

DENİZ SEVİYESİNDEN YÜKSEK YERLERDE KURULAN ELEKTRİK SANTRALLARI TEÇHİZATININ GÜÇLERİNDE VUKUA GELEN DÜŞÜKLÜĞÜN HESARI

Hasan Halet İŞKPINAR
Y. Müh.

Yurdumuzun topoğrafik teşekkülâtı, bilhassa doğu bölgemizde, bir çok şehir ve kasabalarımızın deniz seviyesinden itibaren bin metreyi geçen rakımlarda kurulmasına sebep olmuştur.

Bu yazımızdan maksat; bu şehir ve kasabalar- da kurulacak elektrik santrallarımızın muharrik kuvvet makineleriyle elektrik cihazlarının güç- lerinde vukua gelen düşüklüğün nazarı itibare alınması ve hesap edilebilmesi için, literatürde mevcut bazı bilgileri toplu halde meslektaşları- mıza arz etmektir. Bu esasların bilhassa proje- rin tanziminde, kabul tecrübelerinde ve işletme esasında faydalı olacağı kanısındayız.

1 — Su Türbinleri :

Yüksek rakımlarda kurulan su türbinleri ile santrifüj tulumbalarının, deniz seviyesindeki güç- leri, yüksek rakımlarda, hava basıncının az olma- sından dolayı düşmektedir

Güç düşüklüğü deniz seviyesi ile makinenin kurulduğu rakımdaki hava basıncı arasındaki farka muadildir. Burada hava basıncı su sütunu ile ölçülmektedir. Meselâ, Bitlis'te 1450 rakımın- da kurulan 233 beygirlik bir su türbininde :
750 - 632 = 118 mm. olduğundan, buna tekabül eden su sütunu 11,8 santimetredir ve güç düşük-

11,8
lülü : $\frac{11,8}{100} \times 233 = 27,5$ 'beygirdir. Keza ve

bilhassa Francis Türbinleri, emme borusu ile teç- hiz edildiğinden, bu borunun ağzının daima, alt kanaldaki su seviyesine "dalmış olması lâzımdır. Türbin motorunun merkez ekseninden itibaren, alt kanaldaki su seviyesine kadar olan mesafe, emme yüksekliğidir. Türbin çalışmazken, yani alt kanaldan su akmadığı müddetçe, bu mesafe en yüksek seviyededir, işte bu ölçüde nazarı iti- bare alınması gerekli bir husus vardır :

Türbinin kurulduğu mahaldeki atmosferik hava basıncı ile alâkalı olan bir kıymet aşılma- malıdır. Müsaade edilen azami emme yüksekliği deniz seviyesinde, türbinin tam yükte çalıştığı esnada, havanın nüfuzundan iyice tecrit edilmiş bir emme borusunda 8 metredir. Türbinin az yüklerde de çalıştığı nazarı itibare alındığı tak- dirde, emme yüksekliğinin 7,5 metreden fazla olmaması lâzımdır. Emme borusunun, emme yük- sekliğinin muhtelif rakımlarda hangi kıymette

olması lâzımgeldiği aşağıda gösterilmiştir: (Ref. No. 1).

Deniz seviyesinde	• • • • •	7,50 metre
500 metre yükseklikte	7,10 »
1000 »	»	6,70 »
1200 »	»	6,65 »
1400 »	»	6,30 »
1600 »	»	6,15 »
1800 »	»	6,00 »
2000 »	»	5,85 »
2200 »	»	5,75 »
2400 »	»	5,50 »
2600 »	»	5,40 >
2800 »	»	5,25 »
3000 »	»	5,15 »

2 — Yüksek rakımlarda yel türbinlerinin gü- cündeki düşüklük :

Hava yoğunluğu az oldukça o nisbette de yel türbinlerinin verdikleri güçte düşüklük olmakta- dır Bunun da sebebi, yüksek rakımlarda hava akımlarının Kinetik enerjisinin nisbeten daha az olmasıdır.

3 — Yüksek rakımlarda bacaların çekişinde- ki fazlalık:

Yüksek rakımlarda, hava daha hafiflediği için bacaların daha iyi çektiği malûmdur

4 — Yüksek rakımlarda, içten yanmalı motor- larda gücün düşmesi :

a) Deniz seviyesinden itibaren 250 metre yüksekliğe kadar güç kaybı yoktur Bu yüksek- likten sonra, her yüz metre yükselişte, dizel veya benzin motörü gücünden yüzde bir kaybet-mektedir. Bunun sebebi Yüksek rakımlarda ha- vanın yoğunluğunun azalmasıdır (Ref. No. 2).

Misal olarak, Erzurum'da kurulan bir dizel motorunu alalım :

Erzurum santralının rakımı 1950 metredir.

Şu halde, 1000 beygir kuvvetindeki bir dizel motorunun gücü 1950 metrede aşağıdaki miktar kadar düşecektir :

$$\frac{1950 - 250 = 1700 \text{ m.}}{1700} \times \frac{100}{100} \times 1000 = 170 \text{ beygir}$$

1000 beygir kuvvetindeki dizel motörü Erzu- rum'da 170 beygir gücü kaybedecek ve ancak 830 beygir gücü verecektir.

b) Sanayi Bakanlığı tarafından tasdik edilen İller Bankası Dizel Motörleri Şartnamesine göre : (Ref. No. 3).

Beher santimetre cıva sütununda azalmaya mukabil yüzde 1,6 veyahut 300 metreden itibaren 100 metre yükselme karşılığı olarak yüzde 1,3 indirme yapılacaktır. Ancak, bunlardan hangisi daha düşük güç vermekte ise o gözönüne alınacaktır.

Erzurum misalinde: bu esaslara göre güç düşüklüğü şu miktara baliğ olacaktır :

Birinci halde: Cıva sütununun azalması :
760 — 600 = 160 mm. = 16 Sm.

$$16 \times \frac{1.6}{100} \times 1000 = 256 \text{ beygir}$$

İkinci halde : $\frac{1950-300}{100} \times \frac{1.3}{100} \times 1000 = 214,5$

beygir olur.

Bu ziyatı önlemek için, yüksek rakımlarda kurulacak dizel motörlerinin süper şarjlı olması tavsiye edilmektedir (Ref. No. 4).

5 — Yüksek rakımlarda kompresörlerin gücündeki düşüklük :

Deniz seviyesinden her yüz metre yükselişte, emilen havanın hacmi sabit kaldığı takdirde, kompresör gücünde yüzde yarım nisbetinde bir düşüklük vukua gelmektedir. Bunun sebebi, yüksek rakımlarda hava basıncının düşmesidir. (Ref. No. 5).

Misal olarak, Bitlis Elektrik Santralında kurulan 260 beygirlik Dizel elektrojen gurubunun hava tüpünü dolduran benzin motorlu kompresörü alalım. Bu benzin motörü beş beygirlik olup yüksek rakımdan dolayı kaybettiği güç:

$$\frac{1450-250}{100} \times \frac{1}{100} \times 5 = 0,6 \text{ beygirdir.}$$

Kompresörde ise güç kaybı:

$$\frac{1450-250}{100} \times \frac{0.5}{100} \times 5 = 0,3 \text{ beygirdir.}$$

Şu halde, bu gurubun gücünden 0,9 beygir düşüklük vukua gelmekte ve normal kabul edilen zamandan fazla bir zamanda hava tüpünü doldurabilmektedir.

6 — Yüksek rakımlarda elektrik makinelerinin (jeneratör ve motörlerin) gücünde vukua gelen düşüklük :

a) Amerikan literatürüne göre, deniz seviyesinden itibaren bin metre yüksekliğe kadar olan yerlerde kurulan elektrik makinelerinin konstrüksiyonunda hiç bir değişiklik yapılmamaktadır. Bin metreden daha yüksek mahallerde kurulan elektrik jeneratörlerinde ve motörlerinde, bin metreden sonra her yüz metre yükselişte bu makinelerin ısınması bir derece yükselmektedir (Ref. No. 6).

Bunun sebebi, sıcaklığın yüksek rakımlarda nisbeten daha az yapılmasıdır. Meselâ, Bitlis elektrik santralında kurulmuş olan jeneratörü gözönüne alalım :

Bitlis'in rakımı 1450 metre olduğuna göre, bin metre düşüldüğü takdirde, geri kalan 450 metrede, jeneratör her yüz metrede bir °C ısınacağına göre, jeneratörün sıcaklığı 4,5 °C yükselecektir. Bu sebepten, elektrik jeneratör ve motörlerinin gücünde bin metre rakımdan sonra her 100 metre yükselişte yüzde yarım nisbetinde bir düşüklük gözönüne alınmaktadır. Bu hesaba göre; Bitlis Santralındaki 187,5 kVA. lık türbin jeneratörünün gücünde,

$$\frac{1450-1000}{1000} \times \frac{0.5}{100} \times 187,5 = 4,20 \text{ kVA İlk}$$

bir düşüklük vukua gelecektir.

Şu halde, türbinde, birinci maddede zikredilen 27,5 beygir düşüklüğe, 4.21 kVA.nın tekabül ettiği Cos 0 = 1 de jeneratör randımanı 0.9 alındığı takdirde:

$$\frac{4,20}{0.90 \times 0.736} = 6.35 \text{ beygir gücü ilâve edersek,}$$

Türbin gurubunda güç düşüklüğü cema'n; 27,50 + 6,35 = 33.85 beygire baliğ almaktadır.

b) Alman Literatürüne göre, yüksek rakımlarda kurulan jeneratör ve motörlerin güçlerinde vukua gelen düşüklük (Ref. No. 7).

I — Trifaze jeneratör ve motörlerde güç (azâmi)

Deniz seviyesinden itibaren yükseklik

1000 M. 2000 M. 3000 M. 4000 M.

Dakikada 1000 devire kadar devir, yapan makinelerde nominal gücün % si

100 92 85 77

Dakikada 1000 devirden fazla devir yapan makinelerde nominal gücün % si

100 95 90 84

Yani, yukarıdaki misale göre, 1450 metrede güç, deniz seviyesindeki'nin takriben % 97,5 u olduğundan, ziyat yüzde 2,5 dur ve 187,5 kVA. lık jeneratörde, 187,5 x 0.025 = 4.69 kVA dır.

II — Senkron ve doğru akım makinelerinde:

Deniz seviyesinden itibaren yükseklik

1000 M. 2000 M. 3000 M. 4000 M.

Güç % 100 91 82 73

7 — Yüksek rakımlarda transformatörlerin gücünde vukua gelen düşüklük :

Isının hava içinde nakil suretiyle yayılması, havanın yoğunluğunun tesiri altında olduğu için

kendi kendine soğuyan transformatörlerin hepsi, rakım yükseldikçe gücünden kaybeder Güç kaybı, ısının havanın zerrelere nakil suretinde yayılmasının, havada intişar suretiyle yayılması oranına bağlıdır. Tankları düz yüzeyli olan transformatörler, rakımın yüksekliğinden en az müteessir olurlar. Bu transformatörlerde ısınma kaybının yüzde .55 şî intişar suretiyle vukua gelir. Azamı ısı ise, radyatör borulu transformatörlerde zayı olur.

Bu transformatörlerde intişar suretiyle ısı kaybı ise aşarî haddedir.

Transformatör, regülatör ve reaktörler hakkındaki bugünkü Amerikan standartları, transformatörlerde hararetin, yüzde seksenin konveksiyon (havanın zerrelere harareti nakli suretiyle) zayı edildiğini ve deniz seviyesinde transformatör yağının ceman 40° C ve sargılarda hararetin ceman 55° C yükselmesini kabul etmiştir.

Yüksek rakımlarda, hava yoğunluğunun azalması, ısınmadan doğan harareti soğutmak için, soğuk havaya muhtaç olan transformatörün daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır (Ref. No. 8).

Yüksek rakımlarda transformatörlerde vukua gelen güç zayıatı Alman literatürüne göre aşağıdadır (Ref. No. 9).

VDE Nizamnamesinde tesbit edilen ısınma hududu, transformatörlerin deniz seviyesinden itibaren bin metreye kadar irtifada tesis edilmesine ait bulunmaktadır Eğer transformatörler 1000 metreden yukarıda tesis edilirse, her 100 metre yükselişte, transformatör nominal gücü, yüzde 0.5 nisbetinde azalmaktadır. Bu durumda izolatörlerin üzerinden atlama gerilimi de, yüzde bir nisbetinde düşmektedir. Bu son hâdisenin sebebi şudur .

Yüksek rakımlarda yoğunluğun azalmasından dolayı, bu rakımlarda havanın, atlama gerilimine direnci daha azdır

Meselâ: 6 kV lık 100 kVA. lık bir transformatör, Bitlis'te tesis edildiği zaman, bu transformatörde güçteki düşüklük şu şekilde hesap edilir:

$$100 \times \frac{1450-1000}{100} \times \frac{0.5}{100} = 2.25 \%$$

ve gerilimdeki düşüklük de;

$$100 \times \frac{1450-1000}{100} \times \frac{1}{100} = 4.5 \%$$

olması lâzımdır.

N e t i e e :

Yukarıda esaslar dairesinde, muharrik kuvvetlerle elektrik cihazlarının, rakım yüksekliğinde husule gelen güç düşüklüğünün hesabında faydalı olacak olan bir cetvel aşağıya dercedilmiştir.

Bu cetvelde, muhtelif rakımlarda, Hava basıncı, milimetre cinsinden Cıva sütunu olarak gösterilmektedir:

Rakım	Cıva Sütunu m/m	Rakım	Cıva Sütunu m/m
0	760	900	682
100	751	1000	674
200	742	1200	658
300	733	1400	639
400	724	1600	623
500	716	1800	608
600	707	2000	598
800	690	2500	544

B İ B L İ Y O G R A F İ

- Reference No. 1 — P. Hail: Turbinen U. Wasser kraftanlagen 1927 Sahife 101 -102 -
- No. 2 — AEG Technische Tabellen Sahife 146.
- No. 3 — Dizel Elektrojen Gurubu Teknik Şartnamesi I BE -1 İller Bankası 1959
- No. 4 — AEG Technische Tabellen Sahife 146.
- No. 5 — AEG Technische Tabellen Sahife 146
- No 6 — Craft. American Electrician's Handbook Sahife 739, 1942
- No. 7.— Handbuch, Garbe Lehmeier Sahife 187, 1953.
- No. 8 — Standard Handbook for Electrical Engineers Sahife 576, 1957
- No. 9 — Handbuch, Garbe Lehmeier Sahife 267, 1953.

* Y. Müh. İhsan Mocan Etibank Genel Müdürlüğüne, ,,

* Y Müh Mustafa Öngün, Etibank Enerji, Etüt ve Tesis Şubesi (Santrallar) Müdür Muavinliğine,

* Y. Müh. Arşen Diraduryan, Etibank Enerji, Etüt ve Tesis Şubesi (Şebeke) Müdür Muavinliğine tayin edilmişlerdir.

Meslektaşlarımızı tebrik ederiz.