

GÜNEŞ IŞIĞINI ELEKTRİĞE ÇEVİRMEYİ KİMLER, NASIL AKIL EDİP BAŞARDILAR?

Fransız Alexandre Edmond Becquerel'in, 1839'da, henüz 19 yaşındayken, babasının fizik laboratuvarında yaptığı ilk gözlemleriyle başlayan buluşu nasıl geliştirildi?

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan3@gmail.com, Almanya

Güneş, devasa enerjisini (*) milyarlarca yıldır ışınarak yayıyor ve bu ışınların ,4 milyar yıl kadar' daha süreceği kestiriliyor. 1700'lü yıllarda dünyaca tanınmış fizikçi Newton'a – Güneş ışığı, güneşte nasıl ortaya çıkıyor, ışığın kaynağını fizikte nasıl açıklarsınız? diye sorduklarında – o Tanrı'nın işidir, bilemem demiş ! Bugün artık, güneş ışınlarının, güneşteki hidrojen, döteryum, trityum, helyum gibi hafif atom çekirdeklerinin çok yüksek sıcaklık ve basınç altında FÜZYON dediğimiz olay sonucu kaynaşmaları sırasında oluştuğunu biliyoruz.

Güneş enerjisinden insanların çok az da olsa yararlanmaları ise yeni olmayıp, insanların yer yüzünde dolaşmalarıyla başlıyor. Güneş enerjisini doğru düzgün kullanmaları da Milat'tan 7 YY öncesine kadar gidiyor. İnsanlar, başlangıçta ya kızgın güneş altındaki yerlerde ya da büyüteçlerle, aynalarla güneş ışınlarını odaklayıp ateş yakarak yemek pişiriyorlar ve güneş ışınlarıyla ısıtılan odalar yapıyorlardı /1/. Milattan önce 3.YY'da Yunanlılar ve Romalılar ,yakan aynalarla' kutsal meşaleleri' dini törenlerde ateşliyorlardı. Yunanlı Arşimed'in, MÖ 3.YY'da, Romalıların tahtadan bir savaş gemisini bronz aynalardan yansıttığı güneş ışınlarıyla yaktığı ve Roma askerlerinin karaya çıkamadıkları öyküsü, anlatılır. Bunun doğruluğu kanıtlanamasa da, Yunan donanmasının, 1970'de tahtadan bir deneme gemisini bronz aynalardan yansıtılan güneş ışınlarıyla 50 metre uzaktan yaktığı ve eski öykünün doğru olabileceğini gösterdiği ise bir gerçek /1/.

Güneş ışınlarının bir metal yüzeye çarptığında, elektrik oluşturduğu, ilk kez 19.YY'da gözlemleniyor. Fransız fizikçi Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891), fizik profesörü olan babası Antoine Cesar Becquerel'in laboratuvarında o zamanlarda ilk sayılacak pillerle uğraşiyor ve bazı deneyler yapıyordu. Elektroliz deneylerinde, platin anod ile katod arasındaki akım şiddetinin, ışıklı laboratuvarında, karanlıktakinden biraz daha fazla olduğunu görünce, ışığın elektrolizde elektrik akımını artırdığı sonucuna, henüz 19 yaşındayken, varıyor. Bu, sonradan fotovoltaiik olay olarak adlandırılıyor. Ancak ışığın ya da elektromanyetik radyasyonun, o zamana kadar klasik fizikte bilinen dalga kuramıyla bu olayın temelini, Becquerel de daha sonraki araştırmacılar da, açıklayamıyorlar. Edmond Becquerel (***) bu arada güneş ışığı tayfındaki kısa dalgalı mor ışınları da buluyor.

A.E.Becquerel'in 1839'daki bu gözleminden sonra, 1873'de Willoughby Smith, Selenyum'un iyi bir fotoiletken olduğunu buluyor. 3 yıl sonra da 1876'da William Grylls Adams ve öğrencisi Richard Evans Day, fotovoltaiik yöntemi Selenyum'a uygulayıp gerçekten de Selenyum'un ışıktaki elektrik akımını artırdığını kanıtlıyorlar. 1883'de ABD'li araştırmacı Charles E. Fritts, selenyumu çok ince bir altın tabakasıyla kaplayarak çalışan ilk güneş hücresini yapıyor. Fotovoltaiik olayın nasıl olduğu o günlerde anlaşılmadığından Fritts, tanınmış bir uzman olan Werner von Siemens ile ilişki kuruyor ve Siemens, Fritts'in güneş hücresinin çalıştığını deneylerle doğruluyor. Fotovoltaiik olayın dayandığı temel, fizikte 1900'lü yılların başlarına kadar anlaşılamadığından, güneş ışınlarından elektrik elde etmenin teknolojisinde de pek ilerleme olmuyor.

Einstein ışığın, kendi frekansıyla orantılı olacak şekilde kesikli enerji paketçiklerinden (taneciklerinden, kuantalardan ya da fotonlardan) oluştuğunu, ışınlar bir metal yüzeye çarptıklarında fotonlar bu enerjilerini, elektronlara aktararak, bunları atomlardan söküp, serbest bıraktığını 1905'deki bilimsel makalesinde ,**fotoelektrik olay'** olarak açıklıyor.

.....
(*) 5 000 trilyon kWh kadar (Birim için yazının sonuna bkz.).

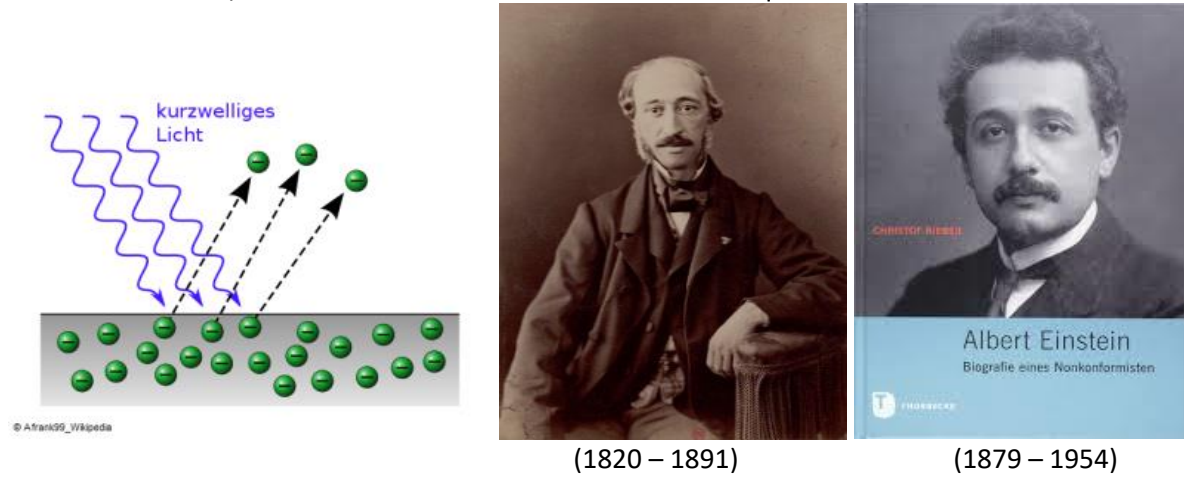
Einstein'ın bu açıklamasını, ABD'li Rober Millikan yaptığı deneylerle 1916'da doğruluyor. Einstein'a, çok bilinen Görelilik / Relativite buluşu nedeniyle değil, 'Fotoelektrik Olay'a getirdiği bu açıklama sonucu, 1921'de Nobel Ödülü veriliyor.

Fotovoltaik olay, temelde fotoelektrik olaya dayanıyor, ancak aralarında önemli bir fark bulunuyor. Her iki olayda da soğurulan ışık (fotonlar), bir elektronun ya da yüklü bir parçacığın daha yüksek bir enerji düzeyine yükselmesiyle sonuçlanıyor. **Fotoelektrik olayda**, güneş ışınlarından (fotonlardan) iletken (metal) malzemenin cinsine bağlı olarak belirli bir eşik enerjinin üzerinde enerji alan elektronlar tam serbest kalırlarken, **fotovoltaik olayda**, elektronlar yarıiletken malzemenin içinde (örneğin silisyum) yönlendirilerek bir elektrik akımı oluşturuyorlar ve böylece güneş ışınlarının enerjisi, elektrik akımına dönüştürülüyor. Buradan güneş hücrelerinde neden metallerin kullanılmalarının uygun olmadığı da anlaşılabilir.

Yarıiletken bir madde olan silisyumun özellikle kristal yapısı güneş hücresi olarak çok uygun.

Silisyum atomunun 3 yörüngesinde toplam 14 elektron bulunuyor. İlk 2 yörüngede sırasıyla 2 ve 8 elektron bulunuyor ve bunlar tümüyle dolu. Dış yörünge ise 4 elektron boşluğuyla sadece yarı dolu. Bu yörünge komşu atomlardan elektron çekip doldurmaya ya da komşu atoma elektron vermeye eğilimli olduğundan silisyum yarıiletken güneş hücresi olarak çok uygun bir madde.

Şekil 1a: Fotovoltaik olayın temeli olan Fotoelektrik olayda kısa dalgalı ışık fotonlarının, metal yüzeyden söktükleri elektronlar serbest kalıyorlar.



Şekil 1b: Daryl Chapin (1906 – 1995) ve Gerald Pearson (1905 – 1987), Calvin Fuller (1902 – 1994)) yarıiletken silisyum güneş hücrelerini, birlikte gerçekleştirerek, güneş enerjisini doğrudan elektriğe dönüştüren araştırmalarının teknolojide gelişmesine 1954'de çok büyük katkıda bulundular (ATT Bell Labs)

Güneş hücrelerinin ortaya çıkarılmasında ve geliştirilmesinde bir çok fizikçi katkıda bulunuyor /1/. A.Edmond Becquerel fotovoltaik olayın perdesinin aralanmasını sağlarken, güneş hücrelerinin ortaya çıkmasının öncülüğünü ise Charles E. Fritts (1850-1903) yapıyor. Daha sonra Einstein'ın yukarıda belirtilen çalışması ışığın karakterinde çığır açarak fotovoltaik teknolojinin gelişmesini sağlıyor. Transistörlerin bulunmasından hemen sonra da 1941'de Russel Ohl kullanılabilecek ilk güneş

hücrelerini yapıyor. Bell laboratuvarında çalışan üç araştırmacı 1954'de (Daryl Chapin, Calvin Fuller ve Gerald Pearson) yarıiletken silisyum maddesinden güneş hücreleri yapıyorlar /1,2,3/.

İlk güneş hücreleri nerede kullanıldı?

16 cm çapındaki fotovoltaik güneş hücreleri ilk kez 1958'de Vanguard 1 Uydusunda kullanılıyor ve 7 yıl boyunca uydunun dünyaya veri aktarması böylece sağlanıyor. 1955–1973 arası, fotovoltaik yöntemle elektrik üretimi, hem veriminin düşük (% 6 kadar) hem de pahalı olması nedeniyle ancak uzay teknolojisine ve bazı yerlere sınırlı kalıyor, fazla yayılmıyor.

1973'deki petrol krizi, 1979 ABD Harrisburg TMI ve 1986 Çernobil nükleer santral kazaları, güneş ışınlarından fotovoltaik yöntemle elektrik üretimine hız verilmesine ve bu konuda büyük paralar ayrılarak bu teknolojinin gelişmesine yol açıyorlar.

Her geçen yıl tüm dünyada güneş ışınlarından fotovoltaik yöntemle elektrik üretimi gitgide artıyor. Dünyada 2019'da güneş enerjisinin toplam kurulu elektrik gücü, 500 GigaWatt ya da 100 adet büyük nükleer santralin kurulu elektrik gücüne kadar yükseldi (Güneş Santralleri en çok % 20 verimle çalıştıklarından, yılda ürettikleri elektrik enerji, nükleer santrallerin ancak 1/5 kadar).

Fotovoltaik yöntemle güneş ışığının elektrik akımına çevrilmesini Şekil 3 ve 4 açıklamalarla gösteriyor.

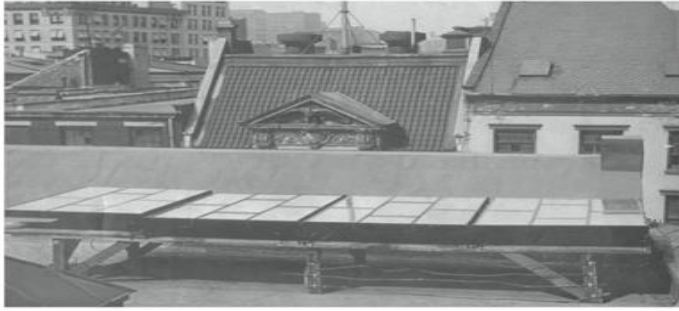


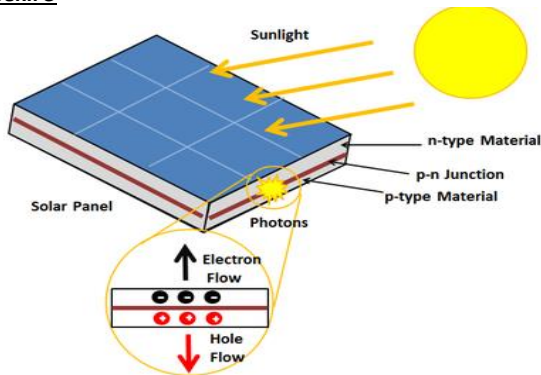
Figure 21.6. Charles Fritts put up the first photovoltaic array, in New York City in 1884.

Şekil 2 : Charles Fritts'in 1884'de NewYork'ta sergilediği ilk fotovoltaik panel

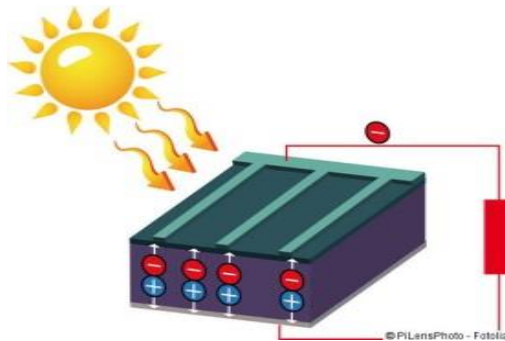
Şekil 3 : Bu örnekte 9 güneş hücreli (silisyum) bir panele çarpan güneş ışınları, artı ve eksi yüklü silisyum (yarıiletken) tabakaları arasındaki elektrik alanı sonucu voltaj oluşturarak elektrik akımı üretmesi gösteriliyor.

Şekil 4 : Yarıiletken (örneğin silisyumdan) bir güneş paneline, güneş ışığı çarpması sonucu, elektrik devresine elektrik akımının beslenmesi gösteriliyor.

Şekil 3



Şekil 4



Not 1:Güneş panellerinde bulunan sağlığa zararlı kimyasal maddelerin azaltılmasıyla ilgili daha önceki yazımızdaki önerilerin göz önüne alınarak gerekli önlemlerin alınması yararlı olabilir ve 25-30 yıl sonra ülkemizin bir çok yerinin binlerce eski panel çöplüğüne dönüşmesi önlenebilir umarız /4/.

Not 2: Güneş ışınlarından elektrik üretimiyle ilişkili diğer konuları bundan sonraki yazılarımızda ele alacağız.

(*) 1 Watt: Elektrik güç birimi olup 'Enerji aktarım (transfer) hızını' gösteriyor (enerji değil, enerjiyle karıştırılmamalı!). Güç (W)= Ws/s

Enerji birimi: WattSaniye (Ws) = Güç (Watt) x Saniye (s).

1 WattSaniye (1Ws): 1 saniyede üretilen ya da tüketilen 1 Joule'lük enerji, elektrikte, 1 Ws'dir.

1 Joule: Örneğin 100 gramlık çikolata paketini yerden 1m yukarıya kaldırmak için gereken enerji.

1 WattSaat (1 Wh) = Güç (Watt) x Saat (h).

1 kWh = 1000 Wh, 1 MWh= 1 Milyon Wh, 1 GWh= 1 Milyar Wh, 1 TWh= 1 Trilyon Wh= 1 Milyar kWh

Örneğin 1 milyar 100 Watt'lık ampülü 10 saat yakabilmek için 1 milyar kWh'lık enerji gerekecek.

.....
() Alexandre Edmond Becquerel'in oğlu olan Antoine Henri Becquerel, Marie ve Pierre Curie ile birlikte uranyum'un radyoaktif olduğunu göstererek radyoaktiviteyi açıkladılar ve kendilerine bu buluşları nedeniyle Nobel ödülü verildi. Dededen toruna kadar Becquerel'ler profesör olarak çalışıp bilime katkıda bulundular.**

Kaynaklar:

/1/ https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf

/2/ <https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm>

/3/ <https://photovoltaiksolarstrom.com/solarzelle-funktion>

/4/ <https://docs.google.com/viewer?url=https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2018/06/GUNES-PANELLERI-Atakan-30062018-1.pdf&embedded=true&iframe>

Not: Bu yazı HBT dergisinin 205 nolu sayısında 28 Şubat 2020 günü yayımlanmıştır.