

Enterkonnekte Şebeke İşletme Ekonomisinin Yükseltilmesinde Pompaj Santralleri (*)

Yazan : Karlfried SCHÄFER

Çeviren : Saim NALCIOĞLU

Termik santraller yakıt şeklinde enerjiyi elektrik işlevine dönüştürürler. Halbuki pompaj santrallerinin kurulmasıyla ilgili olarak, stantok mevcut elektrik enerjisinin kullanılması, fakat bu enerjiyi daha düşük deforlendirilmek mecburiyetinde kalınan düşük yük saatleri enerjisinin daha iyi değerlendirilmesi için, çokluk kullanılması puanı enerjiyi aktarılabilir. Bu noktadan pompaj santrallerinin biriktirme mahallinde olan yukarı depoları kullanılarak dört ila dört tane yük çatılma sıratına uygun htr kapasitede yapılır. Buna göre pompaj santralleri enterkonnekte bekledi kendilerine uygun yeri sağlayan bazı özellikler gösterirler. Müatcekre sistemde primör hidrolik santrallerin kurulu güç payları (yani biriktirme imkanı primör santrallerin payı) azaldığı ülkelerde, pompaj santrallerinin gayeye uygun takata işbirlikleri ve ehemmiyetleri artar,

(Çizelge 1) de imzalı memleketlerin ürettikleri enerji ve kurulu güçleri gösterilmektedir.

Türkiye Enerji Bakanlığı tarafından yapılan 1961 Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistik Bulentimendir*

Primör hidrolik Hintrol güç santralleri mik veya yuvarlak olan sistemlerde, pompaj santrallerinin göreli olarak yüksek defterlere çıktığı ortamlardan dolayı olarak görülmektedir. Püçük yük ortamlarında işletilecek akar santralleri enerjiyi puant Diierjalau çevirmek için, Norveç, İsviçre, Kanada, ve Avusturya'daki santrallerinin büyük bir kısmını pompaj santralleri tenkit etmektedir, Avusturya'daki pompaj santrallerinin kurulu gücünün mühim bir kısmı Alman santrallerinin istifadesine ara edilmektedir. Elektrik enerjisinin takriben yarısını primör santrallerinden elde edilen İtalya, Japonya, Fransa gibi memleketlerde bu kadar pompaj santrallerinin azlığı ehemmiyet verilmiyordu, Akar santrallerinin düşük yük saatlerinden hemen hemen tamamen faydalımlanılmıyordu. Fakat saat başı için genel ölçüde en-

Memleketler	Üretilen enerji		Kurulu Güç			Faydalanma süresi h
	Toplam x10 ⁹ kWh	Hidrolik santral. %	Toplam (Pi) MW	Hidrolik santral. %	(Pi) e nazaran pompaj santral %	
Norveç	33,8	99	6 700	98	0,4	5 040
İsviçre	22,3	99	6 200	97	6	3 600
Kanada	120	92	23 000	81	0,7	5 220
Avusturya	17	71	4 300	70	16	3 960
İtalya	60,5	69	18 400	70	1,0	3 300
Japonya	132	51	26 000	50	0,8	5 100
Fransa	76,4	50	23 000	48	0,6	3 300
Rusya	327	18	74 000	22		4 420
A. B. D.	878	18	198 000	18	0,4	4 400
Bati Almanya	124,5	10	29 000	12	4,5	4 300
İngiltere	146	2,7	39 300	3,3	2,0	3 720
Türkiye	2,8	35,7	1 272	32,4	—	2 201

(Çizelge 1) 1001 yılımla 11 memleketin üretim kapasiteleri ve durumları. Memleketler hidrolik santral kurulu güçlerine göre sıralanmıştır, (Sayısal Önemler «İstatistikle Yürümlük» UN İnin raporları santrallerin kısmından alınmıştır.)

İrtak aevvül plerbell ve yüksek (iyor kabiliyetine haiz biriktirmek primör santrallerden U-

f) Slenmu ZKJTSCHRF? Ağuttan İttöt ityUMuton ççTJriJirHjllr,

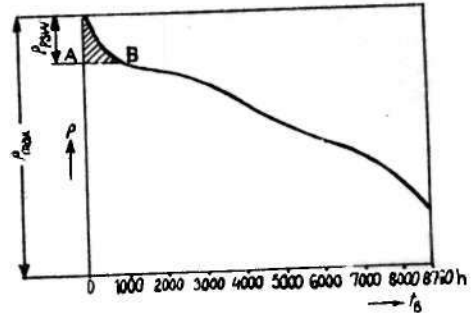
İfade ediliyordu. Aşağıda izah edilen sebepler yüzünden son yıllarda bilhassa primer su gücü İştiraki düşük olan A. B. D., Batı Almanya, İngiltere, gibi memleketlerde pompaj santrallerinin ehemmiyeti fark edildi ve güce iştirakleri yitirildi.

Amerika'da şu anda toplam gücü 8 500 MW olan 14 pompaj santrali İnşa veya proje halindedir. Bunlardan Hudson nehirindeki Cornwall •pompaj santrali beheri 225 MW olan 8 makine ile yani toplam 1 800 MW 1966 yılında servise girecektir. Yards Creek santrali 3x110 MW ile 1965 yılında tamamlanmış olacaktır. Bu santrallerde Amerikanın diğer pompaj santrallerinde olduğu gibi reversibl türbinler nazarı itibare alınmıştır. Halen tamamlanmış tesisler olarak Taum Sauk 2x175 MW ile çalışmaktadır. İngiltere'de Ffestiniog tesisleri 4x79 MW ve Cruadron 4x100 MW lık pompaj türbinleri ile 1965/66 da servise girecek şekilde planlanmıştır. Nİsını 1964 do L,uxemburg'da Vianden pompaj santral ortaklığı toplam 900 MW lık 9 grupla açılış merasimi yapmıştır. Batı Almanya'daki pompaj santralleri ile ilgili hali hazır çalışmalar (Cetvel 2) de görülmektedir.

Toplam güçleri birkaç bin Megawattlık diğer pompaj santralleri de ayrıca planlanmaktadır.

Bir pompaj santrali İle enterkonnekte şebekenin randımanını tesirli olarak yükseltmek isteniyorsa, planlama esnasında pek çok taraflı sayısız problemler çözümlenmelidir. Bu problemler her şeyden evvel elektrik ekonomisini, jeolojiyi, inşa tekniğini, türbin ve elektro teknik sahayı kapsamaktadırlar. Bu problemler halen yetkili bürolar tarafından çözümlenmektedirler.

ğişken üretim masrafları minimum ise elektrik enerjisi iktisadi bakımdan bir optimum ile dtt edilmiş demektir. Bir santralin üretim masrafları :



P_{max} Yıllık puant P_{PSW} Pompaj santrallerinin takat
B Yıllık faydalanma süresi takat durumu

Şekil : 1 -- Batı Avrupa UC PTE memleketlerinin 1962 yıllık karakteristiğine uygun tertiplenmiş yük grafiği.

$$K_{ges} = K_f + K_b$$

$$K_{ges} = pAP_i + A_{ges} \text{ bw dir.}$$

Burada

K_{ges} toplam masrafları

K_f sabit masrafları

K_b değişken masraflar

p yıllık yeni değerlere göre faiz, idare, amortisman vs. kat'sayısı mesela :

buhar santralleri için $p_{DKW} \approx 0,165$
pompaj santralleri için $p_{PSW} \approx 0,010$

(Cetvel 2) Batı Almanya'daki pompaj santrallerinin hali hazır inşa durumları

Pompaj santrali	tninat ^^	Toplam takat * M W
Happurg	Dört üniteli inşaat bitmiş	160
Erzhausen	Dört üniteli montaj halinde	200
Glems	İki üniteli montaj halinde	80
Geesthacht	Altı üniteli inşaat bitmek üzere	250
Hotzenwald	iki üniteli ilk kademe inşaatı başlangıç halinde	165
Rönkhausen	İki üniteli inşaat başlangıç halinde	120

Puant Santrali Olarak Pompaj Santralleri :

Herbirinin ayrı ayrı seçilme sebepleri olan bir çok' santrallerden müteşekkil bir santraller topluluğunun yıllık tertiplenmiş yük grafiği, şebeke kayıpları dahil, (Şekil 1) de verilmiştir. Eğer bütün santrallerin yıl içindeki sabit ve de-

spesifik tesis masrafları

mesela :

buhar santralleri için a_{DKW} as 470 DM/kW

pompaj santralleri için a_{PSW} es 600 DM/kW)

Elektrik Mühendisliği 100

P ₁	kurulu güç
A _{..}	santralin yıllık üretimi
b	spesifik ısı ücreti mesela 8,6.10 ⁻⁰ ^DM/kcal
w	spesifik ısı ihtiyacı mesela 2 500 kcal/ kWh

Değişken masrafların pompaj randımanı ile bölünmesi suretiyle, denklemler pompaj santrallerine de tatbik edilebilirler. (Şekil 1) de yıllık puant P_{max} m Ppsw kısmını alan bir pompaj santrali gösterilmektedir. Burada yatay AB çizgisi, yıllık puant enerji üretim alanının alt sınırını göstermektedir. Puant santrallerinin yıllık toplam üretimi A_{psw} şebekesinin yıllık üretimine nazaran çok azdır ve en fazla % 3 ü kadardır. Bu sebepten puant santrali için maliyet hesabında, değişken masrafların nazarı itibare alınmasına lüzum yoktur. Puant santralının üretim masrafları yıllık üretimine oranlarsa, faydalanma süresine bağlı spesifik üretim masrafları elde edilir. Bu spesifik masraflara ait bir çok grafikler vardır. Bu grafiklerden, küçük faydalanma süreli spesifik üretimde sabit masraf payının, değişken masraflar payından 6-10 defa daha büyük olduğu görülür. Bu değerler bir pompaj santrali için ayrıca 1/« faktörü kadar buhar santrallerinden büyüktür. Bu bakımdan yaklaşık olarak değişken masraflar ihmal edilebilirler. Eğer,

$$P_{PSW} \cdot a_{PSW} - P_{DKW} \cdot a_{DKW} \text{ veya}$$

$$a_{psw} = 1,65 a_{dkw}$$
 iseler, bahis konusu esaslar dahilinde, bir pompaj santrali puantta eş takatli bir buhar santralına, iktisadi bakımdan eş değerli veya ondan daha ekonomiktir. Spesifik tesis masrafları için ele alınan misal a_{psw} / &DKW s* '1>³ u meydana çıkarmaktadır. Bu sayı iyi seçilmiş bir ortalama değerdir. Birçok projelerde bu oran pompaj santralının daha lehinedir. Pompaj santrallerinin, toplam yıllık enerji üretim masraflarını minimum yapacak olan kurulu güce iştirak miktarları, belirli sahaları ihtiva eden spesifik tesis masraflarına, masraf denklemlerinin terimlerine ve yıllık tertiplenmiş yük grafiğine bağlı olarak ortaya çıkar. Toplam kurulu gücün pompaj santrallerine düşen optimum payı izah edilen şartlar altında takriben % 20 dir.

Bu durumda yılın en yüksek yüklü günlerdeki şartların tahkik edilmesi icap eder. Umumiyetle deponun dolması gece saatları esnasındaki yüklemeye, ile mümkün olmalıdır. Buradan deponun enerji kapasitesi için bir değer ve bu suretle de kurulacak takat için bir fikir elde

edilir. Fakat burada kabul edilmiş şartlar altında kurulu gücün % 15-20 si civarında pompaj santrali iştirak takati yeterli bir ekonomik çözümdür. Pompaj santrallerinin yıllık faydalanma süresi takriben 500 h ve işletme süresi de 1 300 h olur. Burada şimdiye kadar yalnız (Şekil 1) deki yıllık ek kısmının münakaşasının yapıldığı ve bunun için de bu saatlik değerlerin alındığı hatırlatılır. Bir pompaj santralının ekonomikliği için pompaj enerjisinin linyit kömürü, taş kömürü veya akar su santrallerinden elde edilip edilmemesinin fazla bir ehemmiyeti yoktur, çünkü puant santralına değişken masrafların tesiri pek azdır.

Plânlama Esnasında Optimumun Tâyini :

Artan enerji talepleri ve ihtiyaçlar bizi eski santralleri yenileriyle değiştirecek olan zamana bağlı teferruatlı planlara zorlamaktadır, istikbal için sabit ve değişken masrafları ihtiva eden toplum üretim masraflarının minimum tanzim edildiği santraller topluluğu seçilmeli veya tevsi edilmelidir.

Bir enterkonekte şebekenin planlanmasında bir çok esaslardan faydalanılır :

Hali hazır şebeke yükü, bilhassa yılın en yüklü gününün yük eğrisi, çeşitli aylardaki karakteristik iş günlerine ait yük eğrileri, yıllık tertiplenmiş yük grafiği,

İstikbaldeki yük artışı tahminleri,

Mevcut santrallerin sabit, değişen masrafları, santrallerin muhtelif takatlarına tekabül eden kWh başına yakıt masrafları (Zuwachskosten) eğrileri, sıcak emre amade tutma masrafları (Anfahrkosten),

Yılın en yüklü gününe ait puant ve düşük yük saati takat akışını gösteren şebeke diyagramı,

Yeni santrallerin tesis mahalleri için tercih sebepleri,

Faiz ve amortisman masrafları.

Bu mevzu ile ilgili misal olarak Almanya ile alakalı, normal şartlara istinat eden bir istikbal planının kısmi neticesi verilecektir. 600 MW lık bir santraller topluluğu 14 yıl içinde 1 300 MW istifade edilebilir takata yükseltilecektir. Bir pompaj santrali proje ile bir pompaj sağırsız projenin toplum üretim masrafları bir planlama bürosu tarafından 14 yıl için optimumlaştırılmıştır (tik inşaa kademesinde pompaj santrallerinin takat payı % 12 olacak şekilde). Bu duruma göre (Cetvel 3) de her iki inşaa projesi arasındaki farklar verilmiştir.

(Çetvel 3) Bir santrallar topluluğunun inşaatı için mukayese değerleri

Değişken masraflar	İnşa planı I Pompaj santralsız x 10 ⁶ DM	İnşa planı II Pompaj santrallı x 10 ⁶ DM
İşletme için	680	693,8
Sıcak emre amede için	18,3	9
Toplam	698,3	702,8

tosa [ılımlı II yi ŞTM, pompaj santralleri yıllık faydalanma ütlresi BÜ Jıdır. Pompaj santrali] değişken masrafları, talimin olduğu gibi, inşa planı I c nazaran toplum dnlşken nınararlarını % 0,65 i kadar daha yüksektir. Ülger İnraftan aynı saman parfmda Sün.iau DM ulan toplamı sabit masraflar, yukarda, verilen şartlarda, pompaj santrallı inşaat için takriben # 10 İliqı prnjnını I dün düşüktür Ve bu tuşa pnoğrttmı li Hin lrelih sebeplerinden biridir.

Değilken masraflarda [Kimpaj santrali a mim hu sanı olur ak y nlns en yüklü saati arın ekinde dçgl! (delili 1). aynı zamanında düşük yük ffünlerindeki puant saatlunndn çalıştırıldığı durum nazai'i itibare alınmalıdır. Bu çalıştırma şekil pompaj ss.utralln.nmnı aleyhine otao işletme masraflarını yükseltir. İakat sıcak Bmifl amade tut' ma masraflarında bir kür teinin eder. Yıllı İL ek-dçkl bir pompaj santralının yıllık üretimi evvelce de belirtildiği gibi toplam yıllık lretimin takriben % 3 Üne balığ olur. Pompaj biriktirmesi randımum nazıın İtibara alındığında, pompaj santrallı İlave işletme masraftan

% 3

(% 97 + ———— j — % 100 = % 1 kadardır.

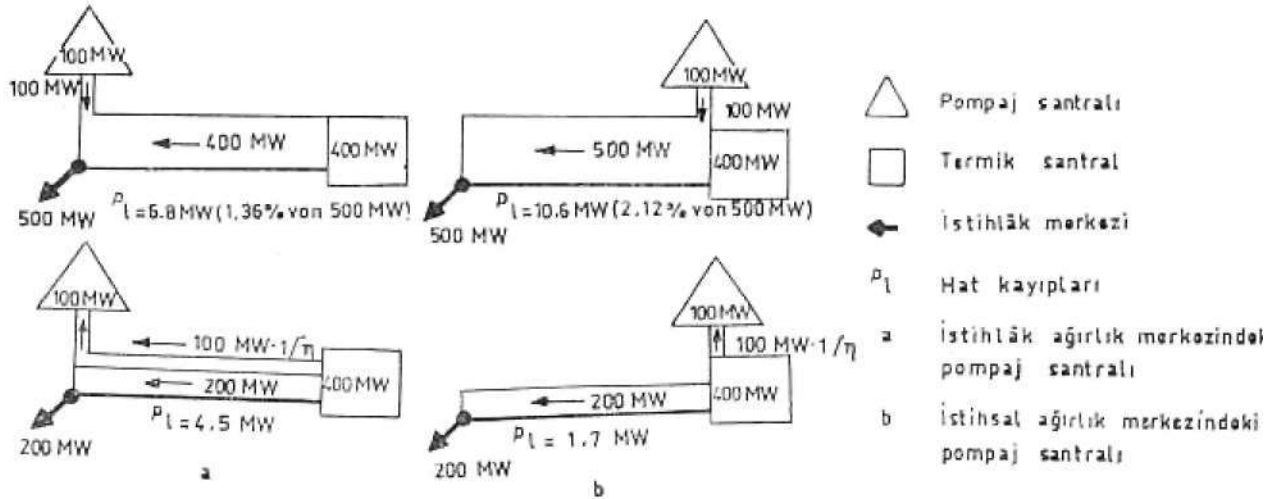
Burada enterkonnekte şebekede sadece taş kömürü yakan bas saittrailerifl jalısmağı pom.

paj nanlrnUnrı İçin en gayri müsait durum nini k Ladır, Mır pompaj santralının ha tası E olarak Hİsteme ilave edilmesinde, İlave yüzdesi misalde zikredilen nıktandan az olmaz.

Diğer bir etüd de sistem snlısı dahilinde müstakbel bir pompaj santrali için şebek E- tekniği bakımından eh uy^uu mahallin arag tırılmadır. Bir yok pompaj santrali projesi için hesaplanmış sayısal değerlerin mukayesesi talimin edileceği gibi bir pompaj santimimin İstlh-Juk Merkezi yakıtında olmasının en İyi neticeyi verdiği göstermektedir. Bununla ilgili neticeler basit olarak ^üs terfi mi ş olan (İjekü 2) de açıklanmıştır.

İtjL'kıl Li 1 Yukarda) şebeke puantı anındaki basitleştirilmiş enerji akışı, (Aşağıda) düşük yük saatındaki durum. Enerji nakil hattı olarak 100 km uzunlusunda 220 kV luk bir hat ve her Lkl s i.ite ı) ide cos *, _ 1,0 alınmıştır.

Bir pompaj santrali çeşitli sebeplerden dolayı, ekseriya müşterek üretim ağıll'jk merkezi yük ağırlık merkeid ita beraber olmayan birçok santrallerle beraber çalışır. (Şekil 2) misalinde ti (pompaj santrali tam yük ağırlık merkezindedir.) I) ye nazaran puant yükü saatında taşıma kayıplarını % 0,76 azaltmaktadır, a misalinde puant enerjisi yilUsün saatlerde müstehlik yakı-

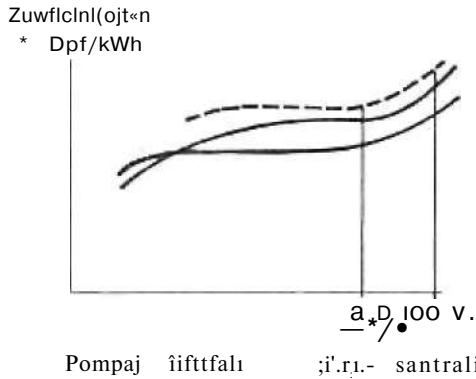


Şekil : 2 — (Yukarda) şebeke puantı anındaki basitleştirilmiş enerji akışı. (aşağıda) Düşük yük saatındaki durum. Enerji nakil hattı olarak 100 km uzunluğunda 220 kV luk bir hat ve her iki sistemde de $\cos \phi = 1,0$ alınmıştır.

nımdaki pompaj santralına nakledilmektedir. Yüksek yüklü saatlerdeki enerji miktarı yüksüz saatlar* niçin ara.n yvk fizlû olduğundan yüksüz saatlardaki şebeke kayıpları ihmal edilebilirler en yüksek yükEU saat lntı Iğrıplarının yalnız başına sabit masraf pıyıt farkı, yılda takriben üi DM/kW olan ilave aantral glicünü emre amade tutmak bakımından değerlendirilirse, a dum-nıUllda yılda O./J.I.Oi DM hniafillnua ölür, a durumunda ayrıca nakil sistemi fazla yüklenmemiş olur, bu suretle enerji nakil reservesi basıl oılm- Bundan başka enerji nakil hattının arızalanması halinde pompaj santrali müstehliki hie, olmazsa kısmen birkaç saat için beslemek LJ:l-kimından da mühimdir!', Bu pompaj santralıidn-lll rezerve hemen kullanmak ÜaOrc İstlh'•!•: nıer-keKlnin ıı-'; yakınında bulunmaktadır. Misaldeki 220 kV hık bat koman şebekeye bağlantı liattt oınrak da düşünülebilir. Misalde sadece baalt bir şebeke dırtlmıı kabul edütnlgÜT. HnkLkatte-ki kOmpıı:KK şebekeler için münuaelH-tier bir jē>-beke modeli ürerinden tespit «nimetidir.

Mer'cllt Santraller Topluluğunun En Eknnmik Jjüüillrtftsl

Evvelki bahislerde santriillur topluluğundaki pompaj saatraitannııı temci ekonomik tesirleri ile meşgul olundu, Planlama ve buna baflı olan tenis şartlarının altaıuc olarak mevcut ga&trtU- lar topluluğunun ekonomik iaetllıneainln : • i - . , - - tılmasında, sadece değişken masraflar tyakıt masrafları) rul oynarlar. Her İmnjeibr andaki yük taksiminde bütün Buntrallarıtı muhtelif fakatlarına tekabül eden Wlı başına yakıt muR- rafları tZuwaehnkost.eo> birbirine eşit iae, mev- zubahis santraliar topluluğunda elektrik enerjisi mlnununu masrafla elde ediliyor demektir, (Şekil 3) misal olarak iki termik bir pompaj

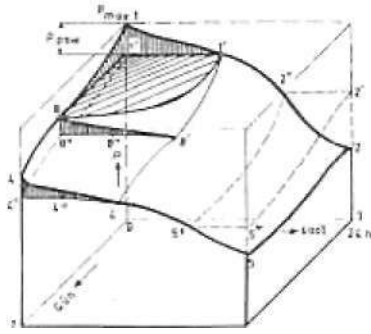


ŞefeU; 3 — Santrallimi! vUkterlne bağlı Dp.j/k\VL mosre/Ton.

santralının muhtelif tadatlarına tekabül eden kWb başına yakıt masrafları eğrilerini göstermektedir. Mevcut bir pompaj santrali ekonomik

yHnden düşenleieeeksa çalıştırma ma^raftı bakımından da aşağıda açıklanacağı gibi bazı kazançlar temin edilmeli ve bir santraliar topluluğunun detaylı planlamasında bu noktılar nazarı İtibarı; alınmalıdır, Yalnız buhar san tr allarından mütesekkül, kurulu fÜcü en yüklü jfünd- c. puanti ancak karşılayabılcn bir santraller topluluğu düşüinfitürse, buhar Kiinlnünrı en iyi çalışma noktalan olan takriben % Su nominal Elletin üstünde yükselt kr/kWtı masrafları ve yüksek spesifik ısı sarfiyatı ile çüüaacaklurcllı-. Rırada pompaj akımını buhar santraHarının ge- ce aatıllıda daba dÜHÜk kr/kWh masraflı Ve da- haküçük spesilfk ısı sarfiyatı temin eden bir pompaj santrnlı bulunsaydı, bu pompaj santrali puant analı takati için lüzumlu enerjiyi buhar santrnlarından pek az bir çalıştırma masrafı ile (değişken masrafla.) temin fidendi,

(Şekil 41 perspektif olarak bir şebekenin bir yıl için günlük tertiplenmiş yük grafiğini göstermektedir, 1, 2, 3, 0 noktalan arasında kalan



* 11 |fjb 1f> runt | "rim Fmpaj unlnlnı" |H<1 .(1.10)

ştkü: i — Bir tenekenin tiir mi <p(n etniük üüTıplcnmif pttk grafiği.

alan en yfikhı gflnün aynılık enörjtsııl, 1, fi. fi, 7 noktaları arasında kalan abın en düytki yüklü yni jfüntü günlük enerjisini cöstci'inektcrllr. 1,1' 1", J mılı.'ilai'i anlamdaki huelm yılbic İlävedeki bir pompaj santralının yıllık üretimine aittir. Yna günlerindeki jrU^{nıuk} puanım karıjılan- ması S;ijn eaki termik santral grupları servise alınabilirler. Fnkat pompaj aantralını servise almak daha ekonomik olur (mesela 4, 4' 1" alanı) ve böylece buhar aatralı ünitelerinin slcak olarak emre amade tutulma nuıaraftsnndan tasarruf edilmiş olur, tılr buhar aadı'aimn aieak nlaralt emre amade bekletilme masrafları, servis harclri kalma süresince beher tam yük saatinin laı aarflyntı hüyükütlüğünde olur. Gene pom- pajında pompaj akımının üretilmesi lejn bir bu- har santrali ünitesi devamlı çalıştırılabilir ve servisten çıkması önlenemez. Bir pompaj sant- ralının ini ces.it çftbjjtmılnm tansıyla, buhar aam> ı-nitai'imn inümlün olduğu kadar en ekonomik

yüklerinde çalıştırılmaları da temin edilebilir. Bu suretle günlük pompaj ilavesinin yerini şekildeki meyilli ilave almış olur (4", 4, çizgisi).

Bu izahat pompaj ve termik santrallerinin birbirlerini ne şekilde tamamladıklarını göstermek için yapılmıştır. Pompaj santrallerinin yaz ilave yükleri vasıtasıyla lüzumlu termik takat azaltılmamış, fakat termik takat dengelendirilmiş ve düşük yük sebebiyle makineler sık sık servisten çıkartılıp servise alınmaktan muhafaza edilmiş olur. Ayrıca pompaj santrallerinin yaz çalışmaları buhar santrallerinin revizyonlarını da kolaylaştırır. Pompaj santralleri umumiyetle yüksek faydalanılabilir kabiliyetine haizdirler, revizyonları kısa zamanda tamamlanır ve işletme programına kolaylıkla uyarlar.

Şimdi yedek takat ve çabuk servise girebilme kavramları için bazı düşünceler ortaya atalım. Bir santraller topluluğunda kurulu yedek takatin tamamı çok nadir olarak kullanılır, fakat daima emre amade tutulmalıdır. Bu bakımdan yedek takatin devamlı sabit masrafları vardır. Bir pompaj santralının spesifik sabit masrafları bir buhar santralından daha düşüktür. Yaklaşık olarak (yedek takat faktörü «r» olduğuna göre):

Buhar santralleri için : k_r par 90 DM/kW, yıl

Pompaj santralleri için : k_r par 70 DM/kW, yıl

Bu sebepten yedek takatin hiç olmazsa büyük bir kısmının pompaj santralı olarak tutulması uygundur. Kurula gücün yedek takat kısmı pompaj santrallerinin yukarıda zikredilen ekonomik güç iştirakini düzenleyebilir ve önemini artırır. Bu durumda yedek takat için lüzumlu ilave enerji üst depoya hafta sonlarında pompalanabilir.

Şebeke yedek takatinin pompaj santrallerinde tutulmasının yegane sebebi daha düşük sabit masraflar değildir. Şebeke yedek takati çok çabuk servise almabilmelidir, pompaj santrallerinin göze çarpan hususiyetlerinden birisi de, güç vermek için çok çabuk hazırlanabilmeleridir. Otomatik yol vermede bu santrallerin sükunet halinde tam güç verebilme durumu için sadece 60 - 90 saniyeye ihtiyaçları vardır. Yol vermede pompaj santralleri diğer bütün santrallara nazaran çok üstündürler. Muayyen bir pompaj santralı boş olarak servise hazır tutulduğu takdirde (Spining reserve) umumiyetle bu süre daha da kısaltılır. Bu sebepten meydana gelen boşta kayıplarına katlanılır. Bu santrallerin bu üstün meziyetleri para ile zor değerlendirilir, çünkü ekseri meblağlar

kilowat ve yıla göre sabit masrafların büyüklüğü ile belirtilmektedir. Bir enerji inşaatının bir endüstriyel veya büyük şehirli besleme bölgesi için büyük ekonomik zararlar meydana getirdiği malumdur. Elektrifikasyonun artışı ile orantılı olarak besleme bölgeleri inşaatlara karşı daha fazla hasaslaşmaktadırlar. Büyük enterkonnekte şebekeler arızalara karşı muhakak belirli bir muvazene yaratabilmektedirler, fakat bu muvazene daha ziyade ünitelerin hususiyetleri ne bağlıdır. Çabuk devreye girebilen yedeklerin besleme bölgesi yakınında bulunmaları uygun olmaktadır, çünkü büyük kuplaj hatları arızalanabilirler ve böylece çabuk devreye girebilen yedekler özel bir ehemmiyet kazanabilirler.

Pompaj santrallerinin İyi güç ayar kabiliyetleri de ayrıca bahis edilmeğe değerdir. Şebekelerde bugün en fazla % 0,2 frekans değişimi talep edilmektedir, ayrıca şebeke kuplajlarında müşterek mübadele takatlarını anlaşmaya uygun tutmak mecburiyeti vardır. Çeşitli hızları aşağıda gösterilmiştir :

Son yapılan buhar türbini üniteleri % 3/dk veya daha az

Puant türbini üniteleri % 8/dk

Pompaj üniteleri % 250/dk dır.

Birçok pompaj santralının yüklenme diyagramları dikkatle incelenirse puant karşılanmasının ekonomik durumdan ziyade güç ayarlanması bakımından ehemmiyetli olduğu fark edilir. Santraller arasındaki bu vazife taksimi buhar santralleri yükünün asgari olarak değiştirilmesi faydasını temin eder.

Pompaj santrallerinin elektrik makineleri senkron kompensatör olarak çalışmaya müsaittirler. Reaktif gücün bu surette temini enerji nakil hatalarını lüzumsuz reaktif güç naklinden kurtarır ve hat kayıplarını azaltır.

Bir Pompaj Projesinin Optimal Şekli

Yukarıdaki paragraflarda elektrik ekonomisi ile enterkonnekte şebeke çerçevesinde meşgul olundu. Yeni bir pompaj santralının inşaatı kararlaştırılır kararlaştırılmaz ekonomik mülhazalar kendiliğinden ortaya çıkarlar. Tesis masraflarının en büyük kısmı inşaata gider, bunun için geniş ölçüde inşa mahalli etüdüleri lüzumludur. İnşa şekilleri için son zamanlarda burada münakaşası yapılmayan dikkate değer ekonomik çözümler bulunmuştur. Hidrolik yönden pompaj türbinlerinin kullanılması tesis masraflarını azaltmak imkanını temin eder, çünkü bugün kullanılmakta olan takat ve düşüşlerde uygun randımanlara erişilebilmektedir. Ayrıca bu makinelerde pompaj randımanı mühim de-

