

Enerji Kaynakları

Sadık EKENGİL
Y. Müh. - Grenoble Ü.

1.1 — Enerji kaynaklarının önemi :

Enerji kaynaklarının insanlar için ifade ettikleri önemi takdir edebilmek için son yüz yılda vukubulan sınaî gelişme ve buna muvazi olarak enerji kaynaklarının mevcut rezervlerinin % 4 ün üstünde olan istihlâk miktarlarını gözden geçirmek kâfidir.

Tarih öncesi zamanlarda insanoğlu tarafından istihlâk edilen enerji, kısmen hayatını idame ettirmesi, kısmen de ısınması ve vahşi hayvanlardan koruması için ısı halinde idi. O zamanlar da nüfus başına yıllık toplam enerji sarfiyatı 4,2 10⁶ Kcal idi.

Bu enerjinin büyük bir kısmı bitkilerden ve beslemek için öldürülen hayvanlardan veya çalıştırılmak üzere kullanılan hayvanlardan sağlanıyordu

Bu hâl 18 inci asrın ortalarına kadar devam etti. Bu tarihlerde sanayiın başlıca kuvvet kaynağı hayvan ve insan gücü idi. Rüzgâr ve akar suların potansiyel enerjilerinden ve taş kömürü, petrol gibi fosil yakıtların ısı enerjilerinden faydalanan mekanik kuvvet pek az idi

Kömürlerin hissedilir derecede kullanılması ve bu yakıtların ısı enerjilerinin buhar makinelerde mekanik enerjisine çevrilmesi imkânlarının belirmesi üzerine, artık insanoğlu enerji kaynaklarını kontrol altına almağa ve daha fazla iş yapmağa muvaffak olmuştur.

Bu olay büyük halk kitlelerinin hayat seviyelerinin yükselmesine yol açtı. Sonradan pozitif ilimlerin gelişmesi, vukubulan araştırma ve icatlarla sanayiın ilerlemesi, yeni enerji kaynaklarının kabili istife hâle konmasını o kadar çabuklaştırmıştır ki, akar suların kuvvet ve fosil yakıtların ısı enerjisine dayanan makine gücü, hayvan ve insan güçlerine kıyasen kat kat artmış ve % 97 yi bulmuştur.

Bilhassa son çeyrek asırda enerji istihlâkinde kaydedilen artışa göre, klasik enerji kaynakları rezervleri ancak 150 ilâ 200 yıl yetebilecektir. Bu durum sanayici milletleri endişeye düşürmüş ve kendi topraklarındaki enerji kaynaklarının rezervlerini gözden geçirmeğe ve tükenmekte olanlar yerme yeni kaynaklar ikame etmeğe sevk etmiştir.

Tam bu sıralarda insanoğlu, ağır atom çekirdeklerinde saklı bulunan enerjiyi açığa çıkarma

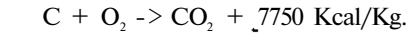
imkânlarını bulmuş olmakla insanlık için, şimdiki tahminlere göre, tükenmez bir enerji kaynağı keşfetmiş oluyor. Bu yeni enerji kaynağının bulunmasıyla beraber, bunun emniyetle ve iktisadî bir şekilde umumun istifadesine arzolanması için pek çok teknik problemin çözülmesi gerekmektedir.

Önümüzdeki çeyrek yüz yılda, nükleer enerjiden yegâne faydalanma şekli bunu ısı enerjisine çevirdikten sonra, bu enerjiyi elektrik enerjisi olarak elde etmektir. Nükleer enerjinin doğrudan doğruya elektrik enerjisine çevrilmesi için uzun seneler beklemek lâzımdır.

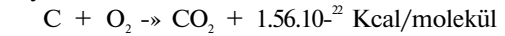
1.2 — Madde • Enerji eşdeğerliği ile yakıtların mukayesesi:

Sanayi ve ev ihtiyacında kullanılmasına alışılmış olan taş kömürü, petrol ve tabii gaz gibi fosil yakıtların açığa çıkardıkları ısı enerjisi, ekzotermik prosese dayanan kimyasal bir reaksiyondur. Bu olayda, madde yapısının atom çekirdekleri pasif kalır. Yalnız bu çekirdeklerin etrafında yer almış bulunan elektronlar tertip değiştirmek suretiyle ısı hasıl oluyor.

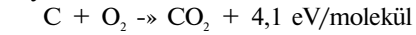
Meselâ, bir buhar kazanının ocağında iyi cins taş kömürünü yakmak suretiyle kg. veya molekül başına açığa çıkan ısı enerjisi:



veya



veya



olur.

Halbuki fizik bilgini «Einstein» in 1905 yılında ortaya attığı teoriye göre «Madde kitlesi enerjiye eşdeğerdir.», yani belirli bir miktar enerji belirli bir miktar madde kitlesine eşittir.» «Harekette olan veya yüksek sıcaklıkta bulunan cisimlerin kitlesi, ataletkilere kıyasen daha büyüktür.»

Bu esaslara göre, bir cismin kitlesinde saklı bulunan enerji miktarı, $E = MC^2$ denklemi ile hesaplanır. Burada M cismin gram olarak kitlesi ve C saniyede santimetre olarak ışık hızıdır. Bu denkleme göre, kitlesi bir gram olan bir cisimde saklı enerji miktarı $9 \cdot 10^{20}$ erg, 24 Milyon kWh. veya $2.15 \cdot 10^{10}$ Kcal/kg a eşittir.

Bu enerji, alt ısı kuvveti 6000 Kcal/kg. olan 3600 ton taş kömürüne eş değerdir.

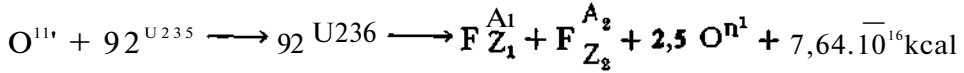
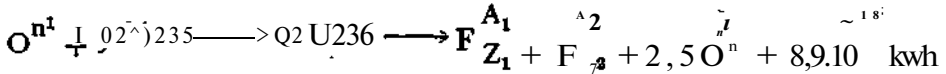
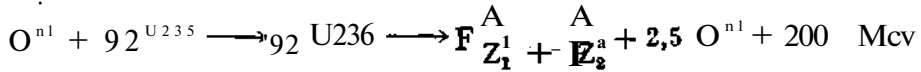
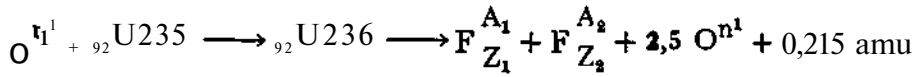
Ancak, yukarıki eşdeğer enerji miktarı, bir gramlık bir madde kitlesinin tamamı harcadığı, yani enerjiye çevrilmesi halinde açığa çıkar. Halbuki, ilerde de görüleceği üzere, bugünkü ilmin ve teknolojinin gelişmesine göre, ancak müsait bir ortamda Uranyum 235 gibi ağır atom çekirdeklerinin bölünmesiyle enerji açığa çıkmaktadır. Bu bölünmede Uranyum çekirdeklerinin yalnız 1/1000 i kadar enerjiye dönüşmektedir. Geri kalanı daha hafif başka çeşit atomlar şeklinde Uranyum maddesinden yer almaktadır.

Nükleer enerjinin tetkikinde göz önüne alınan enerji değerleri arasında, elektron volt (eV) ile ölçülen bir tek çekirdeğin bölünmesinden bağliarak, bir bölgenin enerji ihtiyacının tesbitinde kullanılan bir milyar kWh. kadara değişen çeşitli üniteler bulunur. Ezcümle, bundan sonraki bölümlerde göreceğimiz nükleer reaktörler bahsinde Uranyum 235 çekirdeklerinin nötronlarla vuku bulan reaksiyonlarından birinin denklemi ve bu reaksiyonun açığa çıkardığı tâli mahsul, nötron ve bö-

24.10" kWh lik enerjiyi üretebilmek için, 98,3/0,07 = 140 misli tabii Uranyum kullanmak lâzımda*. Diğer taraftan bölünme olayı vuku bulurken, tabii Uranyumun bünyesindeki Uranyum 235 in gradosu % 35 in altına düşerek çekirdeklerden açığa çıkan tali mahsul sebebiyle zincirleme reaksiyon durur. Bunun için de iki misli Uranyum kullanmak icabeder. Bir de nükleer reaksiyondan açığa çıkan ısı enerjisini elektrige çevirmek için % 28 kadar bir santral termik verimi kabul etmek lâzımdır. Şu halde 24.10⁶kWhın üretilmesi için takriben 1000⁶ tabii Uranyum kullanılması gerekir.

1.3 — Enerji kaynaklarının rezerv ve istihlâki :

Esasında Dünya Enerji kaynakları hâl ve istikbaldeki ihtiyacı karşılayacak kadar muazzamdır. Zira Dünyanın ilk teşekkülü sırasında çok büyük bir enerji kapasitesi ile meydana gelmiştir. Bu enerji envanteri, dünyanın merkezinde yer almış



lünme enerjisinin çeşitli üniteler cinsinden ifadesi olur. Yukarıda kaydedilen biri kimyasal ve diğeri nükleer reaksiyonun mukayesesi bize gösteriyor ki, ağır çekirdeklerin bölünme olayının açığa çıkardığı enerji miktarı, kömürün oksijenle vuku bulan kimyasal reaksiyonuna göre 5 Milyon katı fazladır.

Bir gram madde kitlesinin 24 Milyon kWh. enerjiye eş değer olması keyfiyeti tamamiyle teoriktir. Zira ileride görüleceği gibi, uygun bir reaktörde yerleştirilmiş Uranyumun bütün çekirdekleri bölündüğü zaman, binde biri kadar enerjiye dönüşmektedir. Geri kalan kısım, yukarıki denklemlerde işaret edildiği üzere çekirdek başına ZjFA¹ ve ZjFA² cinsinden tâli mahsuller verir. Bunun içindir ki, 24.10⁶ kWh. ancak bir kilogram uranyum 235 in eş değer enerjisidir. Halbuki, güç reaktörlerinin ekserisi tabii Uranyum esasına dayanmaktadır. Bu ise ancak % 0,7 oranında bölünebilen Uranyum 235 ve % 99,3 oranında nötronlarla bölünebilir maddeye çevrilen Uranyum 238 cinsinden münbit maddedir. Bu itibarla aynı

iç ısı, eksen etrafındaki dönüşüne tekabül kinetik enerji ve atomlarındaki nükleer enerjiden ibarettir. Bu enerjiye ilâveten güneşin radyasyon enerjisi yeryüzünde mutad enerji kaynaklarının devamlı surette doğmasına vesile olmaktadır.

Bu itibarla, enerji kaynaklarının rezerv ve istihlâk durumunu incelerken yeni bir tasnife baş vurmak icab eder. Buna göre, dünya enerji kaynakları taşkömürü, petrol ve tabii gaz gibi fosil yakıtlar, bitkisel ve hayvani yakıtlar Uranyum ve Toryum gibi fisil yakıt ve diğeri enerji kaynakları olmak üzere 4 sınıfa ayrılır.

1.3. — Fosil yakıtlar:

Fosil yakıtlar birçok jeolojik devirler sonunda bitki ve hayvanların çürüyüp istihaleye uğraması ile meydana gelmiştir. Bunlar arasında taş kömürleri, linyitler, petrol, tabii gaz ve turbo başta gelir. Oldukça genç bir yakıt olan turbo hariç, diğeri milyonlarca yıl önce teşekkül etmiştir.

Kömür sınıfında atran'sit kömürü, bitümlü kömür ve linyitler yer alır. Bunlar dünya sanayiinin

Önemli enerji kaynağını teşkil ederler. Bilindiği gibi, kömür yatakları yeryüzünün muhtelif bölgelerine gayri muntazam şekilde dağılmış bulunmaktadır. Beş bin milyar tonun üstünde tahmini kömür rezervlerinin % 95 i şimal yarım küresinde yer almış bulunmaktadır

Turbo dünyanın muhtelif bölgelerinin sathlarında daimi teşekkül halinde bulunması ve bunun kolaylıkla çıkarılması bakımından diğer fosil yakıtlar arasında elverişli bir hususiyeti vardır. Bu yakıt dünya sanayiinin enerji ihtiyacının büyüklüğü karşısında bir önem arzetmemekle beraber, bazı memleketlerin ev ihtiyacı yakıtı olarak kıymetli bir metadır.

Petrol ve tabii gazlara gelince, bunlar birbirine bağlı birer yakıttır. Zira, dünyanın tabii gaz ihtiyacının büyük bir kısmı petrol çıkarılan kuyulardan temin olunur. Petrol dünyanın bütün kıtalarında bulunur. 330 Milyar tonun üstünde tahmin edilen petrolerin büyük bir kısmı Kuzey Amerika, Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Sovyet Rusya'nın kontrolü altında bulunan bölgelerde bulunmaktadır.

1.3.2 — Hayvani ve Bitkisel Yakıtlar:

Büyük baş hayvanların tezeleri ve bitkisel yakıtlar, dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında hâlâ da önemli bir rol oynamaktadır. Bunlar arasında yakıt olarak kullanılan odun, miktar itibarıyla başta gelir. Ev ihtiyacında yakıt olarak mebzulen kullanılan odunun sanayie faydası pek mahduttur. 1800 yılına kadar dünya enerji ihtiyacının büyük bir kısmı odun ve büyük baş hayvan tezeği ile karşılanmıştır. Hattâ bugün bile dünya ihtiyacının % 15 i bu yakıtlarla giderilmektedir. Eğer dünya ormanları kontrol altına alınabilse ve muntazaman ağaçlandırılacak olursa, yılda elde edilecek odun miktarı 5 Milyar m³ ün üstünde olur. Bu da takriben 15.000 milyar kWh. eder. Bugün Hindistan, Çin ve memleketimizin doğu bölgelerinde büyük baş hayvanların tezeği gübre yerine yakıt olarak kullanılmaktadır.

1.3.3 — Fisil yakıtlar :

Ağır çekirdeklerin bölünme tekniğinin bulunması ile muazzam bir enerji kaynağı insanlık emrine girmiş bulunuyor. Yeryüzünde bol miktarda bulunan ve nükleer fisil malzeme denilen bu yakıtları tabii Uranyum ve Toryum teşkil eder. Bu nükleer malzeme tabii bir şekilde zuhur eder. Dünya kabuğunda binde dört Uranyum bulunduğu tahmin edilmektedir. Uranyum, altın ve gümüşten daha mebzuldür. Yeryüzünde 25 Milyon ton Uranyum ve 1 Milyon ton Toryum mevcuttur.

Bölünebilir nükleer malzemeden başka bir de hidrojen gibi hafif atomların helyum gibi daha ağır atomlar meydana getirilmesi yolu ile yani nükleer (füzyon) metodu ile de büyük miktarda

enerji açığa çıkarma imkânları araştırılıp geliştirilmektedir. Bu enerji istihsal yolu tahakkuk ettiği taktirde, Okyanuslardan bol miktarda elde edilecek hidrojen sayesinde dünyanın istifadesine arz edilecek enerji kaynağı sonsuz olacaktır.

1.3.4 — Diğer Enerji Kaynakları:

Bu sınıfa alınan enerji kaynakları arasında akarsuların kuvveti, güneşin radyasyon enerjisi, dünyanın yeryüzüne vuran iç sıcaklığı, rüzgâr kuvveti ve denizlerin met ve cezirleri kaydedilir.

Bu enerji kaynakları birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Meselâ, akarsuların potansiyel kuvveti, güneş enerjisinin sular buharlaştırarak yağmur şeklinde yeryüzüne iade ettirmesiyle doğmaktadır.

Bu sınıfa dahil edilen enerji kaynakları arasında bol miktarda zabtırapta alınabilmeleri itibarıyla akarsuların kuvveti, uzun senelerden beri sınıflı bir mahiyet kazanmıştır. İsveç ve Norveç gibi memleketler enerji ihtiyaçlarının büyük bir kısmını kıymetlendirmiş oldukları akarsuların potansiyel enerjilerinden sağlamaktadırlar.

Bütün dünya akar sularının hepsi kıymetlendirilebilse yılda elde edilebilecek enerji miktarı bir milyar ton kömür enerjisine muadil olur.

— Güneşin radyasyonunun yılda yer yüzüne vuran miktarı $1500 \cdot 10^{15}$ kWh. olmakla beraber bunun büyük bir kısmı uzaya in'ikas ettiğinden, ancak

$0.5 \cdot 10^{15}$ kWh ı fotosentez yolu ile bitkilerin büyümesine, $300 \cdot 10^{15}$ kWh ı suların buharlaşarak yağmur halinde yağmasına, $26 \cdot 10^{15}$ kWh ı da rüzgarların meydana gelmesine yarar.

Geliştirilmekte olan güneş fırınlarında, bazı müsait bölgelerin ev ısıtmasında ve bir **çok ilmi** araştırmalara mahsus elektrik üreteçlerinde kullanılmakta olan güneş enerjisi pek cüz'dür.

— Rüzgar kuvveti eskiden beri suların yükseltilmesinde un değirmenlerinin çevrilmesinde ve bilhassa son senelerde bazı müsait bölgelerin elektrik enerjisi üretimi için küçük çapta kullanılmaktadır.

Bu kuvvetten faydalanma tesisatı büyüklüğü hakkında bir misal olmak üzere, 200 kW lık güçta bir değirmen için 60 m. çapında bir kanat ve bu kanadın kurulması için 45 m. yüksekliğinde bir kule inşa etmek icabeder. Buna benzer değirmenlerin dünyanın müsait bölgelerine kurulması bile, bunların sağlayacakları enerji miktarı yılda $500 \cdot 10^9$ kWh ı geçmiyecektir.

— Dünyanın merkezinde yer almış bulunan ısı enerjisi yer yüzünden yılda 200.000 milyar kWh.

miktarında dağılmaktadır. Fakat bu enerji miktarının m^2 alan başına isabet eden değeri bir kaç mikrovat raddesinde olduğundan kabili istifade değildir.

Bununla beraber, yer yüzü kabuğunun ince olduğu bölgelerde, meselâ «Reykjavik» deki termal sularla İtalya'da Laderello mıntıkasında, 250 MW lık türbinleri çevirir kudretteki yeraltı buharları önem arz etmektedir.

Buna benzer projeler tahakkuk safhasına sokulmaktadır. Bütün bu gibi tesisler faaliyete geçirildiği takdirde yılda ancak 20 milyar kWh lık enerji elde edilebilir.

— Bâzı tarihi değirmenler hariç med ve cezir kuvvetinden faydalanma olmamıştır. Bu kuvvetten faydalanmanın pratik çaresi suların yükselişinde, bunları, bir baraj vasıtasıyla toplamak ve alçaldıkları zaman ise elektrik üreten hidrolik türbinlerden geçirerek serbest bırakmaktır. Bu kabil bir projenin cazip olabilmesi için su yükselişlerinin 6 m nin altında olmaması gerekir. Bu gibi projeler Fransa, İngiltere ve Şimali Amerika ele alınmıştır. Fransa'nın Normandie Bölgesinde Rance nehri üzerinde hali inşaada olan «med ve cezir» santralı senede 0,7 milyar kWh. üretecektir. Bununla beraber dünyanın bütün med ve cezir kuvvetlerinden faydalanılsa, yılda «İde edilebilecek enerji miktarı 30 milyar kWh. geçemez.

Yukarıda kısaca incelenen dünya enerji kaynakları hakkında şimdiye kadar yapılan neşriyata göre rezervlerinin değerleri cetvel 1 de toplanmıştır. Bu enerji kaynakların kendi (tabii) birimlerinden kcal. ve kWh. birimlerine geçmek için aşağıdaki değiştirme faktörleri kullanılmıştır.

- $1Q = 0.25 \cdot 10^{18}$ kcal = $4,10^{10}$ ton/kömür
- ton kömür = $6.3 \cdot 10^6$ kcal. = eşdeğer kömür için
- ton petrol = $9,5 \cdot 10^6$ kcal.
- m^3 tabii gaz = 9000 kcal
- kWh. = 860 kcal.

Enerji kaynaklarının yıllık istihlâki aynı 1 No lu cetvelde gösterilmiştir. Klasik yakıtların kömür cinsinden şimdiki yıllık istihlâkin 3260 milyon civarındadır. Yakın gelecekteki artışı da göz önüne alarak eğer Şilık İstihlâki 4 Milyar ton. kömür eşdeğeri olarak kabul edecek olursak, klasik enerji kaynaklarının bin sene, halbuki «Fisü yakıtlar 30.000 sene» yetebilecektir. Buna, tatbikat sahası için geliştirilmesine çalışılan hafif elementlerin füzyon olayı ile sağlanacak sonsuz enerji kaynağı dahil değildir.

1.45 — Türkiye Enerji Kaynaklarının rezervi ve istihlâki:

Memleketimizin enerji kaynaklarının rezervlerine gelince, bunlar önem sırasıyla Zonguldak

madenlerimizdeki taş kömürleri, yurdumuzun bir çok bölgesine dağılmış bulunan Linyit kömürleriyle son senelerde yapılan ciddi araştırmalar neticesinde, Raman, Garzan ve Antalya Bolkar dağı civarında bulunan petroler kaydedilir. Ormanlarımızın mahdut bulunmasına rağmen, odun da yakıt olarak önemli bir mevki işgal eder.

Akarsularımızın her sene yenilenmekte bulunan 100 Milyar kWh. kadar tahmin edilen potansiyel enerjisinin, tatbikine girişilen memleket elektrifikasyonu programlarıyla kıymetlendirilmesine girişilmekle, kabili istifade ve ucuz primer enerji kaynaklarımız her gün artmaktadır.

Bu kaynaklarımızın dışında ticari ve sınai mahiyeti haiz olmayan bir çok yakıtlar arasında, 11 ilâ 12 milyon olarak tahmin edilen büyük baş hayvanın senede 15 milyon m^3 lük tezeğin, tamamı gübre olarak kullanılacak yerde, bazı bölgelerimizde yakıt olarak kullanılmasıyla kabili istifade enerji kaynaklarımızın şimdiki envanterinde önemli bir yer işgal eder. Ancak tezelerin bu şekilde kullanılması ziraata elverişli topraklarımız için bir kayıp teşkil eder.

Taş kömürü, linyit ve petrol gibi fosil yakıtlarıyla ormanlarımızın mahsülü odun rezervleri ve akarsularımızın potansiyel enerji miktarları cetvel 2 de gösterilmiştir. Bu kaynaklarımızın şimdiki istihlâk temposu aynı cetvelde işaretlenmiştir.

Memleketimizde sanayi gelişmesiyle fosil yakıt istihlâki de artmaktadır. Bunun için, kömür madenlerimizin istihsal kapasiteleri artırılmaktadır. Memleketimizde şimdilik mahdut miktarda petrol bulunmuş olduğundan, ihtiyacı karşılamak için Orta Şark Petrol kaynaklarından istifade etmek ve ileride bulunacak petrolerimizi rafine etmek üzere, biri senelik 2 milyon ton kapasitede Mersin'de ve diğeri bir milyon ton kapasitede Izmit'de olmak üzere iki büyük rafineri işletmeye açılmıştır.

Bu rafinerilerin ham petrolden temin edecekleri ve şimdiki ihtiyacımız 2 milyonun üstünde olan mahsuller arasında motorin, gaz yağ, ve benzinden başka bilhassa, rezidü olarak elde edilecek olan (Fuel oil) ağır yağların elektrik enerjisi istihsalinde, Sanayide ve şehirlerde teshin yakıtı olarak kullanılmasına başlanılmasıyla memlekette büyük ferahlık doğacaktır.

Cetvel 2 nin incelemesiyle anlaşılacağı üzere melekettimizin enerji kaynaklarının kömür muadili toplam rezervi iki milyar ton civarındadır. Halbuki kömür cinsinden şimdiki yıllık enerji istihlâki 11,5 milyon tondur. Bu istihlâk temposunun sabit kaldığını farzetsek dahi tükenir mahiyette olan enerji kaynaklarımız ancak 200 yü yetebilir. Bundan başka aynı cetveldен görüldüğü üzere kWh. olarak nüfus başına yıllık enerji istihlâki 3130 dur.

CETVEL: 1
DCnya Enerji Kaynakları

	A — Rezervler		B — İstihlâkler	
	Miktar X10»	kWh x10»	Miktar X 10 ⁹	kWh x10 ^c
I — Fosil Yakıtlar				
1) Kömür, ton	5.767	42,0.106	1200	8800.—
2) Petrol, ton (2)	330	3,5.10»	600	660.—
3) Tabii gaz, m ³ (3)	~5<T000~	0,5.106	300	3,1
4) Yekûn (1)	6.450	46,0.10»	2200	15403,1
II — Nükleer Yakıtlar				
5) Uranyum, ton	25.10»	800.106	(belli değil)	
6) Toryum, ton	1.10»			
7) Yekûn	121.000	800.106		
III — Diğer enerji kaynakları				
8) Yakılabilen odun (4)	3,8	13.500	2000	8000
9) Su kuvveti (elverişli) (1)	1,0	7.300	100	730
10) Rüzgâr kuvveti	—	800		
11) Dünya iç ısı	—	20		
12) Med ve cezirler	—	30		
13) Yekûn (1)	3,05	20.350	1040	7730
14) Güneş radyasyonu: (senelik)	30000 ton	365.106		
Bu enerjiden aşağıdaki proseslere göre isabet değerleri:				
a) Bitkilerin büyümesi	—	0,45.106		
b) Suların buharlanması	—	300,-.106		
c) Rüzgârların doğması	—	26,-.106		
15) Yekûn	45000	326,45.106 (1)	3260	(5) 23133,1
16) Nüfus başına istihlâk	—	—	1,100 ton	7756kwh

- Not: (1) Eşdeğer kömüre irca için 1 ton, 6,310° kcal.
(2) 1 ton petrol = 9,5.10° kcal.
(3) 1 m³ tabii gaz = 9000 kcal.
(4) Yer yüzündeki orman yüz ölçümü 37,10° km² 1/m³ odun = 3000 kcal.
(5) İstatistik! değerler, bulunmayan enerji istihlâkler de dahil Dünya enerji istihlâki 36000.10⁹ kWh/yıl civarındadır.

Halbuki dünyanın nüfus başına enerji istihlâki 12.000 kWh. saatin üstündedir. Kaldı ki Birleşik Amerika Devletlerinde aynı istihlâk 60.000 ve Büyük Britanya'da 40.000 kWh. civarındadır. Bu itibarla istikbaldeki enerji ihtiyacımızı karşılamak

için, kömür linyit ve petrol gibi fosil yakıtlarımızın rezervlerini meydana çıkarmak için devamlı araştırmalar yapmak ve bu arada nükleer yakıt gibi yeni enerji kaynaklarının araştırılıp kullanılması imkânlarına şimdiden baş vurmak lâzımdır,

C E T V E L: 2
TOrkiye Enerji Kaynakları

	Miktar X 10 ⁹	kWh. X 10 ⁸	Miktar X 10 ⁸	kWh. X 10 ⁸
I — Fosil yakıtları:				
1) Taş kömürleri, ton	1,333(1)	9.800	4,10	30.000
2) Linyit kömürleri, ton	0,700(2)	2.850	2,95	12.000
3) Petrol kömürleri, ton	0,150(3)	1.650	2,40	26.700
	<u>1,930(6)</u>	<u>14.300</u>	<u>9,30(6)</u>	<u>68.700</u>
II — Fisil yakıtlar :				
Uranyum	(Belli değil)			
III — Diğer kaynakları:				
Odun, (5) ton	0,020(4)	70	4,35	15.200
Su kuvveti kWh.	100	100	7,10	710
	<u>0,023</u>	<u>170</u>	<u>2,20</u>	<u>15.910</u>
Yekûn (I-m)	1.973	14470	11,50	84 610
Nüfus başına (27.10 ⁶)	73 ton	535 10 ⁸ kWh	0,435 ton	3.130kwh

- Not:** (1) 1 ton kömür = $6.3 \cdot 10^6$ Kcal.
(2) 1 ton linyit = $8.8 \cdot 10^6$ cal.
(3) 1 ton petrol = $9,5 \cdot 10^6$ Kcal.
(4) örn» Odun = $3.0 \cdot 10^8$ Kcal.
(5) Kömüre irca değerleri için 1 ton kömür = $6.3 \cdot 10^6$ Kcal.
(6) Memleket ormanları sahası takriben = $0,1 \cdot 10^8$ km².

Türkiye'de Elektrik Enerjisi İhtiyaçlarının Su Kaynaklarından Karşılanması İmkânları

Daniyal EBİÇ
Y. Müh.-t.T.Ü.

Türkiye'nin su kaynakları yönünden, diğer primer enerji kaynaklarına oranla, çok daha geniş imkânlar gösterdiği bir gerçektir. Bu gerçek şimdiye kadar yapılan birçok etüdlardan anlaşılmuştur, bu konuda yapılan (belli başlı etüdlardan ilki 1955 yılı Ekiminde Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi tarafından yayınlanmıştır. Bu etüd Türkiye'nin belli başlı nehirleri üzerinde o tarihte mevcut bulunan su ve meteoroloji rasatlarına, topografik şartlara, jeolojik donelere dayanmaktaysa da hem eldeki bilgilerin yetersizliği hem de çalışmanın çok global ölçülerle yapılmış oluşu yüzünden mübalağalı sayılabilecek sonuçlar vermiştir.

Bundan sonra 1959 yılında DSİ Genel Müdürlüğü tarafından daha etraflı ve sıhhatli bir şekilde hesaplanan —tabii öncesine oranla daha küçük değerler veren — hidroelektrik potansiyel miktarı diğer Avrupa ülkelerine kıyaslanırsa önemli miktarlara varmaktadır. Bilhassa kömür, petrol ve tabii gazlar gibi yakıt maddelerine oldukça az malik bulunan memleketimizde su kaynaklarının bu kadar büyük imkânlar bahşetmesi bir şans olarak vasıflandırılabilir.

Türkiye'de su kaynaklarının geniş imkânlar göstermesine rağmen suların enerji üretmek hayli zor birtakım problemlerin çözümüne bağlı bulunmaktadır. Bunlar şöylece özetlenebilir.

1. Yurdumuz hernekadar hidroelektrik potansiyel için gerekli bulunan yüksek düşümlere imkân veren arızalı bir karakterde ise de birçok bölgelerimizde düşümlerin kullanılmasına elverecek suyu bulmak kabil değildir; yağışlar azdır.

2. Akarsularımızın akışları genel olarak az olmakla beraber aynı zamanda çok düzensizdir. Bunun sebebi, yağışların ancak belirli zamanlarda meydana gelmesi ve mevsimlerin bariz derecede farklı karakter arzemesinden kar erimelerinin dahî feyezanlara sebep olmasıdır.

3. Yukarıdaki sebeplerle hidroelektrik enerjiden azami faydalanmayı sağlamak maksadıyla depolamalı santrallerin inşası gerekli ise de uygun depolama yerleri bulmak, gerekli topografik ve jeolojik şartları sağlamak, ekonomik bakımdan rantabilite sınırları içersinde kalmak çok kere mümkün olmamaktadır.

4. Diğer taraftan memleketimizde nüfus toplulukları ve ulaştırma imkânları daha çok batı bölgelerde toplanmış bulunduğu hâlde gelecekte Türkiye'nin enerji ihtiyaçlarını karşılamak imkânına sahip görünen büyük nehirler — Fırat, Dicle ve Çoruh— tamamiyle doğu bölgesinde bulunmaktadır. Aradaki binlerce kilometrelik büyük mesafe enerjinin hem nakli hem de ekonomisi bakımından çözülmesi gereken problemler getirmektedir.

5. Depolamalı tesisler genel olarak büyük ilk yatırımları gerektirdiğinden büyük çaptaki sermaye piyasasının teşekkül etmediği memleketimizde bu gibi teşebbüslerin mutlaka Devlet bütçesinden finanse edilmesi, hattâ döviz kısmının yabancı ülkelere borçlanılması gerekmektedir.

Bütün bu sebepler, bugüne kadar olduğu gibi, Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyaçlarının su kaynaklarından karşılanmasında zorluklar yaratmakta, hattâ bazen olayların zoruyla daha elverişsiz yollara gidilmesine âmil olmaktadır.

Türkiye'de su kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi ancak çok maksatlı projelerin gözönüne alınması suretiyle en uygun ve ekonomik çözümü sağlamaktadır. Gerek memleketin coğrafi şartları gerekse de yurdun sosyal ve ekonomik karakteri bunu zarurî kılmaktadır. Özetle söylemek icabederse yurdun birçok yerleri taşkın zararlarına maruzdur, çok verimli topraklarımız sulama beklemektedir, halkımızın dörtte üçü çiftçilikle geçimini sağlamaktadır, büyük ihtiyacımız olan kalkanmamızı dahî yapabilmek için ziraat ürünlerimizi ve üretimimizi arttırmak zorundayız. Bütün bu gerçekler, sulama ve taşkın kontrolü problemlerinin mutlaka suların enerji üretilmesi ile birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Türkiye'de bugün tek maksatlı olarak ele alınacak depolamalı santrallara büyük yatırımlar yapılmasına mevcut ekonomik şartlar ve eldeki malî imkânlar müsaade etmemektedir.

Tebliğimizin metninde Türkiye sularının memleketin bugünkü ve gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyaçlarının karşılanmasında ne gibi bir rol oynayacakları incelenmiştir. Buradan da görüldüğü üzere diğer primer enerji kaynakları gözönüne alınmasa bile mevcut su imkânları Türkiye'nin uzun bir gelecekteki ihtiyaçlarına yetecektir.

Yaşadığımız bu ülkenin sahip olduğu imkânların bir kısmı ulusumuzun ihtiyaçlarına yetmekte, bir kısmı da yetmemektedir. Bugünkü durumda yurdun su ihtiyaçları olduğu kadar elektrik üretimi de yeterli bir şekilde karşılanmış değildir. Ekonomisinin temeli tarih boyunca tarıma dayanmış olan bu topraklarda orman tahribi, erozyon, yağışların azalması, toprakların kullanıla kullanıla verimsizleşmesi gibi türlü sebeplerle artık ziraatın da belirli kurallara uyularak yapılması, bilhassa son yıllarda nüfûs artımının ortaya çıkardığı problemler yüzünden eldeki sınırlı tarım alanlarından mümkün olan en büyük faydanın sağlanması bir zarurettir.

Elektrik enerjisi ihtiyaçları da nüfusun artması, halkın yaşama seviyesinin yükselmesi, yurdumuzun gündün güne endüstrileşmesi sebebiyle hızla artmaktadır. Bu, ileri ülkelerin artış hızından fazladır ve gelişmekte olan ülkelerin seviyesindedir. İşte, tıpkı su ihtiyaçlarında olduğu gibi, elektrik enerjisi konusunda da yurdumuz çözülmesi öncelik ve önem taşıyan büyük problemlerle karşı karşıyadır.

Enerjinin yeryüzünde türlü şekilleri varsa da memleketimizde kullanılması mümkün ve ekonomik enerji kaynakları sınırlı ve belirlidir. Bunlardan şimdiye kadar geliştirilmiş olanlar akar ve katı yakıtlarla su enerjisinden faydalanmadır. Nükleer enerji, hiç değilse şimdilik, mevcut şartlarda yurt gerçeklerine uygun çözüm vermemektedir. Tabii gazlar memlekette pek mahdut ve verimsizdir.

Akar yakıtlardan enerji üretimi son yıllara kadar sadece mazotlu motörlerle generatör çevirmek şeklinde uygulanmaktayken yurdumuzda büyük petrol rafinerilerinin kurulmasıyla birlikte ortaya çıkan, basınçsız olarak yakılmaktan başka bir şekilde kullanılamayan ve memleketimizin şartlarına göre dışarıya ihracı da ekonomik olmayan, bol miktardaki rafineri artıklarının, bu arada Fuel Oil'in buhar kazanlarında özel brülör'ler kullanılarak yakılması suretiyle çalışacak termik santrallerin kurulması da imkân dahiline girmiştir.

Diğer taraftan 1935 ve daha önceki yıllarda inşa edilmiş eski buharlı santrallarda doğrudan doğruya, çok kıymetli bir yakıt olan, maden kömürünün kullanılmakta olduğu da hatırlardadır. Sonraları katı yakıt olarak maden kömürü kullanılmaktan vazgeçilmiş, topraklarımızda daha geniş alanlarda ve daha bol bulunan linyit kömürlerine, bunların da bilhassa düşük kalorili olanlarına rağbet gösterilmiştir.

Ancak bütün bu yakıt kaynakları, bilinen duruma göre, sınırlıdır ve yeni kaynakların bulunması şansı da pek kuvvetli değildir. Bugünkü durumda yeraltı servetlerimizin 100 yılda tamamen tüketileceği hesabedilmektedir.

Buradan da görülmektedir ki memleketimizin mâlik olduğu su kaynakları diğer primer enerji kaynaklarının yanında çok önemli bir yer tutmakta ve herhalde ilk plânda faydalanılması gerekmektedir. Türkiye'nin 1963-1967 yılları arasında uygulanacak beş yıllık kalkınma plânında da bu husus aynen derpiş edilmektedir.

Bahis konusu plânda da kabul edildiği gibi, Türkiye'de yılda 53 milyar kilovatsaat elektrik enerjisi üretilmesini imkân verecek hidroelektrik potansiyel vardır. Bu enerji potansiyelinin anı değeri ise 14 milyon kilovatlık bir kurulu güce tekabül edecektir. Bugün bu kapasitenin enerji olarak ancak yüzde 3.8 inden, güç olarak da yüzde 3.5 undan faydalanılmaktadır. Diğer büyük kısım enerjisi taşıyan sular ise boşa akıp gitmektedir, şu hâlde bu geniş imkânlar elimizde dururken biran önce bundan faydalanmak ilk hedef olmalıdır.

Yalnız bu amaca erişebilmek için gerekli adımların atılması pek basit ve kolay olmamaktadır. Sularımızdan memleket ihtiyaçlarına lüzumlu enerjinin üretilmesi herşeyden önce birtakım zorlukların yenilmesine bağlı bulunmaktadır. Bunların başında gelen yağışların memleket yüzeyine eşit şekilde düşmemesidir. Yurdumuzun coğrafi durumu ve topografik şartlarının doğurduğu bu olayın etkisinde Rize dolaylarında yıllık ortalama yağış (4000) mm. iken yurdun bazı bölgelerinde 200 milimetreden azdır. Halbuki Türkiye'nin ortalama yağış miktarı (550) mm. civarındadır. Bu durumda hernekadar arazinin topografyası yönünden memleketimiz sulardan enerji üretimine elverişli gibi görünmekteyse de yağışların azlığı bu imkânı zayıflatmaktadır.

İkinci bir zorluk da yağışların azlığına ilâveten yağışın akışa tekabülünün düzenli bir şekilde olmaması, yani normal sayılabilecek yağışların bile çok kere sellere sebep olmasıdır. Bunun sebebi topraklarımızın bitki örtüsüne sahip olmaması, sahip olduğu bitki örtüsünü de yıldan yıla kaybetmekte olmasıdır. Bu yüzden hem kıymetli topraklar kaybedilmekte hem de seller, taşkınlar her yıl can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Buna karşı yağış olmayan aylarda nehir yataklarında çok az su bulunmaktadır.

Hem suyun az olması hem de istenilen anda suyun bulunmayıp tersine beklenmedik zamanlarda sel şeklinde suyun gelip fayda yerine zararlara sebep olmasına bir çare olarak su kullanan tesislerde depolama yapılması zorunluğu doğmaktadır. Yalnız bu hâlde de bilhassa baraj için gerekli jeolojik şartların sağlanması önemlidir. Ayrıca jeolojik şartların baraj kurulmasına imkân verdiği hâllerde bile ekonomik sınırların içinde kalmak kay-

gısıyla çok kere barajdan ve tesisten vaz geçildiği de olmaktadır.

Diğer esaslı bir zorluk, Türkiye'nin büyük su kaynaklarının bilhassa doğu bölgesinde toplanmış olmasına karşı nüfus kütlelerinin, büyük şehirlerin ve endüstri gruplaşmalarının daha çok batıda toplanmış oluşudur Gerçekten büyük bir hidroelektrik enerji potansiyeline sahip olan Fırat, Dicle ve Çoruh gibi nehirler yurdun doğu illerine büyük imkânlar bahşetmekte olmasına rağmen bu imkândan tam manasıyla faydalanacak büyük bir endüstri havzası teşekkül etmedikçe bu imkânlardan faydalanılması kabil olmayacaktır.

Batı bölgesinde ise endüstri bölgeleri teşekkül etmiş, bu endüstrinin çevresinde nüfus toplulukları yerleşmiş, enerji ihtiyaçları diğer medeni ülkelerdeki seviyeye yükselmeye başlamıştır Oysa ki bu çevrede gittikçe büyüyen enerji taleplerini rantabl bir şekilde karşılayacak büyük hidrolik enerji kaynakları azdır. Ergeç Kuzeybatı Anadolu şebekesinin meselâ Fırat havzasından beslenmesi gerekmektedir.

Halbuki bu maksatla arada çok yüksek gerilim — 380, 400 hattâ 600 kilovoltluk — birkaç devreli enerji nakil hatlarının çekilmesi şarttır Bu ise hem büyük ilk yatırımları gerektirmekte hem de dolayısıyla enerjinin maliyet bedelini arttırmaktadır. Hernekadar başlangıçta Batıdaki enerji sistemlerine Sakarya'dan, Kızılırmak'tan, Yeşilirmak'tan veya güneydeki, geniş imkânlar vadeden, balaman havzasından enerji getirilmesi daha kolay olacaksa da ileri bir gelecekte Fırat, Dicle hattâ Çoruh'un geniş imkânlarından faydalanılması mutlak lâzımdır.

Depolamalı hidroelektrik santrallerin kurulması halinde ise yatırım çok büyümekte, üstelik bu barajların yük merkezlerinden uzaklığı nisbetinde araya yüksek gerilimli enerji nakil hatlarının bir takım transformatör merkezlerinin inşası gerektiğinden ilk tesiste maliyet yükselmektedir. Halbuki santral kurulur kurulmaz tam yükte çalışmaya başlaması imkânsız olduğundan ilk işletme yıllarında kdvatsaat enerji maliyetinin normalin çok üstünde olması gibi bir sonuca da varılmaktadır

işte bu uygun olmayan ekonomik durumu düzeltmek ve hidrolik enerjinin memleket ekonomisini kalkındırıcı etkisini gerçek hale sokabilmek ancak çok maksatlı tesislere gitmekle kabil olacaktır Nitekim şimdiye kadar inşa edilen büyük baralarımızdan böyle çok maksada hizmet edenlerin memlekete daha faydalı olduğu birkaç yılda hemen kendisini göstermiştir. Konuşmamızın başında da belirttiğimiz şekilde akarsularımız taşkın yapacak bir karakterdedir, yaz aylarında tarıma çok lüzumlu ve faydalı olacak sulama suyunu sağlamak depolamasız kabil değildir Bu yüzden bir çok verimli topraklar; meselâ güney doğu illerimizdeki geniş ovalar verimsiz bir yol-

da ekilip biçilmektedir. Diğer taraftan bugün ekonomimizin ana üretim unsurunu yine tarım teşkil etmekte, halkımızın dörtte üçü çiftçilikle geçimini sağlamaktadır. Buna ilâveten uygulanmağa geçilen beş yıllık kalkınma programının büyük kısmı tarım ve sulama ile ilgili sektörlerle ayrılmıştır. Bu plânın gerekli iç finansmanını sağlayabilmek için daha çok ürün kaldırmak zorundayız.

Bütün bu sebepler, bilhassa büyük barajların inşasını gerektiren hidroelektrik santrallerin kurulurken, mutlaka çok maksatlı projelerin ön plânda tutulmasını gerektirmektedir. Türkiye'de bugün bir tek maksatlı olarak ele alınacak depolamalı santrallara muazzam yatırımlar yapılmasına mevcut ekonomik şartlar ve eldeki malî imkânlar müsaade etmektedir.

Devlet plânlama Teşkilâtının yaptığı çalışmalara yardımcı olmak üzere enerji sektörüne dahil devlet dairelerinin yaptıkları çalışmalarda müştereken kabul edilen esasa göre Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyaçları yılda mevcudun yüzde 13 ü kadar artacaktır Bu kabul önümüzdeki beş yıllık plân süresince, yani 1963 ilâ 1957 yılları arasında, carî olmakla beraber kalkınmakta olan bir memleket durumundaki Türkiye'de 1967 den sonraki 10 yılda da yüzde 11 in üzerinde olacağı isabetle tahmin edilebilir.

Buna göre 1962 de toplam olarak 3.550 milyar kWh'ı bulan Türkiye'nin enerji ihtiyaçları 1967 yılında 6 539 milyar olacak, 1970 te bu miktar 9 milyar kilovatsaata erişecektir. Onbeş yıllık bir projeksiyonda ise 17 milyarın üstünde olacaktır. Buradan görülmektedir ki önümüzdeki onbeş yıllık uzun vadeli plân süresinde Türkiye'nin bütün elektrik enerjisi ihtiyaçlarının hidroelektrik kaynaklardan karşılanması mümkündür.

Yalnız bu hususta önemli enerji nakil problemlerinin ortaya çıkacağı şimdiden görülmektedir. Gerçekten bilhassa hızla gelişen Kuzey batı ve Batı Anadolu bölgelerinin elektrik enerjisi ihtiyaçlarının mahallindeki hidrolik imkânlarla karşılanamayacağı, buna karşılık yurdumuzun Kuzeydoğu, Doğu ve Güney Doğu bölgelerinde enerji imkânlarının, ihtiyaçların 1990 yılına kadar olan kısmının bile üzerinde olduğunu haritadan görüyoruz.

Bu ibirbirine zıt iki durumun ortasında, yani kendi ihtiyacını mahallen karşılayabilecek durumda olan veya hiçbir hidroelektrik üretim imkânı bulunmayan bölgeler de vardır. Bunlardan Akdeniz bölgesi ile bilhassa orta doğu Anadolu bölgesi zikredilebilir. Konya ovasının dahil olduğu orta Anadolu bölgesiyle Trakya bölgesinde hiçbir belli başlı hidrolik enerji imkânı bulunmadığından bu iki bölgenin civarındaki havzalardan enerji getirilmek suretiyle beslenmesi lâzımdır.

Her hâlû-kârda Türkiye'nin enerji probleminin çözüm şekli önümüzdeki plân sürelerinde hidrolik kaynakların geliştirilmesine bağlı kalacaktır.

Hidrolik Santrallarımızı, Linyit ve Fueloil Yakan Termik Santrallarla Takviye Etmeliyiz

Hasan Halet IŞIKPINAR

Y. Müh. - Massachussets Ü

Massachussets Teknoloji Enstitüsünde talebe iken, Profesörüm Dugald Jeckson'un tavsiyesiyle, New England'da Appelacian dağları silsilesinde kurulmuş olan ve adedi 7 yi bulan Hidroelektrik Santralları manzumesini ziyaret etmiştim. Bu hidroelektrik santralların ortasında bir tane de büyük Termik Santral vardı. Bu santral çalışmıyordu. Fakat, derhal faaliyete geçecek durumda idi. Santralin Başmühendisine, bu hidroelektrik santralların içinde böyle bir Termik Santralin mevcudiyetinin sebebini sordum.

Başmühendis şu cevabı verdi:

— Bu dağlardaki su kaynakları kışın donar ve hidrolik santrallarımız çalışmaz. Elektrik enerjisiyle beslediğimiz müşterilerimize, bu Termik Santrallarımızı çalıştırarak, ceryan vermeye devam ederiz.

1 — Hidrolik Santralleri takviye için Termik Santraller inşa edilmektedir :

Filhakika, Dünyanın her tarafında, meteorolojik hadiseler dolayısıyla, nehirlerden ve akâr sularından, senenin bazı zamanlarında tam takat elde edilememektedir ve her hidroelektrik santral manzumesi, taşkömürü, linyit veya fueloil yakan termik santrallarla takviye edilmektedir.

Bu takviyeye diğer bir misal olarak, Birleşik Amerika'da Tennessee nehrinden azami istifade temini için 28 sene evvel Cumhur Başkanı Roosevelt'in teşebbüsüyle kurulmuş olan ve 200 milyon dönümlük bir sahada yaşayan dörtbuçuk milyon nüfusun ekonomik emniyete ve iyi hayat standardına kavuşmalarını sağlamaya çalışan Tennessee vadisi idaresi, gösterilebilir.

Bu idare, 1000 kilometre uzunluğundaki Tennessee nehri üzerinde, 18 tane baraj inşa etmiş ve fakat bu barajlardaki hidroelektrik santralların gücünü de nehir boyunca bir çok termik santral inşa ederek desteklemek mecburiyetinde kalmıştır.

Bu 18 tane hidroelektrik santralından 1959 senesinde (15) milyar kWh lık enprji istihsal edilmiştir. Fakat bu hidrolik santralleri takviye için kurulmuş olan termik santrallarda da 18 milyon ton kömür yakılarak 46 milyon kWh lık enerji istihsal edilmiştir.

Üçüncü misal olarak da Kanada'yı alabiliriz. Bol su kuvvetlerine malik olan Kanada, hidroelektrik santrallerim, yeni yeni termik santrallar inşa ederek takviye etmektedir. 1960 senesinde muhtelif eyaletlerde büyük güçte, kömür yakan termik santrallar inşa edilmiştir. Bu arada, 1961 senesinde de Toronto'da 250 milyon dolara mal olacak olan 1.800.000 kW. gücünde Lakeview Termik Santralının inşasına başlanılmıştır Canadian Power Engineer Dergisinin Eylül 961 sayısına göre, Ontario Hidroelektrik Şirketinin önümüzdeki yirmi sene içinde 15 milyon kW lık takate ihtiyacı vardır ve bu ihtiyacı karşılamak için de Lak«wiew gibi büyük termik santrallerin gelecekte inşasına devam edilecektir.

2 — Hidrolik kuvvetlerimiz gelişmektedir :

30 seneye yakın bir zamandanberi, yurdumuzun bütün su kaynakları, Devlet müesseseleri tarafından etüd edilmekte, muntazam rasatlara devam edilmekte, nehirlerimizin ve çaylarımızın rejimleri büyük bir dikkatle tesbit edilmektedir. Ebedî hayat kaynağı olan suyun her sene devretmesi, kaybolmaması ve sularımızdan elektrik enerjisi istifadesini sağlamak için kurulan barajlarımızın, coşan sularımızı zaptederek taşkınların önlenmesine ve geniş ve verimli topraklarımızın sulanmasına hizmet etmeleri, yurdumuzun elektrikleşme çalışmalarına, senelerdenberi su kuvvetinden istifade esasına yöneltmiş bulunmaktadır. Birinci beş yıllık Devlet plânında da, bugüne kadar yapılanlara ilâveten yeniden büyük barajların ve hidroelektrik santralların yapılması esas kabul edilmiş ve başta Keban Barajı olmak üzere, Çiçeroz, Hüseyin Kani, Kapulukaya, Kovada II, Kadıncık ve Harşit Baraj ve Hidroelektrik Santrallarının inşası plânlanmıştır.

Bu baraj ve hidrolik santrallarımız, kendilerinden beklenen hizmeti tamamiyle yapabilmeleri için, bunların, tabiatın değişik cilvelerinin tesiri altında kaldıkları devreler içinde, enerji mukadderatını hidrolik santrallara bağlamış olan şehir ve kasabaların, büyük ve küçük sanayi müesseselerinin elektrik enerjisi ihtiyacının inkıtasız devam edebilmesini sağlayacak tedbirler almamız iabetmektedir.

3 — Hidroelektrik santrallerimizin karaladıkları müşküller:

Hidroelektrik santrallerimiz, bugüne kadar bazı mühim müşküllerle karşılaşmışlardır:

a) Meselâ, 1961 senesinin yazında ve sonbaharında beklediğimiz yağmurlar yağmamış, barajların arkasındaki göllerde su seviyesi inmiş, kuraklık mevsimde, arazinin bu barajlardan sulanması mecburiyeti baraj arkasındaki göllerin seviyesinin normal seviyeye erişmesine mani olmuştur.

b) Bu durum karşısında, Anadolu santrallerinin bir kaç senedenberi cömertçe besledikleri İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirlerimizin, enerji ihtiyacını karşılamak için, bu şehirlerin emek termik santrallerinin çalıştırılmasına mecburiyet hasıl olmuştur. İstanbul'un bugün dahi, 130 MW. gücünde bulunan Silahtarğa Termik Santrali, gece gündüz çalışmakta ve İstanbul'un beslenmesini desteklemektedir. Ankara'nın 25 MW'lık Termik Santrali de çalışmakta ve 15 MW'lık güç bu Termik Santraldan sağlanmaktadır.

c) Ormanlarımız gittikçe seyrekleşmiştir. Bu yüzden yurdumuzun yağış rejimi, kısırlaşmaya başlamıştır.

d) Barajlarımızın inşaları büyük yatırımlara ihtiyaç göstermiştir. Zira, ilk yapılan keşifler, inşaat esnasında zuhur eden ve evelden görüle meyen hadiselerle âni taşkınların yapılan inşaatı tahrip etmesi, mübrem temel tahkimatı, su basma zamları, temel enjeksiyonları gibi fevkalâde durumlar dolayısıyla yükselmiştir.

e) Herbirinin yüzlerce sene hizmet göreceğini hesaplayarak inşa ettiğimiz barajlarımızı, yeni ve mühim bir hadise tehdit etmeye başlamıştır: Erozyon. Erozyon, meselâ Kızılırmak gibi nehrimizi kıpkırmızı kolloitlerle bulandırmakta ve suyun içinde yüzen yabancı maddeler, barajlarımızın arkasını durmadan, gece - gündüz doldurarak onların ömürlerini azaltmaya devam etmektedir.

Profosör Necati Engez, barajların arkasının dolmasını Die Wasserwirtschaft Dergisinin 1962 Ekim sayısında neşrettiği bir yazıda, çok vakıfane olarak ele almış ve incelemiştir Engez yazısında :

(Genç ve yumuşak formasyonlardan teşekkül eden ve üzerleri herhangi bir bitki tarafından muhafaza edilmemiş olan, üzerlerine nadiren fakat şiddetli yağmur yağan bölgelerde, Erozyon kolaylıkla teşekkül etmektedir. Bunun tipik bir misali Cezayir'dir. Aynı şekilde Türkiye'nin bir kaç bölgesinde kuvvetli Erozyon husule gelmektedir), demektedir

Engiz devamla,

(Bir barajın arkasında toplanan su hacminin yüzde 80 ni toprak ile dolduğu zaman,

barajdan artık istifade edilemez. 1925 senesindenberi, Dünya yüzünde yapılan barajların adedi yükselmiştir. Fakat, maalesef bu barajların hayatı 200 seneden azdır. Birleşik Amerika'nın Soil Conservation (Toprak muhafaza idaresinin) araştırmalarına göre, Amerika'daki barajların yüzde 64 nün hayatı 100 seneden aşağıya düşmüştür. Keza, Şimali Afrika'da, Hindistan'da, barajların arkası gittikçe dolmaktadır. Cezayir'de 1846 senesinde inşa edilen Sig Barajının arkası, inşasından 12 sene sonra dolmuştur.

Keza, Cezayir'deki 90 metre yüksekliğinde Fodda Barajı, inşasından 20 sene sonra, toplama kapasitesinin üçte birini kaybetmiştir. Buna mukabil, İstanbul'da Boğaziçinde, bir kaç yüz sene evvel, İstanbul'un içme suyunu sağlamak için inşa edilen küçük bendler bugün dahi kullanılmaktadır. Bunların havzası tamamıyla ormanla kaplanmıştır. Esaslı bir Erozyon hasıl olmamaktadır. Anadolu tarafında 65 sene evvel inşa edilen Elmalı Bendi ise, toplama kapasitesinin yalnız, yüzde 12 sini kaybetmiştir.

Baraj inşası; büyük yatırımlar istemektedir ve çok mühim ekonomik bir problemdir. Amerika'lıların tahminlerine göre, barajlara yatırılan paranın her sene 10 milyon doları, barajların arkasının dolmasından dolayı zayı olmaktadır) demektedir.

Erozyonu önlemek için, çeşitli kollarda çalışılmaktadır. Devlet Orman İşletmeleri, Toprak Su Genel Müdürlüğü gibi teşekküller, yurdun bir çok yerlerinde yeni teraslar tanzim etmekte, yeni yeni ormanlar yetiştirmeye çalışmaktadırlar. Yurt dışında bu davanın ele alınmasının su davamızın muvaffak olmasını sağlayacağı muhakkaktır. Ancak bu tehlike ile mücadele milyarlarca ve uzun senelere tevakkuf etmektedir.

4 — Hidrolik santrallerimin termik santrallerle takviye etmeliyiz:

Bir taraftan, hidroelektrik santral ve barajlarımızın maruz kaldıkları müşkülleri yenmeye çalışırken, diğer taraftan da çeşitli sebepler yüzünden, bazen, beklenen güçleri azalan bu tesislerimizi, yurdun münasip yerlerinde, büyük termik santraller inşa ederek desteklememiz zaruri bulunmaktadır.

Önümüzdeki seneler içinde, Devletçe hazırlanan beşer yıllık plânların tatbiki neticesinde, yurdumuzda, her sahada, geniş ölçüde gelişme olacağı muhakkaktır. Bu arada, milyarlarca lira sarfedilerek inşa ve tesis edilen büyük barajlarımızın taşkınları önleme ve sulama mevzularının yanında bunların hidrolik santrallerinde üretilen enerjinin

devamını sağlamak, ancak, bu santralim takviye ederek enerji hizmetlerini garantiye bağlayacak üzerinde senelerdenberi esaslı etüdler yapılmış olan termik santrallarımızın bir kısmının inşasını, hidrolik santrallarla paralel olarak ele almakla mümkün olacaktır.

5 — Hidrolik ve termik santrallarımızın maliyetlerini bir nebze mukayese edelim :

1957 sonu E.J.E.I sinin Türkiye elektrikleştirme plânında, termik santrallarımızın maliyeti hakkında şu rakamlar verilmektedir :

Yapıldığı sene	Santralın ismi	Gücü kilovat	Maliyeti T. L.	Beher kW'ın maliyeti
1948—1952	Çatalağazı	120.000	74 968.000	625
1913 (x)	Silahtarağa	130.000	30.224.000	232
1928	İzmir	40.000	16.000.000	400
1956	Tunçbilek	60.000	48.650.000	810
1957	Soma	40.000	40.000.000	1000
1925	Ankara	25.000	9.238.000	370
1939	Karabük	20.000	5.548.000	275
	Demir ve Çelik			
1936	İzmit Kâğıt Fab.	15.000	8.018.000	- 535
1937	Kırıkkale	15.000	2.154.000	144

Keza, hidrolik santrallarımızın maliyetleri de:

1956	Sarıyar	80.000	210.600.000	2625
1956.	Seyhan	36.000	153.000.000	4240
1957	Hazar	6.000	27 100.000	4511
1953	Defne	3.000	2.800.000	933
1956	Ceyhan I	3.800	10.382.000	2740
1959	Hirfanlı	108 009	250.872.000	2320
1960	Demirköprü	69.000	186.871.000	2710
1958	Kemer	48.000	170.362.000	3550

olarak belirtilmektedir.

(») Muhtelif yıllarda tevsi edilmiştir

Bu rakamlara göre Buhar Turbinli Termik Santrallarımızın beher kilovat gücü ortalama **488 liraya** ve

Hidrolik santrallarımızın beher kilovat gücü de ortalama **2954 liraya** mal olmaktadır. Şu halde:

Hidrolik santrallarımızda beher kilovatgüc,

Termik Santrallara nisbetle, $\frac{2954}{488} = 6$ misline malolmuştur

6 — Enter konekte şebekemizi takviye için : Önümüzdeki beş sene içinde inşası, yurda önemli ekonomik yararlar sağlayacak olan termik santrallarımızı şu suretle sıralamak mümkündür :

- a) , İstanbul'un elektrik enerjisi takviye için : Silahtarağa veya Çekmece veya Diliskeleşinde, Petrol tasfiyehanesi sahasında 200.000 kW. gücünde Termik Santral
- b) İstanbul hinterlandının enerjisini takviye için: Çanakkale, Çan Linyit ocaklarında, .

100.000 kW hk Termik Santral

- c) Ege Bölgesinde, Demirköprü ve Kemer hidrolik santralları takviye için:

Söke'de Linyit ocaklarında, 100.00 kW tük Termik Santral,

- d) Çukurova'da Seyhan hidrolik santraliyle, inşası mutasavver olan ve periyodik donma hadiseleri ile takati, don mevsimlerinde azalması muhtemel bulunan Kadıncık Santralını takviye ederek Adana, Hatay ve havalisini beslemek için:

Mersin'de rafineride Fueloü yakan 100.000 kW hk Termik Santral

- e) Diyarbakır bölgesini beslemek ve Hazar Santralını takviye etmek için:

Batman rafinerisinde Fueloil yakan 100.000 kW hk termik santral,

- f) Keban barajı bilfiil hizmete girinceye kadar baraj inşaatına lüzumlu elektrik enerjisini vermek ve Elâzığ bölgesini takviye etmek için:

Elâzığ'da Fueleoil yakan 25.000 kW I ik geçici 1 Termik Santral,

- g) Erzurum bölgesinde Tortum Santralını takviye etmek ve bölgenin ihtiyacını karşılamak için .

, Balkaya linyit ocaklarında 25.000 kW lık Termik Santralı,

- h) Samsun bölgesini ve Almus hidrolik santralını takviye için :

Çeltik linyit ocaklarında 50.000 kW lık Termik Santralı,

- i) Zonguldak bölgesinde, kömür istihsalini arttırmak, ikinci Ereğli Demir ve Çelik Fabrikasını beslemek ve bölgenin enerji ihtiyacını takviye için :

120.000 kW lık Çatalağzı Termik Santralının yeniden 120,000 kW. güçle takviyesi

- j) Trakya bölgesinin ucuz elektrik enerjisiyle beslenmesi için:

Uzunköprü ve Malkara kazaları hududunda, Harmancık ve Çavuşlu linyit ocaklarında 100.000 kW. gücünde Termik Santralı.

Bu arada, Tunçbilek Termik Santralının asgari 30 • 40 bin kW lık ve Somanın da 40.000 kW lık ünitelerle takviyesi de mühim faydalar sağlayacaktır.

Hülâsa : Hidrolik santrallarımızın önümüzdeki beş sene rejimlerini takviye için ceman yekûn 1.000.000. kW. gücünde Termik Santral inşa etmemiz, yurda büyük faydalar sağlayacaktır ve bu taktla, ortalama 2500 saatten bir yılda yurdumuza ikibuçuk milyar kilovat - saatlik munzam elektrik enerjisi garanti etmiş olacağız.

Bugünkü rayiçe 2 milyar liraya kurulabilecek olan bu tesisler için, Devlet plânına ek bir plân dahilinde Milletlerarası kredili eksiltme açmak, iç finansmanı, özel teşebbüsten, sanayicilerden ve elektrikleenecek belediyelerden sağlamak imkânları araştırılmalıdır.

7 — Termik santrallar da geniş ölçüde inkişaf etmiştir:

Her memlekette yeni yeni santrallar inşa edilirken başlıca iki ana faktör gözönüne alınmalıdır:

- a) Yeni bir santralın tesisi için yapılacak yatırım düşük olmalıdır.

- b) Yeni santralın işletme rejimi iktisadi olmalıdır.

Bugün, bir buhar turbinli termik santral, aynı güçteki hidroelektrik santraldan üç defa daha az zamanda inşa ve tesis edilebilmektedir.

Keza, bugünkü buhar, kazan ve türbinleri, bir kilovatsaati, normal kalorili taşkömüründen ancak 320 - 350 gram yakarak elde etmektedir.

Son senelerde gittikçe büyük buhar türbin üniteleri imal edilmektedir.

Birleşik Amerika General Electric Şirketi, Amerikan Gaz ve Elektrik Kumpanyası için, beheri 450.000 küovatlık, dakikada 3600 devirli iki adet Türbin imal ve teslim etmiştir. Bu Türbinler, 238 atmosferlik buhar tazyikle çalışmaktadır. Buhar 550 derece santigrattadır.

ingiliz C.A. Parsons fabrikası da Kanada'da Toronto yakınında Lakeview santralı için 300 bin küovatlık Türbin teslim etmiştir. Bu Türbin dakikada 3600 devir yapmakta ve 160 Atmosfer buhar tazyikle çalışmaktadır. Buharın ısı derecesinde 540 santigrattır.

Keza, Birleşik Amerika'da Tennessee Vadisi idaresi birisi Widows - oak de ve diğeri Colbert de olmak üzere beheri 500 bin kilovattık iki Türbini 1960 senesi başında işletmeye açmıştır.

8 — Daha ne gibi tedbirler alınmalıdır?

Gerek Devletin enerji politikasını yürütmek ve gerekse Termik Santrallarımızın linyit yakarak elektrik enerjisi istihsalini sağlamak için aşağıdaki tedbirlerin tatbikinde fayda bulunmaktadır :

- a) Evvelemerde, yurdumuzdaki bütün linyit yataklarının kapasite, üretim hususiyetleri ve lüzumlu yatırım tutumlarını belirtecek esaslı bir inceleme yapılmalı, her yerde asırlarca saklı kalmış olan zengin linyit madenlerimizin umumi bir envanterini yapılmalıdır.

Bugün her memleket, kendi toprağında, bu çeşit incelemeler yapmakta ve yeni yeni kaynaklar bulmaktadır. Bizde de, bugüne kadar yapılmış olan etüdlere ve araştırmalara, ilâveten daha süratli incelemelerin yapılması halinde, çok zengin linyit yataklarımıza rastlamamız kuvvetle muhtemel bulunmaktadır.

- b) Diğer taraftan, memleketimizde araştırılmış ve rezervi mümkün mertebe tesbit, edilmiş olan ve ekonomik işletmeye müsait bulunan linyit havzalarının, en modern araçlarla teçhiz edik meşine, bu madenlerin hem termik santrallara lâzımolan yakıtı ve hem de madenin bulunduğu muhitin yakıt ihtiyacını karşılayacak şekilde işletilmesi için, Maden Umum Müdürlüğünün, M.T.A. nın ve Maden Mühendisleri Odası'nın ve Maden İşleten Özel teşebbüsün bir araya gelerek lüzumlu etüd ve programları hazırlamalarına ve tatbikatına geçmelerine ihtiyaç vardır.

- c) Taşkömür rezervlerimizin erimesi, ormanlarımızın mahvolmaya yüz tutması, toprağımızın gübresizlikten mecalisiz bir hale gelmesi karşısın-

da, yurdun her tarafında canla başla arandığı zaman bulunacağı muhakkak olan yeni yeni Linyit kömür havzalarımızın en önemlilerin derhal birer işletme haline getirilmesi, bunların, halkımızın yakıt ihtiyacının karşılanması ve hem de müstakbel termik santrallerin birer besleme kaynağı olması temenniye şayandır. Linyit ocaklarının rasyonel çalışması yurdun yakıt probleminin halline de yardım edeceği muhakkaktır.

d) Bugünkü yakıt durumumuz, beş senelik kalkınma plânında şu şekilde hülâsa edilmektedir:

Birinci Enerji Kaynaklarının Durumu

	Rezerv milyon ton	1961 de kul- lanılan top- lama orantı- sı %
Taşkömürü	1.500 milyon ton	20.—
Linyit	747 » »	8,2
Petrol ürünleri	?	14,7
Hidrolik enerji	53 milyar kWh.	3,3
Odun	?	29,0
Tezek ve Tarım artıkları	17,5 milyon ton	24,8
		<u>100,0</u>

Hükümetimiz linyit yakılmasına ehemmiyet vermekte ve 1970 de odun sarfiyatını, umum enerji kaynaklarının yüzde 16,6 sına, tezeği de yüzde 13,8 ze, Taşkömürünü de yüzde 16 ya indirmeye çalışmaktadır. Bu suretle odun yakmak isteyen köylünün ormanları tahrip etmesi önlenilecek ve tezek de köylünün toprağının verimini arttırmak için kullanılacak diğer taraftan, kıymetli olan taşkömürü de daha-faydalı tali mahsuller için korunmuş olacaktır.

e) Tabii ve coğrafi durumu itibariyle, yurdumuzda linyit rezervlerimiz okadar müsait mevkilere dağılmışlardırki, bugün elektrik enerjisine kısmen kavuşmuş olan büyük ve orta cesamette ve her biri yurdumuzun sosyal, ekonomi ve sanayii merkezini teşkil eden büyük şehirlerimizle en azından adedi yüze yakın orta cesametten şehirlerimizin emniyetle elektrikle beslenmeleri için lüzumlu bölge Termik Santrallerinin çok müsait yerlerde inşası mümkün bulunmaktadır.

9 — Dileklerimiz:

Birinci Elektrik Mühendisleri Kongremizin, yurdumuzun bu mühim problemini:

a) Büyük hidroelektrik santrallerimizden yurdumuzun beklediği ana hizmetler arasında, elektrik enerjisi ile de yaz ve kış gece ve gündüz kesintisiz, müşterileri besleyebilmek çarelerini,

b) Hidroelektrik santrallerimizin, linyit havzalarımızın bol ve ucuz yakıtlarını yakarak enerji üretecek ve ilk tesisleri bakımından hidroelektrik santrallara nisbetle ucuz ve hidrolik santral-

lardan daha çabuk inşa ve tesis edilebilecek olan büyük termik santrallerle takviyesinin, incelenmesini ve bu hayatî mevzularda karar alınmasını dilemekteyiz.

c) Bu hayırlı kararlar alındığı takdirde, elektrik enerjisini tehallükle bekleyen yüzlerce kasaba ve köylerimiz, daha süratle aydınlığa kavuşacak, buralarda yaşayan vatandaşlarımızın günlük hayatında önemli değişiklikler meydana gelecek, küçük ve büyük sanayi sitelerimiz kuvvetlenecek ve enerji tahdidi endişesinden kurtulacak, ovala-

rımız, büyük pompaj istasyonları tarafından sulanarak verimleri bir çok misli artacaktır.

Netice itibariyle:

Hidrolik santrallerimizi, termik santrallerle takviye ettiğimiz takdirde, bir kaç sene içinde yurdumuz, özlediğimiz ileri seviyeye daha çabuk erişecektir.

R E F E R A N S :

- 1 — Türkiye Elektriklendirme plânı 1957 sonu Elektrik İşleri Etüd İdaresi.
- 2 — TVA 1959. United States Government Printing office. Washington 1960.
- 3 — Distribütöre of TVA Power Annual Report 1959. Tennessee Valley Authority.
- 4 — Schedule First Power at Lakeview Canadian Power Engineer, sept. 1961.
- 5 — Large British Steam Turbines for north America Mechanical Power vol. LVII No 684 December 1961.
- 6 — What's Ahead in Steam and' gas Power. Electric light and Power June 15, 1957.
- 7 — Elektrik Mühendisliği Mecmuası yıl 3 — sayı 35 - 36 Kasım Aralık 1959
- 8 — H.H. Işıkpınar Asırlardanben Yeraltında yatan millî servetimiz Linyit Teknik haber No. 186, Temmuz 17 1961.
- 9 — H H. Işıkpınar, Bol Su kuvveti olan Kanada' da termik santraller Teknik Haber, No. 195, 15 Eylül 1961.
- 10 — Brinci kalkınma plânı hazırlandı : «Genel Enerji Durumu» Elektrik Mühendisliği Mecmuası yıl 6, sayı 71, Kasım 1962
- 11 — Necati Engez, Prof. Verlandungs ersecheinungen In Talsperrenbecken und die Wirkung der grundblasse die Wasser - wüt - schaft, 52 jahrgang. Heft 11, Nawember, 1962