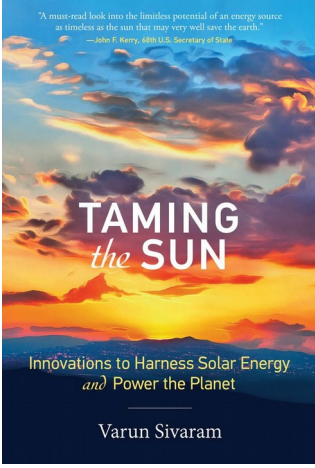


Kitap Özeti – Taming the Sun: Innovations to Harness Solar Energy and Power the Planet– Varun Sivaram



Güneşi Uysallaştırmak: Güneş enerjisinden faydalanacak ve gezegeni elektriklendirecek yenilikler

Yazar: Varun Sivaram

392 Sayfa

Goodreads skoru: 4.5/5

Barış skoru: 5/5

Giriş

Şubat 2018’de MIT yayınlarından çıkmış olan kitap, 2017 verilerini de içeren güneş konusunda hem ufuk açan hem de güneşin önündeki engellerin tespitini yapan bir kitap. Kitabı bitirdiğinizde “güneş herşeye yetecek” gibi bir noktadan, “daha yolun başındayız” tarzında bir izlenime kavuşuyorsunuz. Dikkati çektiği temel nokta, eğer inovasyon/yenilik yavaşlarsa güneşin sonu nükleer gibi olabilir. Şu anda tüm sistem silikon PV’ye odaklanmış durumda bu çok da doğru olmayabilir. Üç tip yeniliğe ihtiyaç var, iş modeli, teknoloji ve sistemik (şebeke) yenilik gerekiyor. Eğer ArGe artarak gelmez ise güneşte yavaşlayan ilerleme temiz enerji hedeflerini de tehdit edebilir diyor. Kitapta çok bilgi var. Aldığım notların bir çoğunu atladım. Kesinlikle okunası bir kitap. Başlangıçta oldukça vurucu bir noktadan (iki senaryo: karanlık ve iyimser) başlayan kitap teknik konularda çok anlaşılır açıklamalar ile başarılı. Bu senenin en iyi enerji kitaplarından biri. Varun Sivaram akademik geçmiş(PhD Oxford vs), politik konulardaki danışmanlığı ile konunun en önemli isimlerinden biri, kitabın hazırlanması için desteği de CFR (Council on Foreign Relations)’dan almış. Bir kitabı bitirdiğim ve özetini yazdığım zamanki algım genelde hep farklı. Gerçi kitap özeti yazmaktan nefret ediyorum ama çok eğitici de oluyor.

Kitap Özeti

Olaylar 2012’de Los Angeles belediye başkanı Antonio Villaraigosa’nın Varun’a kıdemli danışmanlık teklif etmesi ile başlıyor. Kendisi Oxford’da laboratuvarında turnak kadar güneş hücreleri yaparken, belediyenin helikopteri ile çevrede uçuş yaparken “vahşi ortamında” büyük güneş santrallerini görüyor ve Los Angeles tecrübesinden bahsediyor. Laboratuvardan bu geniş alanlarda güneş panellerine uzun bir süreç olduğunu hatırlatıyor. Şehrin elektrik şirketinden Ron Nicholas şebekeye daha fazla yenilenebilir eklemek, 747

motorunu uçuşun ortasında havada tamir etmeye benziyor diyor: yani yeni bir teknolojiyi hareketli bir parça olarak sisteme eklemek. Sektörün genelinde çelişkiler görüyor, mesela bilim adamları ticari teknolojinin ilerlemesinin durduğundan şikayet ederken, sektör kendi gelişiminin artışının reklamını yapıyor. Kitabın ana sorusuna burada geliyor. Eğer dünya yeniliklere acele olarak yatırım yapmazsa bugün ki alev kadar sıcak güneş piyasası yarın soğuyabilir. Kitap 4 bölüm. 1.bölümde güneşi bekleyen sorunlara değiniyor. Sonra bunları çözmek için gerekli 3 yeniliğe değiniyor. Bölüm 2’de Finansal yenilik; Bölüm 3’de teknolojik yenilik; Bölüm 4’te sistemik (elektrik şebekesini daha çok kastediyor) yenilik. Toplam 4 bölümde 10 alt bölüm.

Bölüm 1 – Uzun vadeli bakmak

Önce iki senaryo anlatarak başlıyor:

Birinci senaryo

2050’de dünya daha kirli, daha eşitsiz ve tehlikelidir. Büyük şehirler hava kirliliği sorunu ile boğuşmaktadır. Hala 1 milyar insanın güvenilir elektriği yoktur ve iklim değişikliği sebebiyle kuraklıklar, seller sıkça yaşanmaktadır. Kömür, gaz, petrol hala sıklıkla kullanılmaktadır.

2016 ise herşey iyi görünmekteydi. Hatta güneşin her an fosil yakıtları tahtından edeceği düşünülmekteydi. Yaklaşık 20 yıl bu popülerliği devam etmesine rağmen, 2030’ların ortasında bir zaman engellenemez denen büyüme yavaşlamıştır. Piyasalar doymuştur. Güneş daha ucuzlamasına rağmen neden artışı yavaşlamıştır? En önemli sebebi fiyatının düşmesine karşın, ürettiği elektriğin değeri daha hızlı düşmüştür. Miktarı arttıkça güneşe bağımlı bu elektrik üretiminin değeri azalır. Depolama artmış olsa da, güneş yoğun aylardan gri havalı aylara depolama çok pahalıdır. Gelişmekte olan ülkelerde ise, şebekeler zayıf kalmaktadır. İnsanlar otonom arabalarla hızla atan ulaşırma talebiyle de karşı karşıyadır. Elektrikli arabalar satışlarda liderdir ama fakat hala 1 milyar petrolle çalışan araç vardır. Daha da kötü olan ise, karbon emisyonları sebebiyle iklim geri dönülemez şekilde değiştirmiştir. Artan seller, kuraklık, su seviyeleri, göçleri tetiklemiştir. ABD çaturdayan bu dünya düzeninden kendi içine dönmüştür.

Geciken bu eforlar sebebiyle de artık emisyonları azaltma çabaları da durmuştur. Görülen o ki, güneşin hızla artışı hükümetleri yanlış bir özgüvene götürmüş ve güneş sektörünün hızla yavaşlaması ile bir kabusu uyandırmıştır. Temiz enerjiye geçişi otopilota bırakmak yerine başta bazı düzeltmeler yapsalardı bu kötü görünüm farklı olabilirdi

İkinci Senaryo: Daha aydınlık bir gelecek

2050’de bir çok soruna rağmen o kabus senaryoları gerçekleşmemiştir. Hükümetlerin en büyük sorunu yapay zekaya rağmen 10 milyon küresel nüfusa iş bulabilmektir. Temiz enerjilerin hızlı artışı iklim değişikliğini engellemiştir. İlk defa tüm fosil yakıtlar düşüştür. Petrol hala ulaşırmanın büyük bir kısmını karşılamaktadır. Bugün güneş dünya elektrik talebinin 3’te 1’ini karşılamaktadır. Yüzyıl bitmeden insanların tüm ihtiyaçları güneş ile karşılanabilecektir. İnsanlık en sonunda “güneşi uysallaştırmıştır”. Fakat bugünün (2050 yılında)panelleri, 2010lardaki Çin malı panellere benzememektedir. İlk başarılar dünyanın en büyük yatırımcılarını temiz enerji yatırımlarına çekmiştir. Bu ilk dönemin ağır, çirkin panelleri hafif, çekici ve verimli panellere evrilmiştir. 2030’da sanayi tipi yazıcılar rulolarca farklı renk ve saydamlıkta güneş paneli basmaktadır.

Mimarlar da bir çok binada dış cepheden camına bir çok yerde güneş paneli kullanmaktadır. En fakirin fakiri de güneş enerjisine güç yetirebilmektedir. Konsantre güneş santralleri (CSP) maliyetleri hızla düşmüştür, maliyetleri de. Ve enerjiyi ısı olarak da depolama sağlamaktadırlar. 2030ların ortalarında güneşi doğrudan

hidrojene çeviren malzemeler firmalarca büyük ölçekte üretilmektedir. Bu teknolojilerin tamamı 30 yıl önce (2020’de yani) kamu ve özel sektörün uzak görüşlü yenilikçi yatırımlarının bir sonucudur. Güneş teknolojilerinin toplam piyasa büyüklüğü petrol ürünlerinkinden büyüktür. ABD refah ve enerji güvenliğini sadece yılda birkaç milyar \$ ek ArGe bütçesi ile elde etmiştir.

Ülkeler büyük, kıtaları kapsayan şebekeler yapmışlardır. Bu şebekeler akıllıdır da. Elektrik talebi güneşin varlığına göre ayarlanmaktadır. Rüzgar da güneşe destek olmuştur. İklim değişikliği yavaşlasa da sürmektedir, ülkeler atmosferdeki CO2’i emmek için nihai müzakerelerdedir.

İki senaryoda mümkündür. Ama aydınlık ikinci senaryo için yeniliğe yatırımın hızla artması gerek. Güneş ışığı güne, mevsime, buluta göre vahşice salınmaktadır, kömür ve petrol ise güvenilir enerji depolarıdır. Bu vahşi enerji kaynağını uysallaştırmak insan zekasına muhtaçtır.

Güneşte daha çok yatırım çekilmeli, ülkeler enerji sistemlerini yeniden tasarlamalı ve bilim adamları bir sonraki jenerasyon güneş panellerini geliştirmeliler.

Hindistan mesela; yıllardır sorunlu elektrik şebekesini geliştiremedi. Eğer böyle devam ederse, güvensiz güneş enerjisini büyük şehirlere bağlayamayabilir ve daha çok kömür santrali yapabilir.

Dünyanın birçok yerinden örnekler veriliyor: Meksika, Japonya, Suudi Arabistan

Bu aslında dünyada ülkelerin topluca umutlarını devrimsel bir temiz enerji kaynağına ilk kez bağladıkları dönem değil. 1954’te Lewis Strauss, ABD nükleer enerji komisyonu başkanı nükleerin gelecekte “sayaç okuması için bile çok ucuz olacağını” söylemişti. 1969’da fazla nükleer enerjinin su ve gıda sorununu çözeceği, otomasyonlu fabrikaları enerjilendireceği hayal edilmiştir. 1996’da nükleer dünya elektriğinin %17.6sını karşılıyordu, 2016’da ise bu oran %10’a düşmüştü. Kazalar bir sebep olabilir. Ama daha derindeki bir sebep, ticari nükleer pazarındaki teknolojinin duraklaması olabilir. 20.yy’ın ikinci yarısındaki hemen hemen tüm nükleer santraller hafif sulu reaktördü. Gelişmiş tasarımlar daha ucuz, verimli olabilirdi. Güneşte benzer bir sorunu yaşayabilir. Eğer teknoloji duraklarsa güneşte nükleerin akıbetine uğrayabilir.

Enerji dönüşümleri Vaclav Smil’in tespitiyle yarım yüzyıl sürerken, temiz enerji dönüşümünün daha hızlı olacağına inananlar da var. Karbon fiyatlamasının durumu kurtaracağını sanmayın.

Kaybedilen her yıl, ikinci senaryoya geçişi daha pahalı olacaktır.

—

Yazar 2007 sonbaharında, Silikon vadisi startup’u Nanosolar’da dünyayı değiştirmek için çalışmak ile Stanford’a devam etmek arasındadır. Nanosolar CEO’su “Varun, Xerox Parc gibi olacak” demektedir. Şirket mürekkep püskürtmeli yazıcı ile alüminyum üzerine güneş modülleri (PV) basmayı planlamaktadır. 2008’de Nanosolar 300 milyon \$ VC (venture capital) sermayesi bulmuştur. Fakat 2008’den 2013’e güneş panel fiyatları, ucuz Çin panelleri ile %80 düşüncü gökyüzü şirketin üzerine yıkılır. 2013’te Nanosolar varlıklarını yok pahasına satar.

İki kazanan vardır: Çin ve silikon. 2016’da yatırımcılar güneş projelerine 116 milyar \$ yatırmıştır. Güneş yükselse de, Silikon vadisi startupları batmaktadır. Şirketler maliyetleri düşürmeye odaklanırlar.

Tarih

3000 yıl önce Çinliler yangsui denen (yanan aynalar) sistem ile ateş yakıyordu. Milattan önce 7.yy’da Çinliler güneşe dayalı mimari ile güneşe bakan evler yapıyordu. Sokrat MÖ 5.yy’da bu konuda dersler veriyordu. MÖ 1.yy’da Romalılar heliocaminus- cam oda ile sera etkisi ile hamamları ılık tutuyordu. 1. dünya savaşı sonrası bu mimarı Almanya’da da meşhur oldu. barissanli.com .MS 1.yy’da İskenderiyeli

Hero, güneş sifonunu yaptı. Leonardo da Vinci 4 mil uzunluğunda aynalar ile fabrikanının kazanını ısıtmayı tasarladı, bitiremedi.

Fransız matematik profesörü Augustin Mouchot, güneş için 3 kullanım belirledi: ısı motorunu çalıştırmak, elektrik üretmek, taşınabilir yakıtlar üretmek. 1874'te Fransa'da ilk yarım beygirlik güneş motorunu tasarladı.1879'da güneşi iki metalin bağlantı noktasına yansıtarak elektrik üretmeyi buldu. Bu elektriği de suyu hidrojen ve oksijene ayırmakta kullandı.

Güneşte ticari kullanım ise su ısıtma ile yaygınlaştı. California'da 1977'de eyalet havuzlarının %60sı güneşle ısıniyordu. 1979'da Başkan Jimmy Carter, Beyaz Saray'ın çatısına güneş panelleri koydu. 1986'da İsrail nüfusunun %60'ı güneşli su ısıtıcılarına sahipti. 2010'da Çin dünyadaki günısı sistemlerinin %70'ine sahipti.

20.yy'da ABDli girişimcilerin yaptıkları ise; 1901'de 15 beygir motor; 1911'de Frank Shuman'ın Mısırda çölde sulama sistemlerini çalıştırmak için U şeklinde aynalara yatırım, 1970'lerde kuleye odaklamalı güneş dönük aynalar; 1904'te günısı depolama ile 7/24 sıcak su sistemi Arizona'da yapıldı.

Güneş PV(fotovoltaik) hikayesi ise 1839'da Fransız fizikçi Edmond Becquerel'in fotovoltaik etkiyi keşfi ile başladı. Güneş kloridi asit çözeltisine daldırıp üzerini aydınlattı, en iyi sonuçların mavi ve ultraviolele olduğunu buldu, sebebini açıklayamadı. 40 yıl sonra İngiliz mühendis Willoughby Smith selenyum'u keşfetti. Mum ışığına tutup hızlıca çekince iletkenliğinin düştüğünü gözlemlediler. 1884'te Charles Fritts, New York'taki çatısının tepesine ilk defa selenyum panel koyan kişi oldu. 1905'te Einstein fotonların yeterli enerjiye sahip olanlarının elektronları yörüngelerinden çıkardığını anlatan yazısının yayınladı. 1935'te Westinghouse'da bir yönetici o yıllarda verimliliği %0.5 olan selenyum panellerin en az 50 kat verimli hale gelirse pratik olabileceğini yazmıştı.

İlk silikon hücreler ise bu kadar verimli değildi. 1953'te Gerald Pearson ve Calvin Fuller, silikon transistörün icat edildiği Bell Laboratuvarı araştırmacıları,ve bu aletin güneşe çok duyarlı olduğunu buldular. Daryl Chapin'i alarak uzaktaki telefon santrallerine elektrik verecek bir sistem üzerinde çalışarak %2.3 verimli ilk silikon PV'leri yaptılar. Chapin 1954'te %6 verimli PV hücrelerini tanıttı. NYTimes, bu buluşun "güneşin neredeyse limitsiz enerjisini insanlığın kullanımına verdiğini" yazıyordu.

1953'te Başkan Eisenhower "Barış için Atom" projesini açıkladı. 1955'te Cenevre'deki atom enerjisi konferansı büyük ilgi çekerken, 3 ay sonra Arizona'daki Güneş enerjisi sempozyumu kimsenin ilgisini çekmemişti. O zaman 1 Watt güneş hücresi 286 \$'a mal oluyordu. Fakat ArGe bütçeleri gelmiyordu, tüm gözler nükleerdeydi. 1950lerde ABD nükleere yılda 1 milyar \$ ayırırken, güneşe 100,000\$ ayırıyordu. Güneş kendine uydularda yer buldu birsüre. 1958'teki Vanguard I uydusu güneş enerjisi ile daha uzun süre çalışıyordu.

İlginç bir şekilde petrol şirketleri başta güneşe bayağı yatırım yaptılar. Exxon, Mobil, Arco, Amoco'nun güneş birimleri vardı. Arco 1980'de yıllık 1 MW kapasiteli güneş paneli fabrikasına 200 milyon \$ yatırdı. 1988'de dünyanın en büyük güneş hücre üreticisiydi.

Fakat 1990'larda Amerikalı petrol şirketleri güneşten çıkarken, Avrupalı petrol şirketleri girdi. BP ve Shell 1990'larda en büyük güneş üreticileriydi. Fakat 2000'lerde onlar da çıktı. Güneş sektörü 1970'lerdeki petrol fiyat sıçramalarından çok fayda gördü. Carter yönetimi güneş paneli ve günısı kuranlara %30'a kadar vergi desteği sağladı. 1980'de Kongre yılda 1 milyar \$ güneş desteğini onayladı. barissanli.com . 150 milyon \$'da PV ArGesi verdi. 1985'de Carter'in güneş kredilerinin süresi doldu. 1988'de Reagan güneş ArGe bütçelerini %75 düşürdü. Cumhuriyetçiler ideolojik olarak devletin sadece temel ArGe'yi desteklemesi gerektiğine inanıyorlar.

1990’larda Japonlar 10000 çatıya güneş projesi ve ArGe ile desteklerini arttırdılar. 2000’lerde Almanya dünyanın en büyük güneş enerjisi piyasasını oluşturdu. Neredeyse tek başına küresel PV üretim sektörünü büyüttü.

Küresel güneş sektörü tek bir teknoloji üstünde büyüyor: silikon güneş paneli. Silikon daha fazla ışık rengini emiyor olsa da yüksek enerjili mavi ve morötesindeki enerjinin bir kısmını ziyan ediyor. Bir de ilk zamanlar çok saf üretilmesi gerekiyordu. 1967’de amorf (amorphous-parçalı) silikon ile denemeler başladı, bu ince film şeklinde serilebiliyordu. Genelde kristale göre yarısı kadar verimliydi. İlk 6 ayda daha fazla verim kaybediyordu.

Diğer materyal ise GaAs gallium arsenid. 1970’te Sovyet bilim adamları ilk defa yüksek verimlilikli GaAs hücre yaptı. NASA’nın Mars araçlarında da kullanılıyor. Silikon’a en büyük rakip iki ince film teknolojisinden geldi. CdTe (cadmium telluride) ve CIGS(bakır, indium, gallium di selenide).

2000’lerin başında ABD’li FirstSolar CdTe üretimini hızlandırdı. Daha az verimli ama daha ucuza yapılabilirdi. 2006’da FirstSolar halka arz olduğundan 400 milyon \$’dan değerlendirildi. Bu o zaman büyük rakamdı ve Silikon vadisinin altına hücumu başlamıştı. Solyndra daha sonra düz panelleri silindir tüplere dönüştürmeyi planladı, 1 milyar \$ özel yatırım ve 2008’de 500 milyon \$ ABD hükümet yardımı aldı. Yazarın babası da o yıllarda Twin Creeks teknolojilerde çalışmakta ve büyük bir iyon tabancası ile silikon katmanları incecik ayırmak için bir cihaz geliştirmektedirler. NYT teknolojiyi radikal bulmuştur.

Fakat Çin’de üretim kapasitesi bir anda artınca, polysilikon fiyatları 2008’de 400\$/kg’dan 2010’da 50\$/kg’a düştü. Solyndra watt’ı 6.29\$’a mal edip, 3.42\$’a satmak zorunda kalınca 2011’de battı. Bir çok güneş şirketi de battı. Güneş Silikon vadisinde kötü bir kelimeydi.

Silikon fiyat düşüşü tek sebep değildi. Başta şirketlerin gerçekten uzak olması da sorundu. 3-5 yıl içinde yeni materyaller bulup, yeni süreçler yapıp, 3-5 yıl içinde yatırımcıların parasını döndürmek gerçekçi değildi.

Çin’in küresel yükselişi de kökenlerini Avustralya’dan alıyor. New South Wales üniversitesinden Prof Martin Green, PV’lerin babası olarak biliniyor, laboratuvarı dünyadakilerin en iyisi. Green ‘in öğrencileri bu teknolojileri alarak dünyaya yaydı. 1993’de Green hala silikon panellerin gelecek olduğunu söyleyen bir yalnız sestti.

Silikon vadisinin hızlı silikon gelişim beklentisine göre silikon gerçekte yavaş olgunlaşmıştı. 1980’lerden itibaren Green’in laboratuvarı %25’lere varan verimliliklere erişti. Green’in hücre mimarısı PERC bugün en popülerlerden biri. 1982’de Arco 5 yıl garanti önerirken, 1990’larda BP 20 yıl garanti öneriyordu.

Green’in öğrencilerinden Shi Zhengrong, dünyanın en büyük hücre üreticilerinden Suntech’i kurdu. Birçok öğrencisi de Çin’de üretici firmalarda yönetici oldu. Çinliler Arge’den çok fabrikalarını dünyanın en verimlisi yapmaya odaklandılar. Devlet teşvikleri ile büyük bir güneş sektörü kurdu. barissanli.com .2009-2010 arası panel fiyatları %30 düştü. 2013 gibi %50 daha düştü. 2013’te Çin, Almanya’yı tahtından etti. ABD ve Avrupalı üreticiler 2010-2012’de iflas etti, ucuz Çin ürünleri sebebi ile. Çin önce panel üreticilerini destekledi, sonra ise panel kullananları. Bu değişim sonucunda 2013’te Çinli Suntech de iflas etti.

Şu anda sektör stabil çünkü şirketler devrimci teknolojilere minimum yatırım yapıyor.

4 temel piyasa var

- Büyük üretim 10-100 MW
- Ticari ve sanayi : 2 MW’dan küçük

- Konut : 50 kW
- Şebekesiz (off-grid) : tek panel kadar küçük bile olabilir

Güneş panel fiyatları küresel kapasitenin her ikiye katlanmasında %20 düşüyor. Buna Swanson yasası deniyor (SunPower'dan Dick Swanson bunu ABD enerji bakanlığından Paul Maycock'un bulduğunu söylüyor ama onun adı ile anılıyor).

Hükümetler güneşi 3 şekilde destekliyor:

- Elektrik şirketlerine zorunluluk vererek (minimum buradan elektrik alacaksınız)
- Tesisleri sübvansede ederek
- Güneşten üretilen elektriği daha yükseğe satın alarak

Tüm bunlara rağmen sektör yıllık gelirinin sadece %1'ini ArGe'ye ayırıyor. Genelde ArGe'nin önemli kısmı da mevcut teknolojileri iyileştirmek üzerine

—

20 Mart 2015'te Alman şebeke operatörleri güneş tutulmasına hazırlanırlar. O gün "bugün kriz olarak gördüğümüz, 10 yıl sonra günlük bir fenomen olabilir" der Tennet'in kontrol başı Peter Hoffman. Bu tutulmaya Almanlar aylarca hazırlanmasına rağmen, bulutlara saatler hatta dakikalar içinde cevap verebilmeliler. Fakat dünyanın temiz enerji için daha fazla güneşe ihtiyacı var ve geçmiştekine göre daha büyük zorluklara bizi bekliyor.

Güneşin ürettiği saatlerde elektrik fiyatlarının daha hızlı düşmesi "değer deflasyonu" ve güneşin ekonomik değerini öldürüyor. Finansal yenilik daha fazla sermayeyi güneşe yönlendirebilir. Teknolojik yenilik de güneşten elektriğin fiyatının daha hızlı düşmesini sağlayabilir.

Schumpeter'e göre icat(invention) bir teknolojinin ilk kullanımı iken yenilik (innovation) ticarileşen teknolojik ürün veya süreç işaret eder.

"Güneş dünyanın enerjisine yeter" dense de dünyadaki fosil kaynaklar %80 birincil enerji ve bunlar güneş enerjisinin tarihsel-(ancient stores) stokları ve hala şanslılar.

Güneş yatırımının tamamı önden yapılıyor, gelirler ise elektrik üretiminden. Eğer büyük sermayeleri çekemezse güneş hızla büyüyemez. Almanya tüketici faturalarında %5'ten %25'e çıkan bedellerle destekledi. 2040'da küresel hedefleri için; bugünkü para sadece 3'te 1'i fonlayabilir. Daha çok fon lazım. Bu kadar çok para kurumsal yatırımcılarda var : emeklilik, sigorta ve ulusal fonlar. 2004-2011'deki temiz enerji varlıklarının sadece %2.5'i kurumsal yatırımcılarca finanse edildi. Çünkü güneş projelerine yatırım zor buluyorlar. Çünkü likidite ve ölçek yok. Yani küçük küçük yatırım yapmıyorlar. Hisse ve tahviller destek olabilir. Yatırımcılar endeks fonlarına yatırım yapabilir.

Şili 2013'te ideal bir yatırım piyasası gibi görünüyordu. 2004'ten beri Arjantin, Şili'ye verdiği doğalgazı sektiriyordu. Kuraklıklarda cabası. Geliştiriciler bunu fırsat bildi, fiyatlar yüksek seyrediyor diye uzun dönem fiyat garantisi olmadan işe girdi. Sonra hem bakır fiyatları düştü, elektrik talebi düştü (2013-2016), hidrosantraller artan yağış ile tam kapasite çalıştı ve düşen talebe artan güneş eşlik edince yatırımcıların gelirleri darmaduman oldu. barissanli.com . Sadece güneş kendininkini değil diğer santrallerin de değerini düşürdü. 2015'te EON'un net kaybı 8 milyar \$ oldu.

Uzun dönemli ticaret anlaşmaları (merchant arrangement) güneş gelirlerini daha hızlı düşürdü. Texas, Almanya ve California örneklerinde elektrikte güneşin oranı %15'e çıkarken, güneşin değeri %50 düşüyor.

Güneş sadece günde birkaç saat ürettiğinden anlık güç ve yıllık enerji arasında önemli bir fark oluyor. İtalya’da güneş 2016’da %10’a ulaştığında, pik fiyatlar geceye kaydı.

Elektrikte en yüksek güneş oranına sahip 5 ülkesi (De, Gr, İt, Sp, Jp)’ndaki güneşin payı %5-10 arasında durmuş gibi (Şekil 3.3). İstisna California %10 ile. 2017’de ise California’da yoğun yağışlar ile hidrolar tam üretime geçince, CAISO güneşten elektriğin 3’te 1’ini şebeke almayarak ziyan edebileceğini duyurdu. Çin’de 2016’da güneş panellerinin elektriğinin %10’u kesildi.

Tarihsel olarak şebeke atalet (inertia) ile güvenilirlik sağlar. Ağır döner kütleler (rotor) şebekedeki frekansa atalet sağlar. Güneş dolu bir şebeke, elektrik kesintisine daha açık. Çünkü döner kütlelerin sağladığı atalet yok.

Güneş elektriğin %30’unu sağladığından eğer değeri 25 cent/watt’a düşmez ise ekonomik olmaz.

Daha büyük şebekeler, akıllı eviriciler, elektrikli araçlar bu sorunlara derman olabilir. Kötü haber ise, teknolojik ve sistemik yenilik gecikmekte.

Sermayeyi kovalamak

2015 başında SunEdison rakipsiz gibiydi. Dünyanın dört bir tarafında güneş sözleşmeleri imzalıyordu. 5 milyar \$ ile rüzgar geliştiren bir firma ve ABD’nin en büyük çatı-güneş şirketini almıştı. 2015 temmuz’da piyasa değeri 9 milyar \$’dı. CEO Ahmad Chatila Exxon’u kastederek “400 milyar \$ piyasa değeri peşindeyiz” dedi. CEO yazara güneş imalat işinden çıkmanın en iyi fikirleri olduğunu söyler. Yeni güneş projelerine finans çekecek zekice yollar daha önemli der. 2000’lerin başında Sun Edison Solar-as-a-service (servis olarak güneş) iş modeline başlar. Müşterilerden borç alarak güneş yapıp, elektrik satış gelirleri ile ilk parayı geri ödemek anlamına geliyor.

YieldCo yapısında bir kısım yenilenebilir projeler bir şirket dahiline alınıyor ve halka açılıyor. Gelen gelirle yeni yatırımlar yapıyor. SunEdison iki Yieldco yapıyor, biri ABD biri de gelişmekte olan ülkeler için. SunEdison proje geliştiriyor ve Yieldco’larına satıyor. Dolayısıyla kendisine de para aktarıyor. Ama Yieldco’ların değeri hızla düşünce, 2016’da ise SunEdison 16 milyar \$ borç ile batıyor. Bu güneşteki finansal mühendisliğin sonu mu oldu?

New York enerji çarı Richard Kauffmann’ın bir analizi var: “ABD’deki projeler tahvil veya borsa yerine, sermaye(non-capital) olmayan piyasalar kaynaklarını : vergi özsermayesi (tax equity), banka borcu ve özel sermaye kullanıyor. Özel sermayenin beklentisi de %12-15 olabilir. Kamu sermaye piyasaları ile daha ucuza para bulunabilir. Güneş için iki tip sermayeye ihtiyaç var, özsermaye ve borç sermayesi. Özsermaye koyanlar şirkette pay alır, borç veren getiri ister. En ucuz özsermaye kamusal sermaye piyasalarından elde edilebilir.

Yieldco’lar aslında petrol ve gaz sektöründe çok kullanılan bir finansal araç. Sektör belki menkul kıymetleştirme (securitization) da yapabilir. Otomobil ve ev satın alma sektöründeki gibi. Bu ise tüketici borçlarından bir portföy yaparak ticareti yapılabilir bir menkule dönüştürüp yatırımcılara satmak. Bu menkulleştirme 2009 krizinin de sebeplerinden biriydi. Akılcı olmak lazım diyor

Yieldcolar aslında MLP (Master Limited Partnership) denen petrol ve gaz sektöründeki eski bir finansal araçtan geliyor. MLP’ler geniş bir petrol ve gaz altyapı varlıklarının bir portföy haline getirerek yatırımcılara sunuyor. Yatırımcılar MLP hisselerini borsadan alabiliyor. MLP’ler ABD vergi düzenlemesinde özel bir muameleye sahip. Kurumlar vergisi ödemiyor ve tüm geliri doğrudan hissedarlara veriyor. Kongre MLP’leri tüketilebilir doğal kaynaklarla sınırlamış durumda, 2012’de yenilenebilirde eklenmek istendi ama kongreden geçmedi.

Yieldcolar nasıl battı. Petrol fiyatları %20 düşünce yatırımcılar panikledi, hem MLP hem Yieldco'lar hızla satış yedi. (FED) Faiz artışları da Yieldco'ları zor duruma düşürdü. Haziran'da 4 Yieldco 2 milyar \$ daha hisse arz edince fiyatlar daha da düştü. SunEdison'un Yieldco'ları %80 değer kaybetti. Artık Yieldco'nun SunEdison'un projelerini alacak parası yoktu. SunEdison, Yieldco'dan para almak isteyince yönetim kabul etmedi fakat sonra teslim oldu, 150 milyon \$ verdi. Bu da Yieldco ve SunEdison'u daha aynı şirket-kontrol ilişkisine çevirdi. Daha çok panik oluştu.

Aslında bunlar çok uzun zamandır kullanılan araçlar. Mesela 2015'te sadece arabaların %14'ü tüketiciler tarafından doğrudan alındı. %55'i otomobil kredisi, %31'de kiralama yaptı. Çatı güneşte kullanılabilir.

Fakat bu iflaslar sonucu ABD'de güneş menkullerinin getiri beklentileri (yields) 2013'ten 2016'da %4.8'den %6.25'e arttı. 2016'da büyük güneş santralleri 1.06\$/watt iken konut tipi 2.89\$/watt'a mal oluyordu.

Fakat net-metering, net sayaçlama ve "death spiral", elektrik şirketlerin kendi elektriğini üretien müşterilerden şebeke yatırımlarının geri dönüşünü alamamaları büyük sorun. ABD'de dağıtık güneşte "topluluk güneş"(community solar)'da şirketler için problem. 2017'de bu kurulumlar tüm güneş kurulumlarının %5'ine ulaştı.

Japon teknoloji devi Softbank, Çinli CLP gibi şirketler büyük bilançoları ile güneşe girmeye başladılar. Google, Apple, Amazon enerji birimleri oluşturdu.

Kamu sektörü ise yenilenebilir projelerinde %15 fonlamaya sahip. MDB – çok taraflı kalkınma bankalarının sadece %4'ü yenilenebilir projelere, çoğu da hidrolara. %7si sadece güneşe. MDB'ler Borç birlikteliği (Loan syndication) ile yatırım çekebilir. Yeşil tahviller de bir yöntem.

–

Tanzanya'da fakir aileler çocuklarının ders çalışması için büyük zorluklara katlanıyor, cep telefonu şarj etmek için uzun mesafeler gidiyor. Off-Grid elektrik 12 Watt panel, şarj kontrolü, LED ile ayda 5\$'a bu hizmeti Afrika'da sağlayabiliyor. 6 ay sonra kitaptaki aile 15\$/aylık servise geçmeyi planlıyor, çok memnunlar.

Off-Grid 2011'de Oxford mezunları tarafından kurulmuş bir şirket. 2019'a kadar Afrika'da 100,000 eve ulaşmayı hedefliyor.

Her bölgedeki off-grid (şebekesiz) sistemler arasında fark var. Kenya-Tanzanya-Ruanda'da hükümet denetimi ve düzenlemesi yok, hızla yapılabilir. Hindistan'da ise aydınlatma gaz yağı için sübvansiyon var, sanal olarak fiyat düşük. Ayrıca mobil ödeme sistemleri de yasak. Afrika'da Off-Grid kontürlü (PAYG-pay as you go) sistemi ile başarılı oldu. 2016'da dünya çapında PAYG sistemleri 200 milyon \$ çekti.

Burada uzun bir tartışma var, yani her ne kadar bu şebekesiz elektrik yaşam kalitesini iyileştirse de bu marjinal ve dağıtık enerji çok daha pahalı. barissanli.com .Daha merkezi sistemler daha ucuza mal olur. Bunun için bu fakir devletlerin çok yatırım yapması gerek. Ama şebekesiz güneş özel yatırım ile yapılabilir.

Mesela ABD'de elektrik 12cent/kWh iken Afrika'da 30-50\$/kWh'a,100 misli) denk gelebiliyor. Yine de değişik sebeplerden bu SHS (güneş ev sistemleri – solar home systems) 2015'te yarım milyon eve kuruldu.

Afrika'da PAYG sistemlerinin atası telekom sektörü. 2007'de Kenya'nın en büyük mobil şebeke işletmecisi Safaricom, M-PESA adlı bir mobil ödeme sistemi başlattı. Bu da ekonominin temeli oldu. M-PESA yöneticileri, küçük SHS sistemleri için M-KOPA'yı kurdu. 4 yılda 300,000 haneye erişti.

Ruanda ve Tanzanya'da Mobisol'de 80-200 W sistemler ile 5 MW sistem kurdu(2016).

Bu tüketici borçlandırması yatırımcıları da çekti. 2015'te İngiliz startup BBOXX, dünyanın ilk şebekesiz güneş varlıkları menkulleştirmesini duyurdu ve %21 faiz ile yarım milyon dolar çekti.

Hindistan'da hükümetin mobil ödeme yasakları 2015'te yumuşadı. Merkez bankası telekom operatörlerine bankacılık lisansı verdi.

Burada mikrogridler de iyi bir yatırım olabilir. Popüler yöntemlerden biri "çıpa tüketici". Mesela bir mobil hücre operatörü bir GSM kulesine bir mikroşebeke kurar ve çevresindeki tüketicileri de kendine entegre edebilir. Hatta bir un fabrikası bile çıpa tüketici olabilir.

Tabii, AC mi DC mi (alternatif akım/doğru akım) tartışması da önemli. Mesela DC mikroşebekeler Hindistan'daki bir araştırmaya göre 3 kat daha az elektrik gerektiriyor.

"Sürü halinde elektrikleştirme" (swarm electrification), Sebastian Groh tarafından ortaya atılmış, tabandan tavana, merkezi zekası olmayan ve balıkların birlikte çalışarak birlik oluşturdukları analojisinden bir kavram. Şirketi ME SOLshare, 4 milyon Bangladeşliyi DC SHS (ev sistemleri) ile birbirine bağlıyor.

Aslında zayıf hükümetler elektrifikasyonu geciktiriyor. Ama bu dağıtık sistemler hükümet düzenlemelerinin minimum olduğu yerlerde çalışıyor.

Hükümetler şebekesiz sistemlerin fiyatlarını isterlerse düşürebilirler. Mesela, Hindistan'da EESL kurumu toplu LED lamba alımı ile tüm dünyada da fiyatları düşürdü. 200 milyon ampül sattı. EESL yöneticisi Saurabh Kumar şimdi klimaları hedefliyor.

Hükümetler ayrıca insan yetiştirebilir ve sermayeye erişimlerini arttırabilir.

Evrimle Devrim

Oxford'da doktora öğrencisi Mike Lee, Japonya'da, Tokyo üniversitesindeki yeni bir güneş hücresi tipi için kimyasal reçeteyi incelemeye gitti. Yanlışıklıkla reçetede ki 2 kimyasal konsantrasyonu yer değiştirdi. Hata sonucu %10 verimlilikli bir hücre elde etti. Silikon kadar olmasa da ticari olmayan bir materyalde büyük bir zıplamaydı bu. Mike'ın bu materyali perovskite'di.

İlk zamanlar perovskite biraz peri tozu gibi algılanıyor, yani üzerine serpererek daha verimli yapıyorsunuz. Fakat hocaları Henry bunun peri tozu değil "asıl olay" olduğunu söylüyor. Buluş rekabeti de getirdi.

2012-2016 arasında Science ve Nature dergilerinde 30'a yakın perovskit makalesi yayınlandı. Hızla daha verimli perovskitler dünyaya duyuruldu. Akademisyenler daha büyük perovskit hücreler yaparak, yoğun şekilde (nem-sıcaklık) testleri yapıyor. Ama 2006-2011 arasında güneş startuplarına, yatırdıkları paraları ceketlerine kadar kaybeden yatırımcılar uzak duruyor.

Güneş depolama ve şebeke genişleme maliyetlerini karşılamak için daha da ucuz olmak durumunda. Gelecek teknolojileri evrimden devrime kadar geniş bir spektrumda. Şu anda en gelecek vaadeden evrimsel teknoloji perovskit. Evrimsel teknolojiler devrime de götürebilir.

Organik ve quantum dot güneş hücreler de laboratuvarında ve alternatifler içinde. Belki bir gün koçtaş güneş boyalarını duvar kağıdı kadar ucuz fiyata satar. Henry daha sonra bir startup kurdu: Oxford PV ve çokca adından söz ettirdi.

Kristal mükemmel olur ise, foton enerjisi silikondaki "band aralığı" kadar elektronu hareketli hale getirir ve mükemmel kristalde bu elektron "sarhoş sürücü" gibi akım oluşturur. Fakat kristal yapıdaki hatalar bu akışı azaltır. Silikon'un band aralığı 1.1 eV. Bunun altındaki enerjili fotonlar elektron çıkaramaz. 3 çeşit kayıp vardır: Atmosferik kayıplar, termal kayıplar, voltaj kayıpları

Mike'in perovskit'i aslında sentetik perovskit. Doğada bulunan bir kristal yapısı türü. Normalde bu bir kristal yapısına işaret eder. Perovskit'in temel özelliği ise az bir efor ile mükemmel kristal yapısına ulaşabilmesidir. Düşük sıcaklıkta üretilmesi de kolayca esnek malzemelerin üzerine sürülmesini sağlar. Ayrıca perovskit'in ayarlanabilir bir band aralığı vardır. Bu sayede çok katmanlı güneş modülleri yapılabilir. Mesela 1.7 eV'luk perovskitler yapılmaktadır. Ayrıca maliyeti de çok daha düşük. Fakat dayanıklılığı da düşük. Güneş ışığı performansını düşürebilir.

Fakat perovskit de kurşun da var. Tin(teneke) kullanan formüller de deniyor ama verimliliği düşük.

Organik PV'lerde zehirli madde olmadan, değişik renk ve saydamlıkta üretilebiliyor. 2017'de en yüksek verimlilikler %12ydi. Ayrıca dayanıksızlık sorunları konusunda da ilerlemeler sağlandı

Quantum dot'lar da bir kaç nanometrelik yarı iletken yapılar. Verimlilikleri de %13'e ulaştı. Quantum dotlardaki önemli nokta ise bir foton ile çok elektronun hareketli hale getirilmesi (multiple exciton generation).

Ama acaba akademisyenler yanlış ağaca mı havlıyor(barking up the wrong tree). Amaç daha yüksek verimlilik mi? Evet maliyetleri düşürüyor. Toplam güneş maliyetlerini yarıya düşürmekte yeterli olmayacak. Güneş panellerinin maliyetini %50 düşürmek, büyük projelerde %15, konut tarzı projelerde %9 maliyet düşüşü demek. Bir rapora göre verimliliği %15'in üzerine çıkarmak ziyan olan emek.

Uzaydan elektriği mikrodalga ile göndermek konusuna da yer verilmiş.

Yarı iletkenlerde büyük şirketler %20 ArGe bütçesi ayırıyor. ABD'deki güneş firmalarında bu %4-7, Çinli şirketlerde ise %1. Herkes maliyet düşüşüne odaklanıyor. barissanli.com . Odaklanılan alanlarda polysilikon üretimi ve silikon panel kurulumu. Bu da sektörü teknoloji kilitlenmesi (technology lock-in)'e götürebilir. Ve sadece azcık daha iyi paneller ile ilerleme görebiliriz.

Aynı şey nükleerde de oldu. 2.dünya savaşı sonrası ABD amirali Hyman Rickover, denizaltılar için seçeneklerden sadece biri olan hafif su reaktörlerini seçti. Sonra uçak gemileri ve sivil reaktörler için de aynıını seçti. Bugün dünyadaki nükleer santrallerin %90'ı hafif sulu. Daha fazla ArGe türünün ilk örneği projelere gitmeli.

—

Toyota Mirai hidrojen ile çalışan araba. Mirai Japonca gelecek demek. Toyota elektrikli araçların daha yavaş kalkış yapacağına inanıyor. Mirai ile hidrojen fosil yakıtların yerini alır mı tartışması 7.bölümde inceleniyor. Fakat Toyota'nın aynı zamanda katı hal pillerine yatırım yaptığına da vurgu var.

Caltech'den Prof. Nate Lewis entegre bir güneş yakıt üreticisi, yani güneş ve sudan hidrojen ve oksijen üreten bir yöntem peşinde.

Bitkilerin verimliliği sadece %1. Fotoelektrokimyasal hücreler odakta. (PEC)

PV+ elektroliz ile 1 kg hidrojen üretimi 10\$'a gelebilir. 1 gallon benzinde 1 kg hidrojene eş enerji var. Fakat doğalgazdan hidrojen üretimi 6'da 1 daha ucuz. Nate aynı zamanda ABD enerji bakanlığının JCAP (Sanal fotosentez için ortak merkez)'inin başkanı. JCAP yakıt jeneratörünün %10 verimli olduğunu söyledi.

Dan Nocera'nın ilginç bir sözü var. Kalabalık biftek yiyorsa "Az önce ne çiğnediniz biliyor musunuz. Güneş! Biftek sadece günışığı enerjisi". Nocera 2011'de dünyayı sanal yaprak yaptığını söyleyerek sarsmıştı. Fakat çok zor bir ders öğrendi: asıl iş laboratuvardan sonra başlıyordu. Startup'ı Sun Catalytix'i depolama sistemlerine kaydırıldı.

En ilgi çeken konulardan biri ise saf karbon dioksit ile hidrokarbon yakıtlar üretmek. Bunu yapacak tesislere “güneş rafinerileri” denebilir. Nocera’nın amacı da doğrudan hidrokarbon üretmek. %6.5 verimli böyle bir test cihazı yapıldı ama katalizör olarak iridyum ve altın gibi pahalı maddeler kullanıyordu. Bakteriler ve kobalt fosfor ile çalışmalarına devam etti, %10 verime ulaştığını ilan etti. 2017’de de katalizör ve bakteri ile havadaki nitrojen’den amonyak üretimini örnekledi.

Diğer taraftan CSP’lerde hızlı ilerleme olmadı. California Ivanpah CSP tesisinde 2000 kuş, odaklamalı güneşten dolayı öldü. 2016’da aynaların hafif yanlış ayarı odağın kuledeki yerini saptırarak yangın ve metallerin erimesi ile sonuçlandı. 2016’da neredeyse kapanıyordu ki, 2.2 milyar \$’a mal olmuştu. ABD’de en ucuz CSP’ten elektrik maliyeti 2016’da 12 cent/kWh’di.

CSP’nin kurtuluşu ve geleceği depolamasında. Tüm tasarlanan ve mevcut santraller ısı depolamalı. 6-10 saat daha elektrik üretebiliyorlar. En önemlisi CSP yönetilebiliyor. Eğer CSP’ler daha yüksek sıcaklıklarda çalışırsa daha yüksek verimler mümkün. Fresnel kollektörleri 400 C ile sınırlı. Stirling çanak motorları 800 C’ye erişebiliyor ama ölçek yok. Kuleler ise 600 C’nin altında. Çünkü 600 C’de nitrat tuzlar parçalanıyor. Bugün bu kuleli sistemler %20-24 verimli. Kloridler 600-700C hatta üstüne çıkabilir. Süper kritik karbondioksit ve kombine çevrim yaparak %55 verim ve 6 cent/kWh mümkün.

Hibrit sistemler de olabilir ama sistemlerin optimal sıcaklık dereceleri çok farklı.

—

Büyük daha mı iyi

Japon zengin ile Çinli bir teknokrat “Küresel Enerji Enterkonneksiyonu”(GEI) adlı bir proje için bir araya geldi. 50 trilyon \$’lık proje tüm kıtaları yüksek voltaj hatları ile bağlayarak temiz enerji ile elektrikleştirmeyi hedefliyor.

Masayoshi Son, “Masa”, Japonya’nın ikinci en zengin adamı, Softbank’ın sahibi. Masa’nın Çinli destekçisi Liu Zhenya ise Çin şebeke şirketi State Grid Corporation’ın başkanıydı. Liu zamanında Çin UHVDC (çok yüksek gerilim DC hatlar-1 milyon volt) yaptı. 7 proje var. iki katı da planlamada. ABD hala ilk UHVDC hattını yapmaya çalışıyor. StateGrid Brezilya’da da 1500 milden uzun uzun hatlar yapıyor.

Liu 2016’da yaş haddinden emekli olunca projenin başına geçti (GEI). Proje maliyeti çok yüksek ve ülkeler birbirlerine bağımlı olmak istemeyebilir. Ama büyük ve bağlantılı bir şebeke daha çok yenilenebilir entegre etmek ve dengelemek opsiyonlardan biri.

Diğer bir opsiyon ise dağıtık şebekeler. Daha ucuza mal olabilir. Eğer şebeke ve ekipmanlar konuşabilirse akıllı da olabilir.

Süper ve dağıtık şebekeler ayrı olabilir ama ikisi de sistemik yenilik istiyor. Mesela yeni topolojiler, dağıtıklarda çift yönlü haberleşme vs...

Hibrit bir strateji ile hem genişletme hem de lokalleştirme en umutlu yol.

Danimarka mesela 2015’te Guardian’ın manşetinde rüzgar ile %140 elektriğini ürettiği söylendi ama aslında Nordik piyasasında rüzgarın payı sadece %15. Bağlantılı hatlar önemli.

HVDC hatlar daha ucuz ve verimli ama bu hatların ucundaki DC’den AC’ye dönüştürme maliyetleri daha yüksek. İlk ticari HVDC projesi 1954’te İsveç’te bir adayı ana karaya bağladı. 1970’de daha iyi eviriciler ile yeni hatlar yapıldı.

Büyük şebeke fikirleri Avrupa’da da var. DESERTEC, Kuzey Afrika ile Avrupayı bağlamayı planlıyordu. 2009’da başlamıştı, 2013’te yatırımcılar projeden çıktı. Avrupa’yı Kuzey Afrika’ya bağlamak 200 milyar \$’a mal olabilir.

2012’de Sandy kasırgası, NewYork’ta milyarlarca dolar zarara sebep oldu ve 2 milyon New York’lu elektriksiz kaldı. Sandy şehri besleyen santrallerin 3’te 1’ini devre dışında bıraktı, 5 ana iletim istasyonu da sel altında kaldı. Fırtınalar iklim değişikliği ile artmaya devam ediyor.

REV, Sandy sonrası New York’un “Reforming the Energy Vision” programı. Şebekeyi yeniden tasarlayarak daha çok dağıtık sistemlere dayalı olması üzerine kurulu. Ana şebeke iskelet ama yerel üretimin de olduğu. 2016’da Con Edison, New York dağıtım şirketi, dağıtık üretim, pil ve enerji tasarrufu ile 1 milyar \$’lık trafo merkezi ihtiyacının önüne geçti. Sektörün amacı daha fazla şebeke yapmak. REV ise daha dağıtık, verimli ve akıllı şebeke yapmak istiyor. REV aynı zamanda dağıtık elektrik piyasaları hedefliyor. California’da benzer dağıtık bir modele kayıyor. barissanli.com .En kritik noktası ise akıllı bir şebeke.

Dağıtık şebekelerde ihtiyaç olan yan hizmetleri, frekans-voltaj düzenlemelerini eviriciler sağlayabilir. Konut güneş sistemleri daha pahalı ama eviricilerin sağlayacağı ek destekler ile hem ekonomisi iyileşir hem de şebekeyi daha kararlı hale getirir.

Talep yönetiminde ilginç bir yöntem ise, Microsoft’tan geliyor. Veri bulutta iken, elektrik nerede ucuz ise veriyi oradaki merkeze taşıyarak oradan hizmet vermek. Talep yönetimi, akıllı sayaçlar ve çift yönlü haberleşme önemli.

Piller, akıllı termostatlar ve güneş koordine olarak sanal elektrik santralleri olabilir. 2017’de Avustralya Adelaide’de 1000 tane ev pili ağ ile koordine edilerek en büyük sanal santral yapıldı.

Mikrogrid -mikroşebeke teknolojisi ise bal peteği gibi yapılar ile , tıpkı telekomdaki hücre iletişimi gibi güç sistemi koordine edilebilir. Bu bağlantılı mikroşebekeler de HVDC hatlara bağlanabilir.

Sistemik yeniliğin en önemli noktası hibrit bir şebekeyi başarabilmek olabilir. Fakat güç sistemlerinin ilerlemesi yavaş. Akıllı mikro şebekeler birbiri ile konuşarak GSM ağları gibi haberleşip koordine olabilir.

–

21 Haziran 2016’da Elon Musk SolarCity’i alacağını duyurdu. Musk, SolarCity’ye milyonlarca dolar borç vermişti. Sahipleri de Musk’ın kuzenleri Lyndon ve Peter Rive’dı. Analistler bunu aile içi bir satın alma olarak gördü. Musk ise Tesla Motors’dan Tesla’ya bir plan sahibiydi ve çok öncesinde kamuoyuna duyurmuştu.

Musk elinde güneş enerjisi kiremitlerini tanıttığında bunların normal kiremit kadar pahalı olacağını söyledi. Birleşen şirket 2017 Nisan’da 50 milyar\$ piyasa büyüklüğüne sahipti.

Ama güneş ve depolama tek başına yeterli değildi. Jesse Jenkins’in belirttiği gibi ABD’yi sadece yenilenebilir ile elektrikleştirmek 37.8 milyon Tesla Powerwall (pili) gerektiriyor.

Elektrikli arabaların şebekeye destek vermesi önemli. Fakat güneş deniz suyunu artıma tesislerini destekleyebilir. Tarıma destek olabilir. Ve depolama bir çok türde karşımıza çıkabilir.

Dünyadaki en büyük elektrik depolama sistemi pompajlı hidrolar. Her depolamanın güç kapasitesi ve deşarj süresi farklı. AC sistemlerde kalite için daha hızlı tepki veren düşük güçlü sistemler olabilir. Talebi-üretimi 1-2 saat kaydırmak için başka bir sistem gerekebilir.

Lityum-ion aslında jenerik isim. Bu ion katoda göre değişir. Tesla da bu katod NCA (Nikel, kobalt, alüminyum). Chevy Bolt'ta NMC(Nikel mangan kobalt). Lityum piller güneş miktarı arttıkça yetersiz kalabilir. Çünkü en fazla 4 saat depolama sağlayabilirler. Akış pilleri daha iyi olabilir, uzun depolama için. Ama vanadium gibi maddeler ender elementler.

Güneşte silikona yapıldığı gibi, tek tip pile tüm parayı yatırmak da tehlikeli. ABD'nin birçok yerinde kışın ki güneş miktarı, yazın yarısı kadar. Büyük miktarda güneş mevsimler arasında yer değiştirmeli.

Büyük ölçekli sıkıştırılmış hava da kullanılabilir. Fakat jeolojik mağaralar istiyor.

Meşhur Jacobson makalesinin yanlışlarına da değiniyor. "Low cost solution to Grid Reliability Problem with 100% penetration of intermittent wind, water and solar for all purposes". Hesap hatası yapan Jacobson'un hesabının gerçekleşmesi için 600 Hoover barajı, trilyon dolar iletim hattı ve çok fazla yeraltı ısı depolama istiyor.

Buradan da Jesse Jenkins'in "esnek baz" kaynaklar kavramına geliyor (flexible base). Şu anda ABD'nin toplam depolama gücü 43 dakikalık elektrik talebini karşılar. Ama 100% yenilenebilir için en az 8 haftalık depolama gücüne ihtiyaç var. Yani kısaca 100% yenilenebilir en ucuz çözüm olmayabilir.

Nükleer, karbon tutma teknolojileri de gerekli demeye getiriyor son tartışmalarda. Çalışmalarda en düşük güneş ve depolama sistem fiyatları ile birlikte sistemde %43 esnek baz yük olması gerekiyor.

Piyasa yapısının da değişmesi gerekiyor. AB'de 28 ayrı kapasite piyasa mekanizması var. İlk öncelik minimum yedek kapasite ile yenilenebilirin belirsizliğini yönetebilmek olmalı. Eviriciler ile sentetik atalet sağlamak önemli. Yan hizmet destekleri ile güneş çözümün parçası olabilir. Bazıları da piyasayı ikiye ayırarak esnek baz ve yenilenebilir olarak ayırmanın faydasına değiniyor. BNEF'ten Michael Liebreich'de iki piyasa arasındaki farkı firm spread "güvenilir üretim fiyat farkı" olarak isimlendiriyor.

Elektrikli arabalar, hidrojen ekonomisi önemli.

31 Temmuz 2012'de çok kurak bir yılda insanlık tarihinin en büyük elektrik kesintisi oldu. Hindistan'da 700 milyon kişinin elektriği kesildi. Sebebi kuraklık sebebi ile sulama motorlarıydı. Hindistan hükümeti 26 milyon yeraltı suyu sulaması yapacak güneş pompası programı başlattı.

Son kısımda ise ArGe, Arpa-e ve ABD'nin yapması gerekenlere yer vermiş.

Arpa-e ilk analizlere göre gayet başarılı. Araştırmacılar 5 misli daha fazla patent ve yayın şansına sahip. Energy Frontier Research Center (EFRC)'lerden 36 adet kurulmuş. Ayrıca bir de Energy Innovation Hubs var. 2017'de 4 tane var.

Karbon vergisi de Acemoğlu'nun dediği gibi bir sorunu çözerken cevapsız sorular da bırakıyor. ABD, Çin'i kendi oyununda yenemez. Yenilik yapması lazım.

Son paragrafı

"Yaklaşık 10 yıl güneşi çalıştım. Bugün ki endüstri başladığım zamankine hiç benzemiyor. Ama insanlığın güneşi uysallaştırabilmesi için, güneş teknolojisi ve güneş sanayinin gelecek 10 yılda, bugünkine hiç benzemez olması gerekir. Ben bu geleceği merakla bekliyorum"

17 Haziran 2018

Barış Sanlı, barissanli2@gmail.com