

# Primer Enerjiden Doğrudan Doğruya Elektrik Enerjisi Üretimi

Ali AYTEKİN  
Y. Müh.  
Ereğli D. Ç.

## Özet:

Son yıllarda primer enerjiden doğrudan doğruya elektrik enerjisi üretimi için yapılan çalışmalar ve bu konu üzerindeki gelişme imkânları aşağıda gözden geçirilmektedir. Çalışmalar aşağıdaki isimler altında toplanabilir: Magnetohidro-dinamik usul, yakıt pili, Termoelektrik ve Termionik.

Bu usullerden hiçbirisinin yakın bir gelecekte alışılmış enerji üretiminin yerine geçmesi muhtemel görülmemektedir. Mamafih gelişmeler kaydedildikçe bu üretim usullerinden özel tatbikatta (meselâ uzay gemileri gibi) ve ayrıca, umumî sistem randımanını önemli bir derecede artırmak üzere türbo - jeneratörlerle birlikte kullanmak suretile faydalanmak mümkün görülmektedir.

Halen enerji üretiminde buhardan istifade suretile çalışan türbo - jeneratörlerin nihaî randımanının kıymeti makul bir kat'iyetle tahmin edilebilmektedir. Buhar devresindeki inkişaf, buhar evsafi ve jeneratör üzerinde yapılacak çalışmalar termik randımanın az da olsa bir miktar artmasına sebep olacaktır. Bu yöndeki gelişmeler, daha yüksek sıcaklık ve basınçların kullanılmasını icabettirdiğinden, tesis bünyesine daha pahalı malzemenin girmesini gerektirmekte ve proje masraflarını da artırarak ilk yatırımı artırmaktadır. Bu güne kadarki gelişmelerle elde edilen daha randımanlı ünitelerde kaydedilmiş olan maliyet artışları, gittikçe daha büyük kapasiteli üniteler inşa etmek suretile elde edilen tasarruflarla karşılanabilmektedir. Bununla beraber bu maliyet dengesinin ilelebet böyle devam edeceği düşünülemez. Çok yüksek güçlü ünitelerin her yerde kullanılması mümkün olmadığı gibi, enerji şebekesine bağlanabilecek ünitelerin muayyen büyüklükleri aşmaması için teknik tahditlerin olması da varittir.

Zamammızdaki kömür veya akaryakıt kullanan santrallerin kazandığı en yüksek randıman % 40 civarındadır. Bu çeşit santral randımanının 1980 yılına doğru nihaî kıymet olan % 45'e ulaşması beklenmektedir.

Enerji üretiminin endirekt oluşu randımanı şunrlayan en önemli unsurdur. Primer enerjinin meydana çıktığı nokta ile nihaî mahsul olarak elde edilen elektriğin üretildiği nokta arasında, konvansiyonel santrallarda, ısı eşanjörleri ve muhtelif şekillerde dönen makineler girmekte-

dir. Meziyetleri ne olursa olsun atom enerjisinin fosil yakıtlar yerine kullanılması, mutad buhar üretim kazanları ve türbo - jeneratörlerde mevcut bünyevî randıman tahditlerini ortadan kaldırmaktadır. Son zamanlarda tecrübeleri yapılan atom santrallerinde randıman % 30 civarında bulunmuş olup bu kıymet kaydedilen en yüksek randımanlardan bir hayli düşüktür. Mamafih atom santrallerinin da randıman itibarile fosil yakıt kullanan santrallara ulaşacağına muhakkak nazariye bakılmaktadır.

Yukârda bahsi geçen verim düşüklüklerini telâfi etmek ve aynı zamanda ilk yatırım ve bakım masraflarını azaltmak gayelerini güden" ve buhar üretimi ile türbin ünitelerini ihtiva etmeyecek primer enerjiden (kimyasal, termik ve nükleer) doğrudan doğruya elektrik enerjisi elde etmek konusunda yapılan çalışmalar, son yıllarda gittikçe artan bir ilgi görmektedir.

Daha geçen asırda enerjinin doğrudan doğruya çevrilmesi meselesinin mümkün olduğu nazari ve tatbiki olarak meydana çıkmış; ancak bu husus, metallerin termo - elektrik olayında olduğu gibi, daha ziyade bir lâboratuvar çalışması halinde kalmış ve bundan sıcaklık ölçme tekniğinde faydalanılmış olmakla beraber büyük ölçüde enerji transformasyonunda çok verimsiz bulunmuştur. Bununla beraber son zamanlarda atom reaktörü ve roketlerde sıcaklık ve malzeme teknolojisinde kaydedilen hızlı gelişmeler, âlim ve mühendisleri, yeniden ve daha kesin maksatlarla, primer enerjiden doğrudan doğruya ve daha geniş ölçüde ekonomik elektrik enerjisi elde etme meselelerini tetkike sevk etmiştir.

Bulunan sonuçların cesaret kırıcı olduğu söylenemez. Çalışmalar dört esas fikir etrafında toplanmaktadır. Meseleye henüz ekonomik adedilebilecek bir cevap alınmamış olmakta beraber, ümitler belirerek mühim ölçüde araştırma ve geliştirme işlerine girişilmiştir. Dört esas fikir şunlardır:

• 1 — Magneto - hidro - dinamik (MHD) usul (Bir sıcak gazdaki pozitif ve negatif yüklerin ayırılması),

2 — Yakıt pili (Bir kimyasal reaksiyon esnasında pozitif ve negatif yüklerin ayırılması),

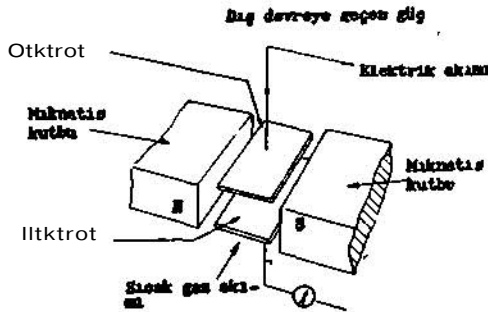
3 — Termoelektrik çevirme (Termokupl prensibinin tatbiki),

4 — Termionik çevirme (Radyoda kullanılan diyodun tatbiki).

Bütün bu direkt transformasyon usullerini kapsıyan oldukça zengin bir literatür meydana gelmiş bulunmaktadır. Buna, fotosel gibi diğer şekil transformasyonlar olarak kullanılan ve peyk ve feza sondajlarında faydalanılan uzun ömürlü ve kullanışlı enerji kaynakları hakkındaki yayınları da eklemeliyiz. Bu yazıda son 1 - 2 yılda vukua gelen inkişaflar özetlenmekte, şimdiki durumun değerlendirilmesi yapılmakta ve ekonomik olarak enerji üretimi bakımından gelecekte beklenenlere temas edilmektedir.

#### MHD Transformasyon

Yukarda adları verilen dört transformasyon sisteminden, MHD usulü alışılmış türbo-jeneratör sistemine en çok yaklaşmaktadır. İki sistem arasındaki en mühim fark şudur: MHD jeneratöründe iş yapan akışkan elektrikli iletkenidir ve bir mıknatis alanından geçirilmektedir; halbuki türbin - jeneratör sisteminde iş yapan akışkan türbinin dönmesini temin etmekte ve bu da bir iletkenin mıknatis alanında dönmesini sağlamaktadır. Her iki usulde de Faraday kanunu gereğince iletkende bir elektrik akımı endüklenmekte olup bunun yönü hareket ve mıknatis alanına dik bulunmaktadır. MHD jeneratörü Şekil - 1'de şematik olarak görülmektedir.



Şekil • 1 — MHD jeneratörünün şematik diyagramı

MHD jeneratörü prensip olarak bu kadar basit olduğu halde, bununla büyük çapta ekonomik enerji üretimi için kurulacak tesisin bünyesine giren malzeme bakımından bütün modern teknolojiyi kapsıyan büyük tatbikî zorluklarla karşılaşmaktadır. Meselâ, iş yapan akışkan olarak kullanılan akışkanın elektrikli iletken olması gerektiğini söyledik; şu halde bunun kısmen iyonlarına ayrılmış olması iktiza eder. İstenen iyonlaşma oranı yüksek olmayıp % 0.1 civarındadır; fakat bunu temin için bir gazı 2000 - 3000 °C sıcaklığa çıkarmak icabettiği gibi ayrıca buna kolayca iyonlaşan alkali tuzları eklemek gerekir ki bu da konuya yeniden korozyon meseleleri ekle-

mektedir. Bundan maada, oldukça büyük güçler elde edebilmek için gaz hızının birkaçbin kilometre/saat olması ve birkaç metre küp hacimle gayet kuvvetli bir mıknatis alanı meydana getirilmesi icabetmektedir.

Yukarda zikredilen meseleler üzerine birkaç Avrupa memleketinde, Japonya'da, İngiltere ve Amerika'da araştırmalar yapılmaktadır. Aşağıda verilen bilgiler esas olarak İngiltere ve Amerika'daki çalışmalara ait bulunmaktadır.

Şuna işaret edelim ki elektrik iletkeni olarak kullanılan gazın aynı zamanda termodinamik akışkan olarak kullanılmasına zaruret yoktur. Sheffield Üniversitesinde bir grup iki ayrı gaz kullanarak «Striation» tādili denen bir usul üzerinde araştırma yapmaktadır. İş yapan (yanma) gazın ısı enerjisi kinetik enerjiye çevrilmekte ve bu da iletken gazı hızlandırmada kullanılmaktadır. Bu suretle iletken gazın anı genişletilmesi suretile hızlandırılması icabetmediğinden, bu yüzden gaz soğuması ve iletkenlik azalması meydana gelmemektedir. Esas olarak fasıllı şekilde her iki gaz sıra ile jeneratörün mıknatis alanından geçirilmektedir. Bu usulle daha yüksek üretim verimi temin edileceği ümit edilmekte ve endüktif kulaj tatbiki suretile doğrudan doğruya alternatif akım üretme avantajının sağlanacağı tahmin edilmektedir.

«Striation» usulünün kıymetlendirilebilmesi için yeniden bir hayli tecrübi çalışma yapılmasına lüzum vardır. Eğer güvenilir miktarda üretim imkânı hasıl olursa ayrıca maksada uygun elektrotlar geliştirilmesine de ihtiyaç olacaktır. İngiltere'deki Millî Elektrik İdaresine ait bir laboratuvar raporuna göre, çok uzun ömürlü ve istikrarlı elektrot olarak soğutmalı metal yüzeyleri kullanılması teklif edilmektedir. Bu yüzeye gaz akımı sonucu olarak ince bir karbon tabakası konacağı ve bu tabaka yenildikçe yerine yeniden karbon birikerek muayyen bir kalınlıkta bir tabakanın muhafaza edileceği ve bu sayede elektrot yüzeyinin daima aynı kalacağı ileri sürülmektedir. Elektrodun karbon yüzeyi bu esnada sıcak olacağından elektron neşrederek gaz iletkenliğini de artırmış olacaktır.

Jeneratörün muayyen noktalarında nisbî yüksek yoğunluklarda iyonizasyon meydana getirme usulleri, bilhassa termik olmayan usuller bulunması için büyük gayretler sarfedilmekte ve bu suretle aşırı gaz sıcaklıklarından uzaklaşmağa çalışılmaktadır. Bilhassa gaz akımını konsantre elektron ışınlarına maruz bırakarak, bu araştırmalarda mahdut bir başarı sağlanmışsa da, üretim şartları altında iyonizasyonun ne kadar zaman devam ettiği hususunda pek az bilgi mevcuttur.

MHD hakkında Amerika'da yayınlanan iki rapor çok dikkate şayan bulunmaktadır. Birinci raporda 10 kW gücünde bir tecrübi generatörün 50 dakika çalıştırıldığı bildirilmektedir. Bundan evvelki tecrübelerde (1-2 yıl önce) aşırı ısınma sonucu durmalar sebebiyle bu generatörler 5 dakikadan az çalıştırılabildiğine göre, yukarıda bildirilen süre önemli bir ilerleme mahiyetindedir. Diğer raporda 600 kW. lık bir makinenin işletildiği ve 2000 kW güçlü bir diğerinin de proje safhasında olduğu bildirilmektedir. 600 kW. güçlü olan makine aşırı ısınmadan evvel sadece birkaç saniye çalışabilmekte ise de böyle kısa süreli, çalıştırmalardan dahi değerli bilgiler elde edilmektedir. MHD geenratörünün ticarî bakımdan ilgi çekebilmesi için, gücünün birkaç megavrata ulaşması ve günlerce veya haftalarca devamlı çalışabilmesi gerekmektedir. Bu hususa ilerde dönülecektir.

#### Yakıt Pili

Yakıt pilinin prensibi esas itibarile bildiğimiz normal elektro - kimyasal pillerin aynidir. Bu prensibe göre bir yakıttaki valans elektronları yanma mahsulleri tarafından kapılmadan tutulabilmekte ve bunlara faydalı iş yaptırılmaktadır. Alelade yanma olayında ısı şeklinde enerjiye dönüşmektedir. Elektro - kimyasal pillerde ise bu enerji ısı haline dönmeden ele geçirilmektedir. Bu usulde Carnot devresine ve bunun verimi tahdit eden tesirine girilmemektedir. Halbuki gerek konvansiyonel ve gerekse yukarıda sıralanmış olan direkt transformasyon sistemlerinde Carnot devresine girilmektedir. Bu sebepledir ki bütün bu sistemler içerisinde «intrinsik» olarak en yüksek randımana sahip olabilen sistem yakıt pildir. Hakikaten, bu tip pillerde % 80 randıman elde edildiği yayınlanmıştır.

Faydalı ve portatif bir enerji dönüştürücüsü olan normal piller, geniş çapta enerji üretimi için tamamen faydasızdır. Böyle bir kullanmaya imkân vermeyen başlıca mahzurlar arasında başta kısa ömür ve pahalılık gelmektedir. Bir el fenerinde kullanılan elektrik enerjisinin maliyetinin kWh başına birkaç sterlin (1 sterlin = 25 lira) olabileceği hesaplanmaktadır. Bu sebeple normal piller, sarfiyatı gayet az olan el feneri ve transistorlu radyo gibi sahalarda kullanılabilir. Normal piller, sarfiyatı gayet az olan el feneri ve transistorlu radyo gibi sahalarda kullanılabilir.

Normal pillerde enerji maliyetinin bu kadar yüksek olmasına başlıca sebep, tipik bir pilde okside olan yakıtın çinko gibi nisbeten pahalı bir metal oluşudur. Konvansiyonel pillerin faydalarına sahip olup bunların mahzurlarını ihtiva etmeyen bir elektro - kimyasal enerji ünitesine olan ihtiyaç dolayısıyla yakıt pili fikrine gidilmiş, yani, devamlı olarak ucuz yakıt beslemek suretile çalışan bir elektro - kimyasal pil düşünülmüştür.

Böyle bir pilin yanma mahsulleri devamlı olarak reaksiyon yerinden uzaklaştırılmalıdır. Burada bilhassa tebarüz ettirilmelidir ki ucuz yakıttan kasıt, fosil yakıtlar olan kömür ve akaryakıttır. Yahut ta bunlardan kolayca elde edilebilen diğer maddelerdir. Saf olmyan hidrojen de nisbeten ucuz olmakla beraber, bu gazla çalışan piller çok saf hidrojene ihtiyaç göstermektedir. Çok saf hidrojen ise gayet pahalıdır.

Pillerde uygun bir yakıt bulunmasile ilgili bir mesele de, kimyasal reaksiyonu hızlandırmak ve bu suretle geniş çapta ekonomik üretim yapabilmek için muayyen bir özgül üretim gücünü sağlamaktır. Normal olarak, reaksiyon kinetiğine göre, olayın sıcaklığını ve basıncını artırmak akla gelmektedir. Bu ise, maalesef, korrozyon hızını artırdığından, korrozyona karşı çok dayanıklı elektrotlar yapılabilmeye kadar esaslı bir tedbir olamayacaktır. Elektrot malzemesi ve imalatı konusunda halen esasa müteallik geniş araştırmalara devam edilmektedir. Katalizör ve sair surette elektrot yüzeylerinin aktif duruma getirilmesi reaksiyon hızını artırabilecektir. Bu gibi araştırmaların sonuçları yakıt pillerinden başka, sanayiye, elektroliz işlerinde kullanılan elektrotlara da yararlı olabilecektir. Belki de bu yüzdendir ki, konu, literatürde genel olarak ele alınmakta, fakat ticarî kıymeti olan hususlar kapalı bırakılmaktadır.

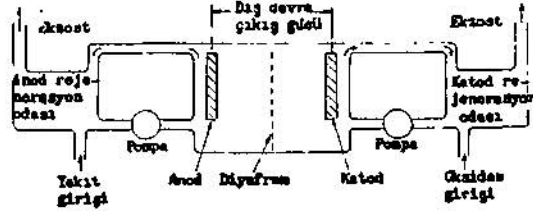
Reaksiyon hızını artırmak için kullanılacak esas bir usul, yakıt, elektrolit ve elektrot arasındaki üçlü sınırı genişletmektir. Zira bu sınır sahasındadır ki esas reaksiyon yer almaktadır.



Şekil - 2 — t.Hydrox» tipi yakıt pili Hidrojen oksitlenmesinde çıkan enerji direkt olarak elektrik enerjisine çevrilmektedir

Yakıt gaz olduğu takdirde bu husus, şekil - 2'de görüldüğü gibi geçirgen gaz difüzörü olan elektrotlarla sağlanmaktadır. Diğer taraftan gaz yakıtlar depo edilmeğe müsait değildir. Bu arada metanol denen bir sıvı, yakıt olarak teklif edilmektedir. Bu yakıtı kullanmak suretile kısa-süreler için akım yoğunluğu yükselmekte ise de az zamanda «formate» teşekkül etmekte ve bu da methariolun reaktivitesini bozarak pili boğmaktadır. Formate'i ortadan kaldırmak için kullanılan usulde pilin randımanını son derece-azaltmak icabetmektedir.

Kömür tozu gibi katı yakıtların pillerde direkt olarak kullanılmasının uzun zamana muhtaç olduğu sanılmaktadır. Bu gibi yakıtların endirekt olarak veya rejeneratif sistemlerde bir rol sahibi olabileceğine işaret edilmektedir. Bu meyanda, elektrotlarda yakıt ve okside edici yerine sair daha hızlı reaksiyonlar ikamesi düşünülmekte, ve asıl pilin dışında başka bir yerde yakıt ve okside edici maddeleri kullanarak bu hızlı reaksiyon veren maddeleri tekrar türetme hususu tasarlanmaktadır. Bu tasarı şekil - 3'te gösterilmiştir.



Şekil . 3 — Rejeneratif yakıt pilinin sematik diyagramı

Son zamanlarda hakkında bilgi verilmiş olan böyle bir sistemde, anotta çinko amalgam'ın oksitlenmesiyle elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu reaksiyon normal sıcaklıkta yer almaktadır. Okside olmuş olan metal rejenerasyon odasına sevkedilmekte ve orada yüksek bir sıcaklıkta tutulan kömürle temasla oksitten metal rejenerasyon odasına geçmektedir. Bu sırada kömür devamlı olarak karbon monoksit haline gelmekte ve rejenerasyon odasına metal de tekrar pilin içine avdet etmektedir. Metal bu devreyi mütemediyen dolaşmaktadır. Bu sistemde kullanılan amalgam, nisbeten pahalı bir madde olduğu halde, sarfedilmemektedir ve sadece kömürün devamlı olarak oksidasyonunu temin eden katalizör etkisi yapmaktadır. Yukarıdaki izahattan anlaşıldığı üzere, pili işletmek için gerekli olan enerji kömürün yanmasından elde edilmektedir.

Teklif edilmiş olan diğer bir rejeneratif sistemde, elektrotlarda meydana gelen reaksiyon mahsullerinin bir atom reaktöründen dolaştırılması tasarlanmaktadır. Bu esnada termik veya radyolitik ayrışma yoluyla reaksiyon öncesi maddelere rücu edilecektir. Ancak termik ayrışma halinde Carnot devresine girilmekte ve umumî randıman bu suretle sınırlanmış olmaktadır. Diğer bir tasavvura göre ise, yukarıda zikredilen rejenerasyon için güneş ışınlarından faydalanmaktadır. Bu sistemde aktive etme işi foto - kimyasal ayrışmaya dayanmaktadır.

Tekrar direkt yakıt pillerine avdet ederek, bir iki kelime ile biokimyasal piller üzerine yapılan tecrübelerden bahsedelim : Bu sistemlerde organik cisimlerin çürümelerinden (oksidasyonun-

dan) bakteri katalizörü muvacehesinde elektrik enerjisi meydana çıkmaktadır. Bu çeşit pillerin ilerde pratik kaynaklar olarak kullanılması ihtimali zayıf görülmektedir. Bununla beraber bu pilin yakıtının ucuzluğuna işaret edilmelidir. Bu çeşit piller için en uygun yakıt olarak, halen bir hayli masrafla kanalizasyonlarla denize dökülen veya sair şekillerde imha edilmekte olan artık maddeler gösterilebilir.

Yakıt pilleri enerji ihzar sanayii için enerji depolamaya yarıyan bir tertip olarak tezahür etmektedir. Nazarî olarak bunun çalışmasının izahı ters yönde çalışan elektroliz gibi tavsif edilebilir ve bu işlem puant dışı enerjiyi kullanmakla olur; elde edilen gazlar daha sonra puant zamanında pilde yakıt olarak kullanılmaktadır. Burada görülen zorluklardan biri gazların depo edilmesi hususudur. Daha zor olan diğer bir husus da her iki yönde, yani, hem pil ve hem de elektrolizör olarak verimli bir şekilde çalışabilecek bir tek tesis halinde tertip edilmesi keyfiyettir. Yakıt pili ve elektrolizör olarak ayrı ayrı tesisler kullanılan tertipler de düşünülmektedir. Tabiatile bu takdirde tesis maliyeti çok yükselmektedir.

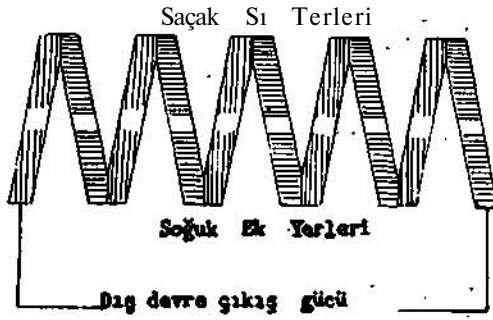
Yakıt pillerinin arzettiği ekonomik imkânâ bir delil olarak, 1961 yılının sonuna doğru, bu konuyu faydalı bir duruma getirmek ve ayrıca geliştirmek için bir şirket kurulduğunu bildirmek icabeder. Bu konu İngiltere'de Millî Araştırma ve Geliştirme Müessesesince tetkik ettirilmiştir. Yeni kurulan şirket Amerika'daki bazı firmalarla patent anlaşmalarına da tevessül edecektir.

#### Termo - Elektrik Usul

Termo - elektrik olayın esasları aşağıda ele alınmış bulunmaktadır. Farklı iki iletkenin, sıcaklıkları da farklı olduğu takdirde, bağlantı noktaları arasında bir elektrik potansiyel farkı meydana gelmektedir. Bu olayın kâşifine atfen, beher derece sıcaklık farkından husule gelen potansiyel farkına Seebeck katsayısı denmektedir. Elektrik enerjisini bu sistemle üretmedeki randıman, bağlantıyı meydana getiren malzemenin Seebeck katsayısına ve yine bu malzemenin elektrik ve termik iletkenliklerine bağlı bulunmaktadır. Yüksek randıman elde etmek için gerek Seebeck katsayısının ve gerekse elektrik iletkenliğinin yüksek olması şarttır. Diğer taraftan ısı iletkenliği düşük olmalıdır ki gerekli sıcaklık farkı daha uzun zaman muhafaza edilebilsin ve buna orantılı olarak meydana gelecek olan potansiyel farkı büyük kalsın. Bu vasıflar en uygun şekilde metallerde değil de yarı-iletkenlerde bulunmaktadır. Yarı-iletkenler N ve P diye iki tipte olduklarından ve bunlar da negatif ve positif akımları taşımak özelliklerine sahip olduklarından, bunlardan N ve P tiplerini sıra ile dizerek akımla-

rın birbirini takviye etmesi imkânı mevcuttur. Bu husus şekil 4'te gösterilmiştir. Bütün metalde akım taşıyıcı zerreler yalnız bir çeşit olup bu da elektrondur. İki farklı metalden yapılmış olan bir termo-pilde akımlar birbirine zıt yönde olduğundan, bileşke akım, ardarda gelen iki eleman akımlarının farkı kadardır.

Metallerden yapılmış termo - pillerde % 3'ten daha az randıman alınabildiği halde yarı - iletkenler ile % 18 veyahut % 19 randıman alındığı bildirilmektedir. 1955 - 1960 yılları arasındaki beş yıllık devrede termo - elektrik malzemelerin gelişmesinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Buna güvenerek söylenebilir ki gelecek beş yıl içerisinde % 30 randımana ulaşılabilir. Mafih 1960 tan sonraki ilerlemeler marjinal kalmıştır ve tahminlerde de bu yüzden aşırıktan kaçınılmaktadır. Hakikat şudur ki yarı - iletkenler halen daha iyi anlaşılacak olduğundan, mühim ölçüde daha yüksek randıman verebilecek malzemelerin keşfedilebilmesine yarıyan nazari sebepler ortada yoktur. Bu sahadaki çalışmalar, yeni, revolüsyoner malzemeler keşfedilmesi ümidile şümulü araştırmalara koyulmak olmayıp, daha ziyade elde mevcut malzemelerden âzami şekilde istifadeyi sağlama gayesini gütmektedir.



Şekil: 4 — Termopilin şeması. Eğer A ve B yarı-iletken olursa akımlar birbirine eklenir. Metal halinde A ve B deki akımlar sıt yöndedir.

Yukarda zikredilmiş bulunan randımanlar, elektrik enerjisine çevrilen enerji kısmının, termo - elektrik malzemeye giren ısı enerjisine oranıdır. Tatbikatta, yapılan generatörlerde yukarıda verilen değerlere yaklaşamamaktadır. Buña sebep olarak, ısı kaynağından gelen akımın tamamı termo - elektrik malzemedan geçmemektedir. Bundan maada temas noktası direnci, kullanılabilir enerji miktarını bir dereceye kadar azaltmaktadır.

Bugüne kadar yapılan tecrübî generatörlerde, biraz evvel bahsedilen sebeplerden dolayı, umumî çevirme randımanı, termo - elektrik malzeme-ye ait intrinsik randımanın yarısı kadardır. Proje ve teknik gelişmeler sonucu olarak durumun biraz daha inkişafı beklenmektedir. Randımanı

artırmak için aşikâr bir çare, bazı tertiplerle ısı kayıplarını aşarî hadde indirmektir. Malzemenin ısınma özellikleri üzerinde inceleme yapmak ve muayyen çalışma sıcaklıkları için segmanlara en uygun gelecek katkı maddesini bulmak suretile de gelişmeler kaydedilebilecektir. Son zamanlarda yarı - madensel maddeden olan sıvama malzemesi bulunduğundan, bunun tatbiki sonucunda enerji üretimine yarıyan ek yerindeki direnç çok azalacaktır.

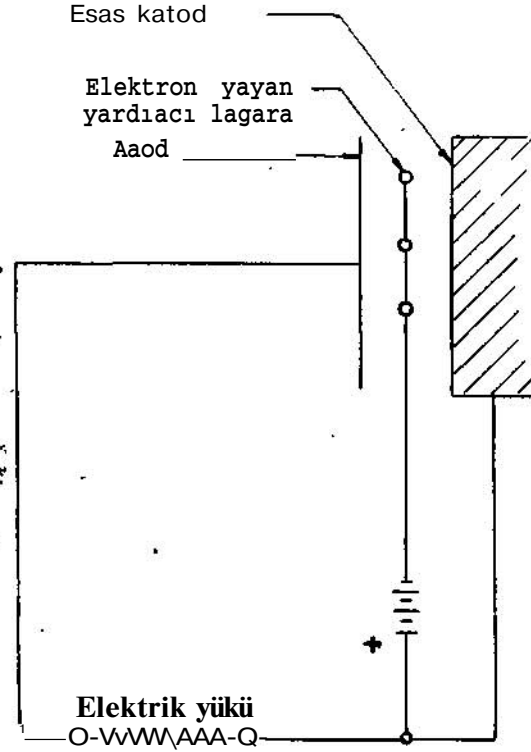
Bunlar ve benzer çarelere başvurularak, yüksek sıcaklıklarda devamlı ve intrinsik olarak randımanlı çalışan malzeme kullanarak % 15 randımanlı pratik termo - elektrik generatörler yapılabileceği sanılmaktadır. Termopillerin, güneş ışınlarından faydalanmak suretile, itimada şayan ve kullanışlı bir generatör olarak uzay gemilerinde veya yeryüzünün bilinen yakıtlarından mahrum uzak ve hücre köşelerinde kullanılması mümkün görülmektedir.

İngiltere'de geniş ölçüde termo - elektrik üretim yapılması meselesi tetkik edilmiştir. Serdedilen bir kanaate göre, halihazır atom veay fosil yakıt kullanan santrallarda kullanılan buhar devreleri üstündeki sıcaklıklarda çalışabilen bir cihaz vaitkâr bulunmaktadır. Böyle bir termo - elektrik tertibin sıcak ek noktaları, doğrudan doğruya muhtemelen 1000 ° C üstünde yakıtla ısıtılacak ve soğuk noktalar (600 veya 700 ° C) ısılarını buhar devresinin giriş enerjisi olarak buraya boşaltacaktır. Topper denen bu tertiple buhar devresine dokunulduğundan, meselenin çözümü basit değildir. Böyle bir cihazın umumî olarak ekonomik olabileceği veya sadece özel hallerde kullanılabilceği hususlarında kesin bir kanaate varabilmek için müstakbel araştırmaların sonuçlarını beklemek gerekmektedir.

#### Termiyonik Usul

Isının termiyonik usulle elektrik enerjisine çevrilmesi aşağıda özet halinde anlatılmıştır. Bir diyod lâmbanın katoduna ısı tatbik edilmekte ve bu şekilde katottaki elektronlar tahrik edilmektedir. Bunlar kâfi derecede tahrik olunca katottan kurtulmaktadır. Bu elektronlar anoda akmakta ve buradan dış devre yoluyla dolaşarak faydalı iş yapmaktadır. Diyod dönüştürücünün randımanını sınırlayan yegâne faktör, katod önündeki boşlukta toplanan elektrik yükünün etkisidir. Bu yükün fazla miktarda toplanmasına müsaade edildiği takdirde, katottan çıkan elektron akımı bastırılmaktadır. Randımana tesir eden diğer faktörler, elektrotların «iş fonksiyonu» denen sabiteleri ve sıcaklıklarıdır. Yüksek randıman için bu sabitenin anot için düşük ve katot için yüksek olması gerekmektedir. Katot ile anot arasında büyük bir sıcaklık düşümü de şarttır;

tipik sıcaklıklar, katot için 1500-2000° C ve anot için bunun yarısı kadardır.



Şekil : 5 — Yardımcı deşarjlı bir termiyonik dönüştürücünün şematik diyagramı

Son yılda gelişen çalışmalar yine katot önündeki elektrik yükünün (mekân yükü) direkt yollarla veya endirekt olarak ortadan kaldırılması ile ilgili bulunmaktadır. Sözü geçen yükü ortadan kaldırmak için en ümit verici mahiyette görülen ve aşağıda açıklanan tecrübe çalışmaları da yayınlanan hususlar meyanmdadır; Elektrotlar arası sahaya alçak basınçlı iyonize olmuş bir gaz konulmaktadır. Gazda bulunan pozitif iyonlar, sahadaki elektron bulutunu nötralize etmek ve akımın geçmesini sağlamaktadır. Tecrübelerde, Sezyum buharı, plasma olarak kullanılan maddelerin başında gelmektedir. Zira bu madde sıcak katotla temas eder etmez kolayca iyonize olabilmektedir. Bununla beraber korrozif hassaları olan bu madde, uzun ömürlü olmaları icabından enerji dönüştürücülerinde pek kullanılacağı benzemiyor. Kerroziyondan maada, bu maddenin katotta iyonize olması, enerji yönünden de pek randımanlı değildir. Bu reaksiyon giriş gücünün mühim bir kısmını harcamaktadır.

Bu zorlukları bir tarafa bırakmak için tabiiyle başka yollar aranmıştır. Üçüncü bir elektrodun yardımcı deşarjından faydalanmak bilhassa cazip görülmektedir. Şekil — 5'te Bernstein ta-

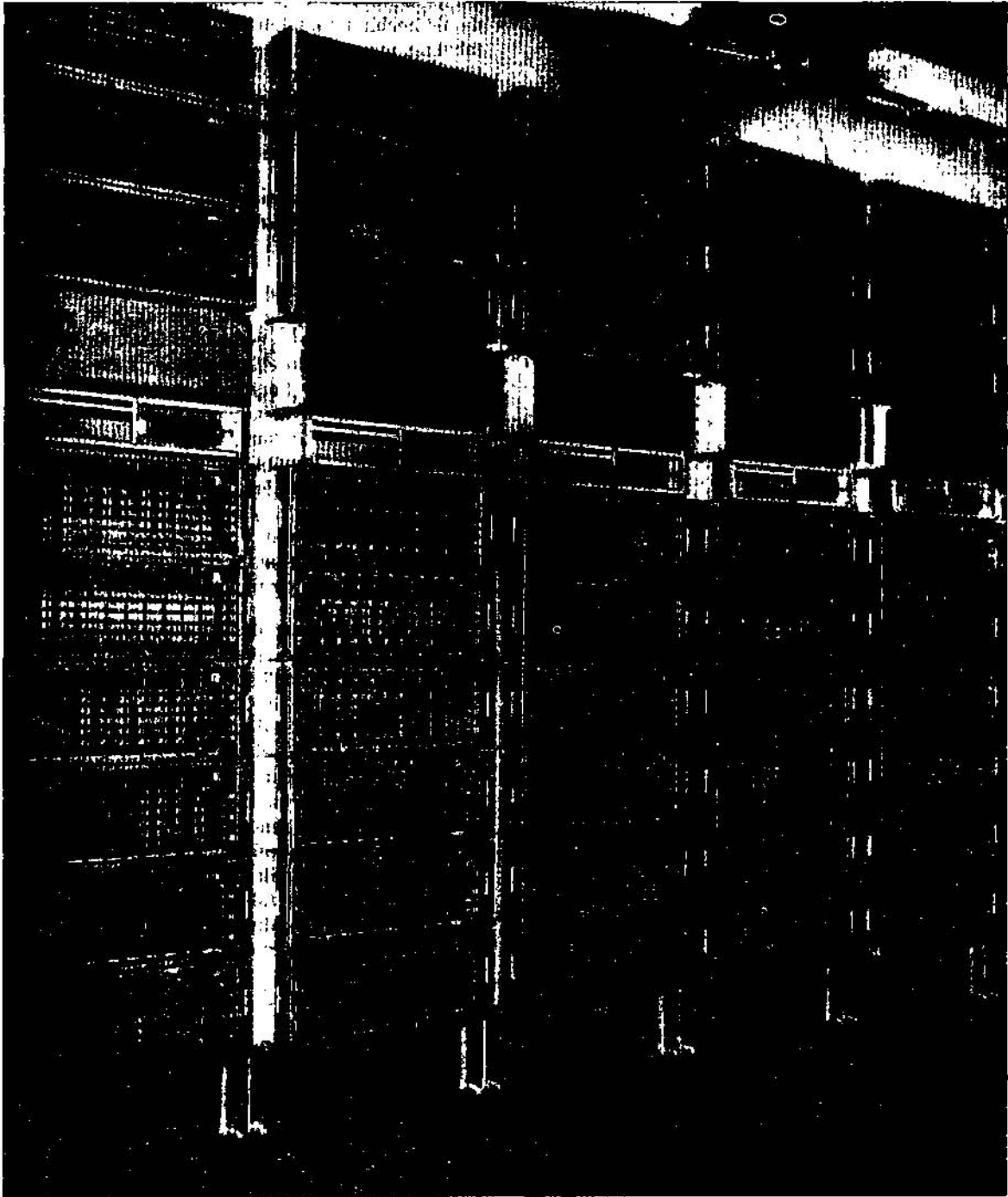
rafından teklif edilmiş bir tertip bulunmaktadır. Termiyonik olarak yardımcı elektrod tarafından neşredilen elektronlar tatbik edilmekte olan bir gerilimle hızlandırılmaktadır, bu sayede elektrotlar arası sahadaki gaz iyonize olmaktadır. Plâzma yoğunluğu arttığı takdirde, yardımcı elektrodta ait herbir ıskara teli etrafında pozitif bir iyon tabakası meydana gelmektedir. Tatbik edilen bütün voltaj bu ince tabakada tezahür ettiğinden mahallî alan şiddeti son derece yüksektir. Elektronlar hızlandırılarak bu tabakadan geçer ve tek enerjili bir akım olarak gaz bölgesine girerler. Langmuir göstermiştir ki böyle bir yardımcı elektrod sayesinde, ıskarada pek az kayıp vererek büyük elektron akımları nötrale edilebilmektedir.

Bu tip deşarj katotta temas suretile iyonizasyona dayanmadığından, kullanılacak olan plâzma gazının iyonizasyon potansiyelinin, katodun iş fonksiyonundan daha düşük olmasına ihtiyaç yoktur. Bu durumda Sezyum'dan daha az korrozif gazların kullanılması imkânı belirmektedir. Saf veya cıva buharı ile karışık asil gazlar en uygun görülmektedir. Londra'da Imperial College'de yapılan başarılı deneylerde Argon ve Argon - Cıva karışımı kullanılmıştır. Bu dönüştürücüdeki iyonizasyonun maliyeti, çıkıştaki beher amper başına 0,05 - 0,1 wattır. Sezyum'dan yapılan tipik diydolar için bu kıymet 0,2 wattır.

Yardımcı deşarjlı dönüştürücünün diğer bir faydası da alternatif akım yapabileme imkânıdır. Yardımcı deşarj söndürülünce cihaz elektrik iletme hassasını kaybeder. Deşarj devresini başlatınca 1 milisaniyeden daha kısa bir zamanda cihaz tekrar iletken hale gelmektedir. İki cihaz böyle ve puş - pul vaziyette çalıştırılınca alternatif akım meydana gelmektedir. Alternatif akınlı halde çalıştırmada randıman daha düşük olmaktadır. Buna sebep, çalışmada halindeki yarım devre esnasında termik enerji kayıpları yine mevcuttur. Bununla beraber halen mevcut katod malzemesi ile a. c. çalışması halinde % 20 randıman almak mümkün görülmektedir. Malzemede Vukubulacak inkişaflarla randımanın % 30 a yükselmesi mümkün görülmektedir.

## DİREKT ÇEVİRMENİN ALIŞILMIŞ ENERJİ ÜRETİMİNE YARDIMCI OLARAK DURUMU

Direkt enerji çevirimi için yukarıda incelenen cihazlar içinde yakıt pili en randımanlı olandır. Mamafik bol ve ucuz bir yakıt dayanmadıkça bilhassa geniş çapta enerji üretme ümitleri canlanamamaktadır. Askeri maksatlar ve uzay çalışmaları hariç diğer tatbikatta yakıt pillerinin ilk umumî kullanma sahası itme (propulsion) tatbikatı olabilir.



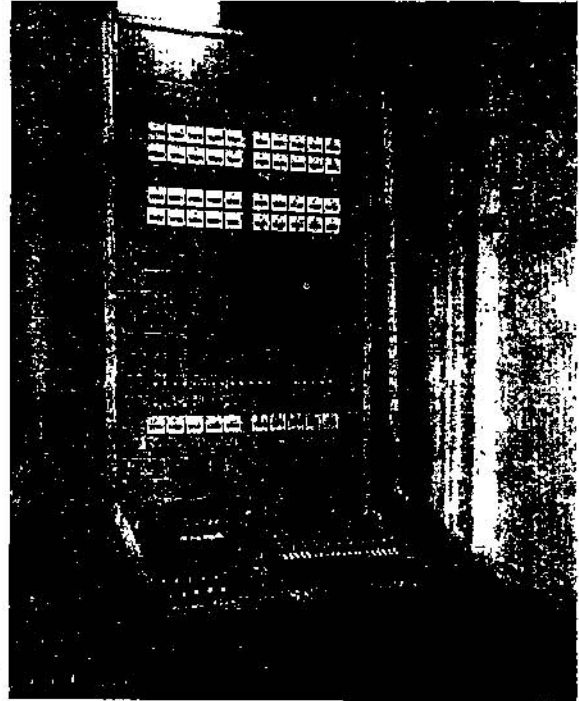


## TÜRKİYE'DE İLK DEFA

Umumî telefon santralleri bakımından bugün dünya üzerinde mevcut en modern ve en ilen telefon teçhizatı olan Ericsson Crossbar ile teçhiz edilmek, Türkiye'de ilk defa Afyon şehrine kismet olmaktadır. Resimlerde -halen montajı yapılmakta olan telefon santralından" bazı kısımlar görülmektedir. Bu santral, pek yakında servise girecektir.

Crossbar tıptı LM Ericsson santralleri, öncelikle ve uzun tetkikler sonunda Avustralya, Tunus ve Mısır gibi memleketlerde bundan böyle kullanılacak tek sistem olarak kabul edilmişlerdir. LM Ericsson mamûlâtından olan Crossbar santralleri bugüne kadar "birçok memleketlerde hizmete sokulmuş olup, bunlar meyanında Amerika, Kanada, Brezilya, Kolombiya, Fransa, Hollanda, Danimarka, Burma, Tayland, Finlandiya, İsveç ve daha pek çok memleket sayılabilir. Bugüne kadar LM Ericsson Crossbar sisteminden takriben cem'an 4 milyon hatlık teçhizat tesis edilmiş veya siparişe bağlanmış bulunmaktadır.

Bugün için Afyon santrali, modern tekniğin en son yeniliklerine sahip bulunmaktadır. Şehirlerarası ve milletlerarası telefon konuşmalarının ileride otomatikleştirilmesi halinde bu gibi konuşmalara imkân verecek gerekli teçhizat daha şimdiden Afyon santralına monte edilmiş vaziyettedir. Santrale bu imkânı kazandıran hususiyet ise, sinyal gönderme sisteminin, en modern sistem olan teyidli çok frekanslı sinyal gönderme sistemi oluşudur, ki böyle bir sistemin kullanılması, otomatik şehirlerarası aramaları için bir lüzum olarak kendini gösteren süratli ve hassas bir transmisyona imkân vermektedir.



**Ericsson**  
**LM**



Diğer sistemlerin enerjiyi termikten elektrığe çevirme randımanı düşüktür ve konvansiyonel üretim (türbo - jeneratör) ile bu yönden rekabet edemezler. Buna rağmen zaman zaman, konvansiyonel üniteler yerine direkt üretim cihazları kullanılarak yatırım ve bakım masraflarının azalacağı ve genel olarak üretim maliyetinin düşürülebileceği şeklinde fikirler serdedilmefctedir. Direkt üretim usulü henüz tecrübî bir safhada olduğundan hakikî ve tafsilâtli maliyet hesapları çıkarmak büyük bir kıymet arzuetmez." Mamafih ön etüdlere göre mutad üretim sistemlerinin direkt sistemlerle değiştirilmesi ekonomik bulunmamakta ve bu halin uzun müddet böyle devam edeceği kuvvetle muhtemel görölmektedir.

Ancak, direkt üretim usulleri alışılmış usullerle yapılan üretime yardımcı mahiyette mütalâa edilirse, bu takdirde mesele ayrı bir veçhe arzuetmektedir. Modern buhar türbinleri 600 ° C ile normal muhit sıcaklığı arasında çalışmaktadır. Yakıtların yanma esnasında meydana getirdiği sıcaklıklar 2000 ° C üstündedir. Görüldüğü gibi yanma yeri ile buhar arasında 1400 ° C kadar bir fark vardır ve işte bu fark bir enerji üretim imkânı olarak meydana çıkmaktadır. Uygun evsafta malzeme bulmada karşılaşılan zorluklar (türbin kanatçıkları ve diğer rotor aksamı için) ve daha yüksek sıcaklıklarda malzeme evsafını muhafaza edememe gibi sebeplerle, türbo-generatörlerin bugünkünden çok daha yüksek sıcaklıklarda çalıştırılmaları hiç te muhtemel görölmemektedir. Direkt generatörlerde hareket eden kısımlar olmadığından, yukarda bahsi geçen mesele okadar önem arzuetmemektedir. Bu sebep-

le direkt üretim cihazları, 600 ° C altında daha düşük randımanlı olmalarına rağmen, bu sıcaklığın üstünde enerji üretimi için direkt generatörlerden şöyle faydalanılması en fazla muhtemel görülen bir tatbiktir : Direkt generatör, yanmadaki yüksek sıcaklıktan istifade etmek üzere yakıttan evvelâ istifade edecektir; müteakiben de 600 ° C civarında kalan kullanılmamış ısı türbine devredilecektir. Bu şekildeki bir tertiple direkt üretim sayesinde umumî santral randımanı muhtemelen % 60'a kadar yükselebilecektir.

Muhtemelen mutad santrallerle birlikte kullanılabilcek ilk direk generatörler, fosil yakıtlı çalışan MHD üniteleri olacaktır. Daha sonraları yüksek sıcaklıktaki atom reaktörleri ile akuple olarak MHD veya termiyonik generatörler kullanılması mümkün görölmektedir. Halihazır düşünceye göre termo - elektrik cihazlar tamamen ekarte edilmemektedir. Ancak bunlar diğer tiplere nazaran daha düşük randımana sahip bulunmaktadırdır.

Primer enerjiyi doğrudan doğruya elektrik enerjisine çevirmek için daha birçok yollar mevcuttur. Bu usuller meyanında foto - elektrik olay, pyro - elektrik ve piezo - elektrik olaylar zikredilebilir. Mamafih büyük mikyasta enerji üretiminde bu usullerden faydalanma imkânı ihtimal dahilinde bulunmamaktadır. Her geçen gün bu sahada yeni yeni olaylar bulunmakta olduğu yayınlanmaktadır ve hiç şüphe yoktur ki bu sahadaki çalışmalar ve gelişmeler artık yakından takip edilmeğe değer bir konu haline gelmiştir.

*Bu konudaki geniş bir referanslar listesi The English Electric Journal Dergisi'ntn Eylül - Ekim 1982 sayısında verilmiştir*

## SAYIN OKURLARIMIZA

Bu sayımızdan itibaren dergimizde «okuyucuya hizmet kartı» adını verdiğimiz bir kart bulacaksınız. Bu kart, dergimize reklâm veren firmalarla üyelerimiz arasında çabuk ve kolay bilgi alışverişini sağlamak amacıyla ihdas edilmiştir. Reklâm veren firmalarla dergimizin daimi ve yakın teması vardır. Bu bakımdan, Dergimizde reklâmını gördüğünüz herhangi bir firmanın mamulleri, ithal ettiği malzeme ve cihazlar, çalışma alanı gibi hususlarda bilgi almak veya broşür, izahname, fiyat listesi temin etmek istiyorsanız dergimize ekli olarak verdiğimiz okuyucuya hizmet kartını doldurarak Odamıza postalayınız. Odamızın aracılığı size firmalardan çabuk ve yakın ilgi sağlayacaktır.