

Rize İkizdere Hidroelektrik Tesisleri

Fethi MANGUOĞLU
Y. Müh. - İller Bankası

Tabiat:

İkizdere santrali Rize'den 60 Km. kadar mesafede bulunan «İkizdere» kazasının ismini taşımaktadır. Rize'yi santrale bağlayan kara yolu tamamen dağlarla çevrili, fevkalâde arızalı araziden geçer. Bazı mevkiilerde yol, daracık vadilerde dereye tamamen yaklaşır ve ekseriya tehlikeli durumlar arzeder.-

Seylâbi derenin iki tarafını çeviren sarp yamaçlarda su sızıntıları dereler ve şellâlecikler teşkil ederler. Arazi daimî suretle heyelanlar arzettiğinden yollar mütemedi çöküntü ve kaya sukutlarına maruzdur. Bu yol yüzden fazla köprü ve altmış küsur dönemeci ihtiva etmektedir. Bu yoldan büyük kamyonlarla generatör ve transformatörler gibi büyük ve ağır parçaları sevketmek halli zor bir problem olmuştur. Bu sebeple 38 adet köprünün takviyesi suretile 35 ton ağırlığında treylerlerin geçebilmesi imkân dahilinde girmiştir.

Tesisin tahakkuk ettirilebilmesinde tabiatle mücadele yalnızca buna inhisar etmekle de kalmamıştır. Malûm olduğu üzere Rize, (Yıllık yağış 2900 mm) ratıp ve yağışlı olan bu mıntakanın fındık ve narenciye gibi meyvelere müsait olmasına ve dünyanın ender yerlerinde yetişen çay yetiştirmeye müsait bulunmasına rağmen, yağışlar büyük âfetlere de sebebiyet verebilmektedir. Bilhassa, yüksek zirvelerde kışlayan karların Mayıs ayında erimesi de *eklenince bu âfetler büyük hasara sebep olmaktadır. Nitekim 1959 şubatında asırlardır görülmemiş kar fırtınası mıntakanın üzerinde bir âfet halini alarak esmiş, ağaçları köklerinden sökerek savurmuş, paralamış ve deniz kenarındaki yolları bile günlerce kapamışta-. Bu sırada şantiyede mühim hasarlar olmuş, barakalar yıkılmıştır. Baharda zemin o derece çamur haline gelmiştir ki, toprak kaymaları büyük tehlikeler doğurmuş ve Rize - İkizdere arasında haftalarla yalnızca insan sırtında nakliyat mümkün olabilmıştır. Mayıs ayında ise, karların erimesi yüzünden ardı kesilmez yağmurlar sonunda mıntaka üzerine çöken felâket tufan halini almış, «vleri, köyleri, köprüleri feyezan sürüklemiştir. Bu âfet anında bir çok teçhizat ve cebri borular saman çöpü gibi sürüklenmiş, yıkılan binalar altında şantiyeler mal ve can kaybı vermiştir.

Mıntaka :

Rize, Türkiye Ekonomisinde ziraî mahsul-leri bakımından oldukça önemli yer tutar. Bil-

hasa çay, bu havalinin sosyal bünyesini geliştirmekle kalmamış, aynı zamanda, 28 milyon nüfusun tedricen bütün çay ihtiyacını karşılamaya namzet bir duruma gelmiştir. Çay, geçim kaygısı ile genç yaşta mmtakayı terkeden genç Rize'liyi yavaş yavaş kentine bağlamıştır. 20 küsur sene evvel girişilen çay yetiştirme teşebbüsü hızla gelişmektedir. Çay ziraati yanında bunun neticesi olan yaprak fermantasyon endüstrisi de gelişmekte ve ülkenin veçhesi değişmektedir.

Rize'nin seylâbi sularından faydalanılarak elde edilen beyaz kömürün nimetleri şimdilik Rize ile Trabzon arasını ve Trabzon şehrini- ihya etmek üzere kollarını oralara kadar uzatmaya başlamıştır.

Şimdiden İller Bankası ile çay fabrikaları arasında yapılan enerji satış anlaşması ile bu fabrikalar Bankanın aboneleri arasına katılmış ve aynı şekilde Trabzon şehri de bol ve sürekli enerjiye nail'olmuştur.

Enerji :

İkizdere santralından çeşitli belediyelere satılacak enerji:

1961 senesinde	13.000.000 kWh
1962 »	13.954.000 »
1963 >	19.300.000 »
1964 »	22.422.000 »
1965 »	25.643.000 »

olarak tahmin edilmektedir.

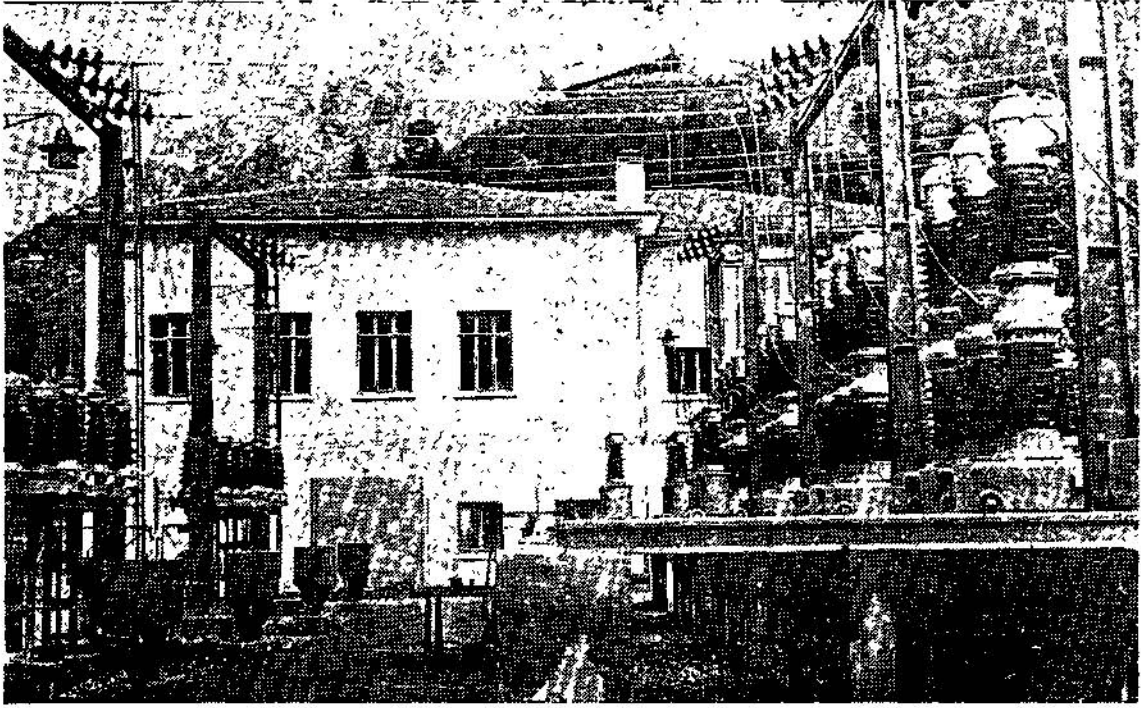
15600 kW kurulu gücün kullanma katsayısı (% 10 kayıp ilâvesile) santral haralarında şu şekilde değişir.

1961 de	290 saat
1962 »	970 >
1963 »	1360 »
1964 »	1600 >
1965 »	1800 »

Santralda 3 üniteden birisi daimî olarak nazara alınmadığı taktirde sürekli olarak verilebilecek güç 10000 kabul edilirse yılda 87-10⁶k[^]hlık bir enerji mevcut demektir. Bu takdirde seneler boyunca bu enerjinin:

1961 de	% 15
1962 »	% 16
1963 »	% 21
1964 >	% 26
1965 >	% 30

kadarı satışa arzedilmiş olacaktır.



(Şekil . 1)

Banka ile Rize ve Trabzon belediyeleri arasında yapılmış olan sözleşme aşağıdaki istihlâklere göre tanzim edilmiştir.

	1961		1962	
	kW.	kWh.	kW.	kWh.
Trabzon	3000	10600000	3700	13300000
Araklı	45	150000	60	210000
Iyidere	160	350000	190	408000
Rize	700	2000000	800	2250000

	1963	
	kW	kWh
Trabzon	4300	16000000
Araklı	70	250000
Iyidere	210	450000
Rize	900	2600000

Rize Trabzon şehirlerinin 1963 senesi enerji istihlâki miktarlarında görülen ani artış, DLF kredisinden yapılmakta olan tevsi ve takviye tesislerinin o tarihlere biteceği düşünülerek tahmin edilmiştir. Bu takdirde hem şehir istihlâki artacak, hem de şebekenin randımanını yükselmiş olacaktır. Enerji ilk senelerde bu iki belediyeye 16 ilâ 18 kuruş arasında malolacaktır. Bu maliyetler hakkında mukayeseli bir fikir edinebilmek için 1956 da Edison Enstitüsünün bülteninde neşredilen cetvel bu hususta bir fikir verilebilir (bk 4 üncü sayfanın baş. tarafı).

Tesisin sahası :

İkizdere kazası civarında, aynı ismi taşıyan dere üzerinde ve kazaya iki km. mesafede kurulan santralın gücü 23000 beygirdir.

66000 voltluk bir enerji nakil hattı (çelik-alüminium) santraldan sahile kadar gitmekte ve Iyidere mevkiinden itibaren bir koldan Rize'ye bir koldan da Trabzon'a ulaşmaktadır.

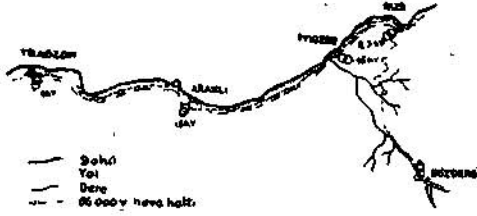
İkizdere, Rize, Araklı ve Trabzon mevkiğinde 4 adet dağıtım merkezi bulunmaktadır.

	1964		1965	
	kW	kWh	kW	kWh
	5000	18700000	5760	21500000
	80	300000	95	355000
	240	522000	270	588000
	1000	1900000	1100	3200000

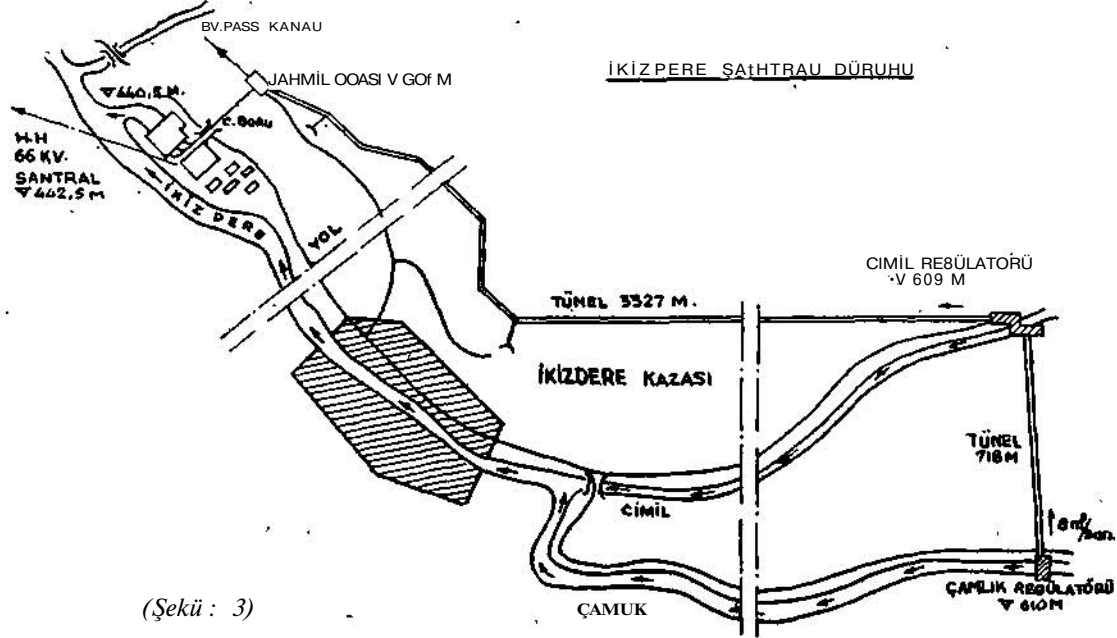
Tesisin ihalesi:

1954 sonbaharında Banka tarafından ihaleye konulan tesisin- elektrik ve makina teçhizatı Macar firmalarının komple tesislerini ihraç eden «Complex» firmasına ihale edilmiş, inşaat ve hava hattı ise Kesin Limited Ortaklığına verilmiştir. Cebri borular, Complex firması tarafından Polonya'dan getirilmiş ve boru montaj ve kaynak işleri de Norveç'li mütehasısların kontrolüne tevdi edilmiştir.

	1956 yılı enerji maliyetleri Cent/kVh		
	Mesken	Muharrrik Kuvvet	
		Büyük	Küçük
Amerika B. D. toplamı	2,60	2,45	0,90
New England	3,31	3,49	1,64
Middle Atlantic	3,01	2,63	1,16
East North Central	2,68	2,64	0,99
West North Central	3,04	2,86	1,30
South Atlantic	2,58	2,52	1,02
East South Central	1,67	1,98	0,51
West South Central	3,00	2,38	0,92
Mountain	2,41	2,11	0,71
Pacific	1,89	1,74	0,66



(Şekil : 2)



(Şekil : 3)

girden 7650 beygire çıkarak 300 beygirlik bir kazanç sağlanmıştır.

Su Tesisleri:

Türbinlerin suyu santraldan beş km. mesafeden iki dere kolunun suları birleştirilerek temin edilmektedir. Bu kollardan «Çamlık» kolundan saniyede 8 m³ ve «Çimil» kolundan ise bunun yarısı kadar 3U temin edilmektedir.

Çamlık kolundan alınan su 700 metrelik bir tünelle Cimil'in su alma noktasına getirilmek-

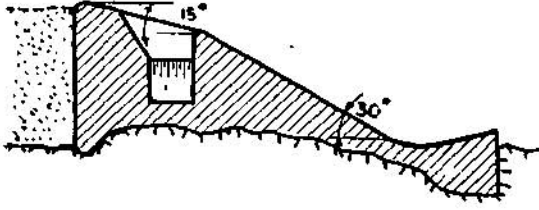
İKIZDERE ŞAHTRAU DÜRÜHU

tedir. Her iki kolun böylelikle birleşen suları 3300 metrelik bir tünelle santralin bulunduğu mahaldeki sırta yerleştirilmiş olan yüklem odasına getirilir.

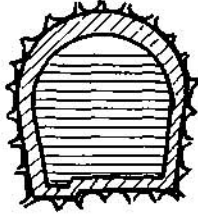
Yüklem odasından tek bir cebri boru ile bu su üç türbine tevzi edilmektedir.

İhalden sonra, asgari maliyet nazara alınarak 156,7 metrelik olarak düşünülen düşü 162,5 metreye çıkarılmış ve bu suretle güç 7350 bey-

SU ALMA TESİSİ



TÜNELİN KESİTİ



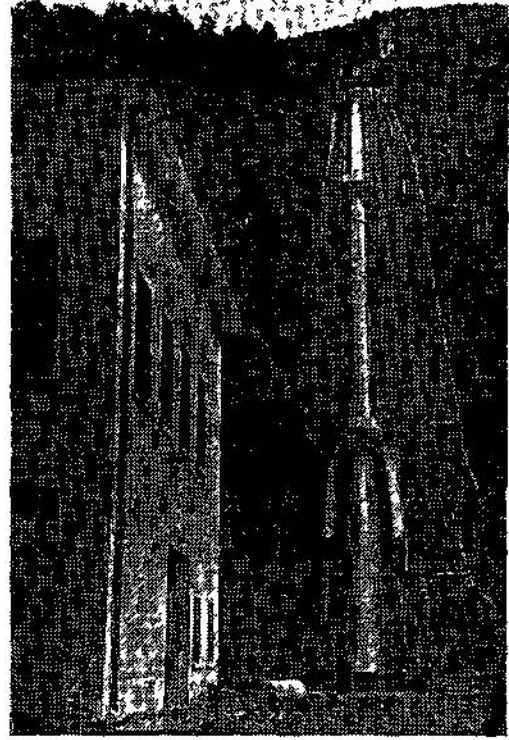
(Şekil : 4)

Türbinlerden çıkan su kısa bir çıkış kanalı ile dereye iade edilmektedir.

Çimil ve Çamlık dere kollarının her iMside saniyede 10 metre gibi hızlara varmaları dolayısıyla muazzam bir debiye maliktirler. Büyük kaya parçalarının tahribatından korunmak için bazı hususî tedbirler almak icabetmiştir. Prizlere gelen suyun sürüklediği kayalar savağın 15 derecelik ızgarasından geçememekte ve ızgaralardan geçebilen ince kumlar desablörlerde çöktürülmektedir. Ayrıca bende 30 derecelik bir meyil vermekle büyük parçaların ayrılması bir kat daha kolaylaştırılmış bulunmaktadır. Kaya parçalarının tahribatını önlemek üzere de bunlara ilâveten dik cidarlar çelik saçlarla ve darbeye maruz kalan diğer kısımlar da granit ile kaplanmıştır.

Suyu Çamlıktan Cimil'e ve oradan da yüklemeye odasına getiren tünelin binde üç bir eğimi vardır. Tam yükte saniyede 1,9 metre hızla akan su, tüneli tam doldurmamakta ve akış açık bir kanaldaki gibi ceryan etmektedir.

Yüklemeye odası ise tünelin nihayetinde inşa edilmiş olup suyu bir ızgaradan geçirmek suretiyle cebri boruya vermektedir. Cebri borunun kırılması halinde suyu kesmek üzere otomatik bir vana mevcuttur. (Bu vananın kumandası yağ basıncı iledir). Kanaldaki suyun rejimi bu geçici vaziyete göre ayarlanıncaya kadar ise fazla su, mücavir ve gayri meskûn bir vadiye çevrilmektedir.



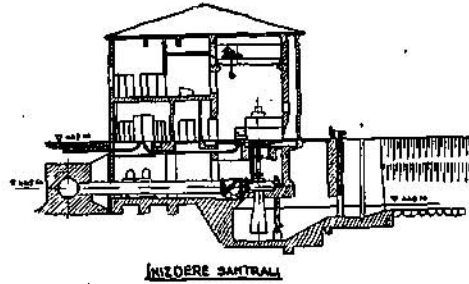
(Şekil : 5)

Cebri boru suyu, yüklemeye odasından 160 küsur metre aşağıda bulunan santrale isale etmektedir.

Uzunluğu : 300 metre
İç çap : 2100 -1900 mm

Cebri borudaki suyun tam yüke tekabül eden 12 m³ debideki hızı saniyede 3,5-4,3 metredir.

Boru kaynaklıdır. Nakil kolaylığı da düşünülerek 6 m. boyda imâl edilmiştir. Yerinde irtibatlanması da kaynak ile yapılmıştır.



(Şekil: 8)

Türbinler:

Santralda 3 adet düşey milli, salyangoz tipi Francis türbini mevcuttur. Ganz mamulâtı olan bu türbinler alt kata yerleştirilmiştir.

Düşü	162,5	Metre
Güç	7650	HP
Devir sayısı	750	D/d
Ambalman devir sayısı	1350	»

Türbinlere giriş, yağ ile manevra edilen küresel vanalarladır. Aspirasyon borusu diktir.

Santralın mekanik kısımları :

- 3 Su türbini
- 3 Küresel vana ve yağ kumanda tertibatı
- 3 Türbin basınç ayar regülâtörü
- 3 Devir sayısı regülâtörü ve yağ kumanda tertibatı
- 2 Drenaj pompası
- 3 Aksiyal yatak ve yağlama tertibatı
- 3 Çıkış kanalı vanaları

Alternatörler :

Zemin seviyesindedirler. Türbinlere doğru-
dan doğruya akuple edilmişlerdir.

Sürekli nominal zahiri güç	6500	KVA
Güç faktörü	0,8	
Nominal gerilim	6300	V
Dakikada devir sayısı	750	
Frekans	50	
Faz sayısı	3	
Bağlantı	Yıldız	
Tip	Kapalı	

Soğutma

Aşırı yüklenme
İkaz dinamosu

Stator direnci
(22,4 C° da)
Rotor direnci
(23,5 C° da)

Hava ile, kendi
kendine (auto-
Ventil<5)

+ % 15
49,5 kW, 80 V
620 A.

0,273; 0,273;
0,273 o
0,1056 O

Alternatörlerin tecrübeleri Ganz fabrikala-
rında yapılmış ve şu neticeler alınmıştır:

Ambalman tecrübelerinde dakikada 1350 devir ile yapılan tecrübe 2 dakika sürmüş ve ro-
torda bir deformasyon görülmemiştir.

Boşa çalışma ve kısa devre karakteristikleri
resimde gösterilmiştir. Randımanlar da tabloda
gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

Diğer taraftan, Osiloskopta yapılan kontrol-
de elde edilen neticede eğrinin harmonikten
âri olduğunu göstermektedir.

İzolman tecrübesi gövdeye karşı ve faz ara-
sı olmak üzere 15600 volt ve 1 dakika süre ile
yapılmıştır. Rotor sargıları da 1500 volt ve 1
dakika süre ile tecrübe edilmiştir. Bu tecrü-
belerde makina hiç bir arıza göstermemiştir.
Sargıların sıcak olarak izolman tecrübelerinde:

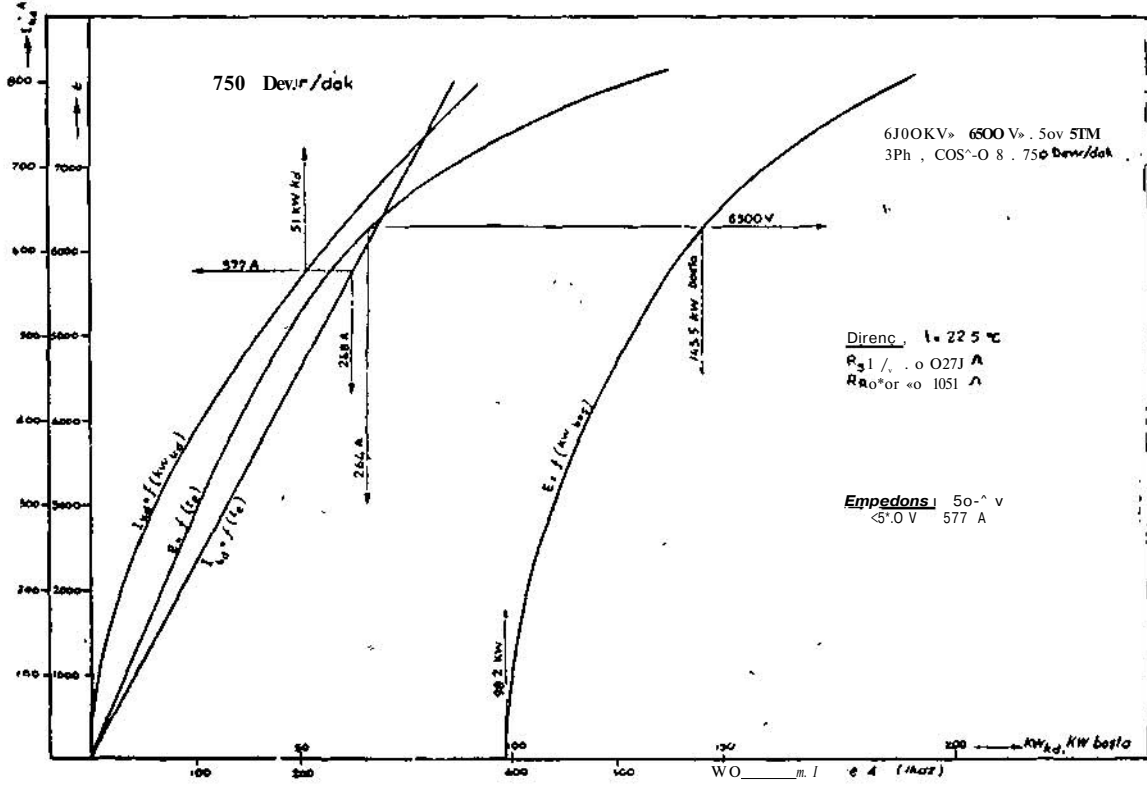
Stator sargıları (gövdeye ve faz arası) 30 MQ.

Rotor sargılan : 2,2 Mfi

dan fazlaya dayanmıştır. Boş ve kısa devre tec-
rübelerinin eğrilerinde de görüleceği üzere :

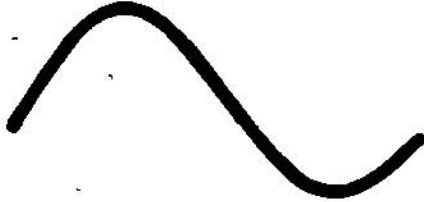
VERİM TABLOSU (MK 324524)

Yük	cos $\varphi = 1,0$: COS $f = 0,8$				
	$\frac{5}{li}$	*u	li	VI	u	$\frac{5}{li}$	li	$\frac{3}{li}$	$\frac{2}{4}$	V ₄
Stator akımı A	721	577	433	289	144	721	577	433	289	144
Gerilim V	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300
İkaz akımı A	428	374	329	295	272	613	528	449	327	316
K _d 'Kayıpları kW	76,2	51,0	29,6	13,8	3,3	76,2	51,0	29,6	13,8	3,3
Toplam kayıp kW	249	217,4	191,4	172,4	160	277,7	237,7	204,9	175,4	163,9
Alınan güç kW	7880	6300	4730	3150	1575	6300	5040	3780	2520	1260
Verilen güç kW	8129	6517,4	4921,4	3322,4	1735	6577,7	5277,7	3984,9	2695,4	1423,9
Verim %	96,93	96,67	96,11	94,81	90,78	95,78	95,50	94,60	93,49	88,50
Garanti		96,7	96,2	95,2	91,7		95,6	95,0	93,7	89,7



(Sekil: 7)

M 324524



6275 K 2672 A 740,8 1/dak.
80^74 U-V ARAŞ/

M 324 524



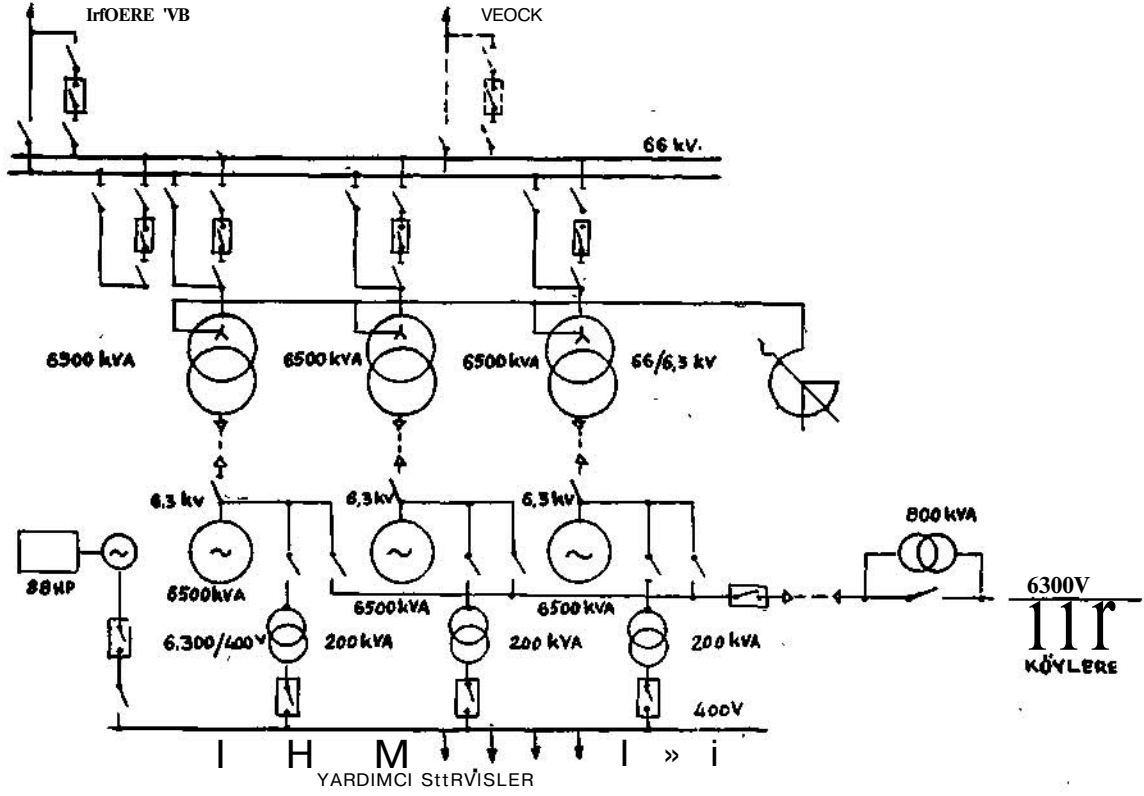
36375 V 267.24 74*6 Ydak,
BOŞTA U-O ARASI

(Şekil : 8)

Nominal boşa çalışma geriliminde: $i_0 = 264$ A
Nominal kısa devre akımı ile : $I_0 = 248$ A
Kısa devre nisbeti : 1,065

Kısa devre tecrübelerinde makina 2 dakika 789 A. kısa devre akımına maruz bırakılmış ve boca çalışma tecrübesinde de 3 dakika 8100 volta çıkmıştır.

Alternatörlerin 6500kVAlık ve 6,3/kV. luk açık hava tipi yükseltici transformatörlerle irtibatı bir ana ve birde transfer barası ile temin edilmiştir. Trafolar ve hava hattı, ana barlara, hem kendi ve hem de arıza veya bakım halinde transfer disjonktörü ile bağlanabilirler. 66 kV. luk posta açık hava tipi olup santralin yanındadır. 66 kV. luk disjonktörler az yağlı ve D.C. li motorlarla kumandalıdır. Trafolar yağlı ve tabii soğutmalıdır. Ayrıca kasabalar için 6300/6300 voltluk 800 kVA. lık bir trafo mevcuttur. Bu trafo alternatörlerle şebeke arasında direkt, madenî bir teması önlemek içindir. Yardımcı trafolar 6300/400/231 volt ve 200 kVA. dır. Gerek 800 kVA lık gerekse 200 kVAlık trafolar alternatörlerin herhangi birinden beslenebilir. Bu besleme bağlantı şemasına göre her defasında yalnız istenilen bir tek alternatörden beslenmek imkânını verir, (unit connected) Yardımcı servis trafoları



(Şekil : 9)

400 V. haraları beslerler. Bu 400 V. bâralara motor-generatör grubu ve civa buharlı redresör bağlanmıştır. Bunların ikisi de 220 voltluk kurşunlu akümülatör grubunu şarj ederler. Dizel grubu umumî enerji kesilmesi halinde yol verme işinde kullanılmak üzere de yardımcı bâralara da bağlanmış bulunmaktadır. Yardımcı servisin tevzi tablosu «metal clad» tiptir ve içeride zemin kattadır. 6,3 kV. luk hava hattının tevzi tablosu da aynı tiptir fakat açık hava modelidir ve dışarıya vazolunmuştur.

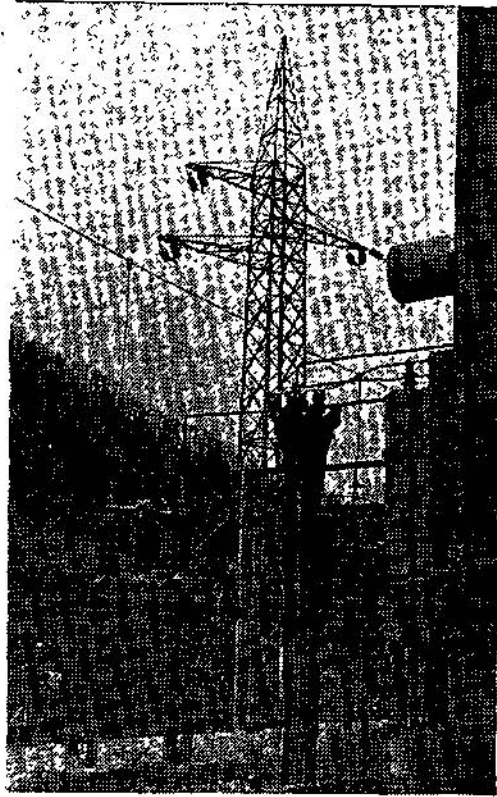
Alternatör, transformator ünitelerinin korunması için aşırı akım, diferansiyel, aşırı yük, toprak kaçağı, aşırı gerilim korumaları ile trafolar için Buchholz röleleri vazolunmuştur. 6300 volt tarafına yüksek gerilim sigortaları ve 400 V. tarafına da disjonktörler konmuştur.

Hava hatları aşırı akımlara, toprak kaçağına ve aşırı gerilimlere karşı (parafudrlarla) korunmuştur.

Yüksek frekanslı bir telefon sistemi ile tâli merkezler ve dahilî telefon irtibatlandırılmış bulunmaktadır.

Hava hattı (66 kV) :

Hava hattı ikizdere'den deniz kenarına kadar dere vadisini takip eder. Rize ile Trabzon



(Şekil. 10)

arasında ise sahile paralel gitmektedir. Hattın toplam uzunluğu 105 km. dir. Dere vadisi dar, derin, yüksek dağ ve ormanlarla çevrilidir. Ayrıca, hattı yola yakın geçirmek gayesi güdülmüştür. Bu sebeplerle hattın çekilmesi problemi büyük zorluklar arzemiştir. Deniz kenarı ise, bilindiği gibi sert yamaçları ihtiva eder ve bu hal Rize'den Trabzon'a kadar böyledir.

417 adet çelik kafes direk mevcut olup ortalama direk arası 270 metredir. Vadi atlamalarında 670 metreye kadar direk arası mevcuttur. Direk temelleri betondur. Hatlar delta durumunda konsollara oturmuştur. Toprak hattı tepededir. Çelik alüminyum iletken 150/181 mm² (300000 CM) dir. Çelik toprak hattı ise 50 mm² dir. İzolatör zincirleri 4 elemanlıdır. Tali merkezler arasındaki her kısımda transpozisyon yapılmıştır

Tali Merkezler:

66 kV. kısmı açık hava tipidir. Bir ana ve bir transfer barasını havidir. Disjonktörler az yağlı.

trafolar tabii soğutmalıdır. Tali hizmet trafoları «metal clad» tipi olup içeridedirler. Her merkezde kurşunlu bir batarya ve bir cıvalı redresör" vardır.

İyidere postasında bir giriş (İkizdere'den) ile iki çıkış (Rize ve Trabzon'a) vardır Bir adet 1000 kVA ve 66/15 kV trafo mevcut olup tevsi için yedek yer bırakılmıştır. 15 kV. luk 3 hat İyidere ve Karadere kasabalarını besler. Bir de yedek vardır.

Rize merkezi bir giriş (İyidere'den) ve bir yedek sahayı ihtiva eder. İki adet 2000 kVA lık 66/6,3 kV luk trafo mevcut olup üçüncüsü için yer bırakılmıştır 6 adet 6,3 kV. lık çıkış vardır.

Araklı 66 kV. trafosu da bir girişi (İyidere'den) ve bir çıkışı (Trabzon'a) ihtiva eder. Bir adet 1000 kVA 66/15 kV. trafo mevcuttur.

Trabzon postası 66 kV trafodur. 2 giriş (biri Araklı'dan biri yedek) vardır 6500 kVA ve 66/15 kV 2 adet trafo mevcuttur. Şehre 5000 volt ile 6 çıkış üzerinden enerji verilmektedir.

UDK: 621.313.32: 621.317

Senkron Makinaların Karakteristik Büyüklüklerinin Tarifleri ve Tayin Metodları (*)

Muzaffer CANAY
Doç. Y. Müh. - İTÜ

Elektrik enerjisinin istihsalı ve tekrar istihlâkinde senkron makinalar büyük bir önemi hazırlarlar. Bu ehemmiyete binaen hazırlanan bu yazıda senkron makinaların karakteristik büyüklükleri kısa tarifleri ile birlikte ele alınarak bunların ölçümleri için pratikte inkişaf ettirilmiştir metotların şayanı tercih olanları bir sıra dahilinde sunulmuştur.

I. GİRİŞ

Elektrik enerjisinin istihsaline karşı duyulan ihtiyaç günden güne artmakta ve bu hal bir takım yeni problemleri ortaya koymaktadır. Elektrik enerjisinin istihsalinde en ziyade kullanılan generatörler senkron generatörlerdir. Gerek motor ve gerekse generatör olarak senkron makinaları bir çok teorik ve pratik çalışmalara saha teşkil etmişlerdir. Bu çalışmalarda tarif edilen ve çok kullanılması neticesi olarak ta pratikte yerleşen senkron makinaların karakteristik bil-

yükklüklerinin tecrübî yollardan tayıni için, teknikte ileri bir çok memleketlerin yönetmeliklerinde muhtelif metotlar verilmiş bulunmaktadır. Fakat bu muhtelif metotlarla tâyin edilen büyüklüklerin değerleri arasında, dayanılan teorik tarif ve kabullerin muhtelif olması dolayısıyla bir takım farklar zuhur etmektedir. Beynelmîl elektroteknik komitesi EEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) son zamanlarda senkron makinaların karakteristik büyüklüklerinin tâyininde bir birlik yaratmak gayesiyle çalışmalara başlamış bulunuyor. Bu harekete paralel olarak mevzu bahis büyüklüklerin memleketimizde de ele alınması ve herbir büyüklüğün tayıni için bir ana metot ile birlikte diğer tali derecedeki metotlardan tercih olunanlarının kısa olarak verilmesi arzu edilmiştir. Verilecek metotlar hakkında daha geniş malûmat, sırası geldiğinde zikredilecek eserlerden elde edilebilir.

Burada mevzu bahis olan bütün karakteristik büyüklükler senkron makinanın iki eksenli teorisinde (Two - Reaction Theory) tarif edilmiştir. Tariflere ait mütemmim malûmat literatürde mevcuttur [1], [2], [3], [4].

(*) Müellif bu yazısına, IEC'nin bu mevzudaki suallerine karşılık kendisinin Th Laible ile birlikte hazırladıkları teklifi esas kabul etmiştir.