktarı. Bunu da tekrar sınırlandırırsak küçük çocuklar önemli. Evet yaşlılar da hasta oluyor ve hastane masrafları çok daha yüksek oluyor. Bu tartışmayı sizlere bırakıyorum.

Avrupa Birliği tarafında bakarsak da[8], önce bir tanım yapılıyor, sonra bu tanımın parçaları tanımlanıyor. Mesela, enerji hizmetlerine yeterli ölçüde erişememek tanımında, erişememenin birkaç sebebi olabilir: ödeyememe, altyapı vs. Yeterli ölçü 18-21C gibi, enerji hizmetleri de, ana enerji hizmetleri olarak tanımlanıyor.

Birçok ülke için yıllık olarak, eve giren gelirin %10 üzeri kısmının ev yakıtlarına (elektrik, doğalgaz)’a harcanması bir enerji yoksulluğu eşiği olarak belirleniyor. Isıtma için kullanılmıyorsa benzin vs dahil değil. Bunun yanında ek metrikler de var.

Fakat ben biraz daha farklı bir yerdeyim. Öncelikle devlet verebileceği yardımı belirlemeli, sonra ana soruyu sormalı : “kime 1 kWh enerji hizmeti (elektrik/doğalgaz)

verirsek hayatı daha çok iyileşir". Yani desteğe en çok sesi çıkandan değil, aslında sesi hiç çıkamayan en dipten başlamak gerekiyor. Bu en dipten itibaren yardım ederek yukarı çıkmak çok daha rasyonel.

Mesela, kafamdaki yoksulluk denkleminde, yıllık ısıtma gün sayısı, eve giren toplam gelir, toplam banka harcaması (asgari ücretle iphone almaya kalktım, faturaları ödeyemiyorum, bu kapsama girer miyim?), evdeki çocuk sayısı ve bence çocukların doktora gidiş sebebi. Yeni bebeği olmuş ve hiç geliri olmayan, ayrıca en soğuk illerden birinde en fakir semtlerden birinde yaşayan bir aile bence bu konuda en çok desteklenmesi gereken kesim. Fakat dediğim gibi, literatürde birçok metriğe bakılıyor. Yani adil bir sistem için tartışılarak gelen bir muhakeme gerekiyor.

Bunları söylerken en önemli noktalardan, hatta ilginç noktalardan birinin, enerjinin neredeyse bedava verildiği ülkelerde herkesin fakirleşmesidir. Yani sistem düşünüldüğü gibi çalışmıyor. Nüfusun %5'ine verdin, bir iyileşme oldu, %10'una verdin o kadar iyileşme olmadı, %20'sine verdin toplam refah düşmeye başladı, %50'sine verdin topu attın gibi.

Ana nokta olarak bunun kısıtlı kaynak olduğunu bilinmeli, en düşük kesimleri bulmalı ve oradan itibaren, süreli (2-3 yıl), sadece kış dönemi gibi ilerlemek başlangıç fikri olabilir.

Ama en tehlikelisi, bir şeyi bedava vermek. Bedava verdiğiniz herşey kazanılmış hak oluyor. İnsan doğası bu. Bu destekler takipli ve süreli olarak yapılıyor. En önemli noktalardan biri de fatura ödeme alışkanlığının kaybettirilmemesidir.

Tüm bunların arasında enerji dönüşümü "adaletli bir dönüşüm" olarak enerji yoksulluğunu azaltmayacak. Benim gördüğüm teknokratik yapılar adaletsizliği arttırıyor. Biraz İbn Haldun'un mukaddimesine atıfla daha zeki ve kabiliyetli kişilerin sistemi daha acımasız. "Dünya büyük bir felakete gidiyor, modeller böyle söylüyor, bilim adamlarının dediğini yapmalıyız" ise söylem, sübliminal mesaj ile içten içe "geri kalan herşey teferruatıdır" denilmeye çalışılıyordur. Nitekim son çiftçi eylemleri, sarı ceketliler, Hollanda'daki nitrojen savaşları da belki bunların işaretidir.

Bu sebeple yazıyı bitirirken Harvard Profesörü Michael Sandel'in "The Tyranny of Merit", liyakatın zorbalığı kitabını da tavsiye edebilirim. Dünyayı yönetme hakkı en zekiler, en çalışkanlarda mı olmalı? İyi okullara sadece en iyi imkanlara sahip insanlar mı girebilmeli? Kitabın bir yerinde ilginç bir yöntem öneriyor, iyi okullara alımların bir kısmının da kura ile olması ve sistemin "en zekiler, en çalışkanların" köşeleri tuttuğu bir sistem olması yerine daha toplumu yansıtan bir sistem olmasına dair fikirler var. Enerji dönüşümü de bilim adamı-model-STK ekseninde çiftçileri görmedi bile, oysa herkes bu sonuçlarla yaşamak zorunda kalacak ve belki de aldıkları noktadan daha kötü bir dünya bırakacaklar, emisyonları düşük olsa da.

Enerji yoksulluğunu bir adalet çerçevesinde tanımlamak bir süreç. Çünkü adalet için muhakeme gerekmele birlikte, bu muhakeme en zekinin değil ortalama bir insanın muhakemesi olması gerekir. Bu sebeple ABD’de jüriler kura ile seçilir denebilir. Bu da “yoksulluk” gibi bir konuda iki kelime ile çözümün zor olduğunu, herkese para vermenin herkesi ilk durumdan daha kötü yapacağı, ancak deneyerek gidilebilecek bir yol olduğunu gösteriyor. Ama davranışsal iktisattaki gibi, ne verirsiniz, onun artık bir kazanılmış hak olarak değerlendirilmesine başta izin vermemeniz gerekiyor.

Yoksa ABD’de akıllı termostatlar ve sıcaklık limitleri karşılığı indirimli fiyatlarla enerji alacağını bilmesine rağmen, termostat derecesi anlaşmaya göre değiştirilince küplere binen tüketiciler de gördük. İnsan her yerde insan[9].

Olay bu kadar karışık.

---

[1] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Talihli\\_Amele](https://tr.wikipedia.org/wiki/Talihli_Amele)

[2] <https://www.hup.harvard.edu/books/9780674060470>

[3] <https://www.nature.com/articles/s41467-022-30146-5>

[4] <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A15948?lang=en>

[5] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8591752/>

[6] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629620303972>

[7] [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35684-1\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35684-1_4)

[8] <https://www.odyssee-mure.eu/publications/policy-brief/measuring-energy-poverty.html>

[9] <https://www.politifact.com/factchecks/2021/jul/09/tucker-carlson/tucker-carlson-distorts-texas-smart-thermostat-con/>