

Termik ünitelerin Boyutlandırılması

"ELECTRICAL ENGINEERING - MARCH 1956"

Tercüme Eden : Akğdn ALBAYRAK

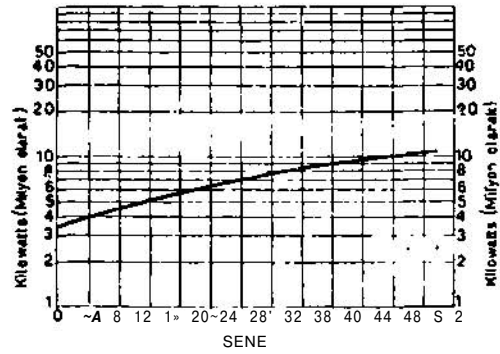
Bu makul., genliyyon bir güç sistemine yapılan buhar - elektrik ilâvelerinin değeriendirilmesine ait bir metodu izah etmekte, \r "Consolidated Edison Company of New York" firması tarafından daha büyük ünitelerin ilâve envestismanı jstifiye etmek için yapılan bir etüdün sonuçlarını \rr-iviktedir.

Ganişliyen bir sisteme yapılacak buhar - elektrik ilâvelerinin değeriendirilmesi hali-hazır günün mevzuu olmaktadır. Çünkü iş-lemekte olan er büyük grupların takriben iki misli kapasitedeki ünitelerin temini im-kân dahilinde olduğu gibi istikbalde daha bü-yük ünitelerin ekonomik olarak jastifiye e-dileceği ü/nit edilmektedir. Bundan dolayı "Consolidated Edison Company of New York, Inc., New York, N. Y." firması, sistemine nominal takati 180, 250 veya 300 megawatts olan bir ünitenin ilâve edilmesinin relatif e-ekonomik değerielerini (merits) tayin etmek için bir etüd yapmıştır.

Ünite ebadı ile sistem ebadı arasında e-ekonomik b.r rabıta olduğu geçenlerde L. K. Kirchmayer (1) tarafından gösterilmiştir. Burada varılan netice, sistemin pik yükünün "< 7 ilâ 10 u nisbetinde kapasiteleri olan ü-niteler, işletme ekonomisi ve kilowatt başı-na inkremental envestismamn azaltılması ba-kımından uygun görülmektedir. Bundan da şu netice çıkarılabilir; "Herhangi bir ebad-dan yukarı ünitelerde kw başına yatırım masrafları sabit kalırsa bu ebaddan büyük üniteler kullanılmasına pek mahal kalmaz." H. P. Seelye ve W. W. Brown (2) The Detroit Edison Company sistemine iki adet 200-MW ünite yerine iki adet 260-MW ünite-nin ilâve edilmesi hususunu aynı sebeplerle müdafaa etmişlerdir. Az zaman önce de aynı sisteme 300-MW lık ürtte ilâvelerinin ısmar-landığı bildirilmiştir. Her iki etüd da daha büyük ünitelerin cazip özelliğın'n kw başına yatırımın azaltılması olduğunu göstermek-tedirler.

Hattı zatında mesele, daha büyük ebad-daki ünitelere yapılan ilâve yatırımın jasti-fiye edilmesidir. Bu umumiyetle uzun vadeli

tahminlere lüzum h?sıl eden bir "ekonomik e-tüdle" tayin edilir. Bundan dolayı diğer ak-la yetkin ve yakın olmayan faktörlerle muka-yese edilen ve iyi bir karar vermeğe ihtiyaç gösteren bu etüd nazr-îdir. Bununla beraber nihaî bir karara varmakta bu önemli bir yardımcı unsurdur. Kabul edilen şartlar içinde tetkik edilmekte olan bütün başka tek-liflerin reîat'f kıymetlerini gösterir.



İşkil 1. Talım'nî sistem st?uelik pik yükleri

ANALİZ METODU

Bütün alternatiflerin ekonomik değeriendirme metodlarıdaki esas, ilâve envestis-manların senelik sabit masraflarının tasar-ruflara karşı dengelenmesinden ibarettir.

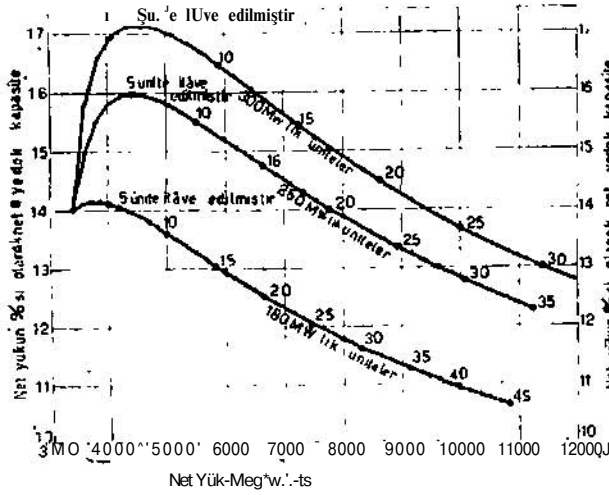
Bu prens'p, bu etüdde minimum enves-tismanı icap ettiren alternatifin üzerindeki difrensial senelik magıraflarla jastifiye edi-len yatırımı tespit etmekte kullanılmıştır. E-tüd per'yodu içerisinde senelik masraflar ü-riform olmadığından bunlar eşdeğer bir ha-

il) Buhar-Elektrik Ümleunun Ekonomik Ebnları Üzerinde Bh- Araştırma IJ. K. Kirchma-yer, A. C. Mellor, J. V. O'Mara, J. R. Stevenson AIEE GÜQ Aparat ve Sistemleri, Ağustos 1955, Sayfa 600 - 11.

lihaar kıymete (present worth) irca edile- rek kullanılmışlardır.

Hesapları asgariye indirmek için, ünite başına yatırımın bir fonksiyonu olarak senelik sabit masrafların halihazır kıymeti ve bütün veya istasyon net ısı değerinin bir fonksiyonu olarak senelik işletme masrafları için cebrik ifadeler ekle edilmiştir.

Böylece sadece ünite ebadının değişme- sinin tesirini değil, aynı zamanda buhar basıncı, temperatür, türb'n ve saykıl disayını gi- bi faktörlerin tesir ettiği termik performans değişmelerini de değerlendirmek mümkün ol- muştur. Harbiri bir ünite ebadı için lâzım o- lan üç tane halihazır kıymet denklemi (pre- sent worth equation), mevzubahis etüdde istikbaldeki 20 tesisatın değei'lendirilmes'nde kullanılmıştır. Bu denklemlerin çıkanlmpı ve tatbikatı bundan sonraki kısımlar¹ izah edilmiştir.



Objektif >: İlk kapasite ihtiyaçları üzerinde ünite ebadının tesiri

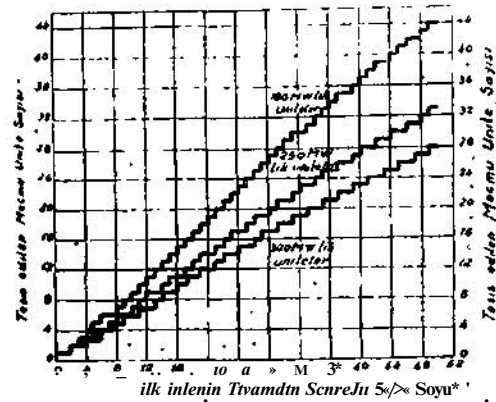
SENELİK SABİT MASRAFLARIN HALİHAZIR KIYMETİ

13,5 luk senelik sabit masraflar bura- da etüd müddeti olarak kullanılan 50 senelik bir zamana göre kıymetlendirilmiştir. Senelik sabit masraflar tesis yılından 50 senelik etüd süresi sonuna kadar devam etmekte ve her senenin küme yekûnlar olarak kabul edilmiştir. Her ünite ilâvesinin yatırımı ilk işletme senesinin başlangıcında kabul edilir.

(2) Büyük Ünitelerin Ekonomisi, H. P. Seelye, W. W. Brown, Amerikan GÜQ Konferansı, Cilt 16, 1954, Snyia 182 - 8.

Önceki faraziyelere nazaran senelik sa- bit masraflar her ünite ilâvesinde artacak-lardır. Böylece senelik masraflar ünite ilâ- velerinin zamanlandırılma fasılasının bir fonksiyonu olacaktır. Mevzubahis etüd için çekil 1 de gösterilmiş olan önceden tahmin edilmiş belirli bir pik yükü artışına göre ka- pasite ilâveleri, reserve kapasiteyi muayyen bir seviyede idame ettirecek şekilde zaman- landırılmışlardır. Yedek kapasite miktarı, yedi senede vasatr bir gün devam eden katlı arızaların meydana getirdiği yük kaybının matematik probabilitelerinden tayin edilmiş- tir. Etüd edilen üç muhtelif ünite ebadlarının objekt'f yedek kapasite ihtiyaçları şekil 2 de gösterilmiştir. Bu şekilden de anlaşılacağı veçhile bu metod, ilâve edilen ünitelerin eba- dı arttıkça yedek nisbeti artmaktadır.

Ünite ebadının kapasite ilâvelerinin za- manına tesiri şekil 3 de gösterilmiştir. Bu şekilden de anlaşılacağı gibi ilâve edilecek ü- nite sayısı ihtiyacının 50 yıllık etüd suresin- de ünite ebadı arttıkça azaldığı görülmekte- dir. Maamafih, yedek kapasite ihtiyaçlarının çokluğundan dolayı mecmu kapasite ilâvele- ri ünite ebadıyla birlikte artacaktır. Herşeye rağmen kapasitenin, kW başına yapıtan yatırı- mını ünite ebadının artmasıyla azaldığı gayet aşikârdır. Yatırımlardaki farklar senelik sabit masraflardaki farklarla jastifiye edil- melidir. Bu ikisinin balansı şekil 4 de gösteri- len müşterek faiz formülleri ile elde edilen halihazır kıymet faktörlerinin senelik sabit masrafların icrasında kullanılmasıyla yapıla- bilir.



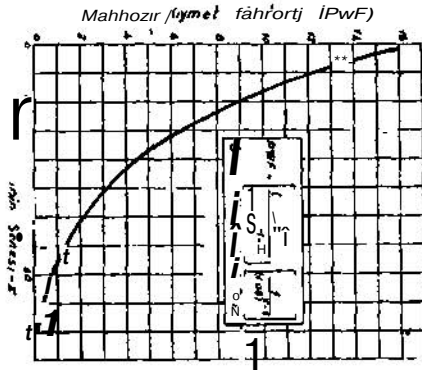
Şekil v. Kapasite ilâvelerinin zamanlandıTıma- sında ünite ebadının tesiri

Senelik sabit masrafların halihazır kıy-

met değerleri ve 180-MW lık ünite yatırımlarına nisbeten jastifiye edilen büyük ünite yatırımları aşağıda verilmiştir.

Ünite Ebadı	Senelik Sabit Masrafların Halihazır kıymeti	Ünite başına Jastifiye edilen Envestisman.
180	27.674879 I'	1.0000 I'
250	21.132307 I''	1.3096 I'
300	18.25&348 I'''	1.5156 I'

(*) I', I'' ve I''' = Sisteme ilâve edilen her ünite başına jastifiye edilen envestisman.



Şekil 1. Envestismanın senelik sabit masraflarına tekabül eden halihazır kıymet faktörleri

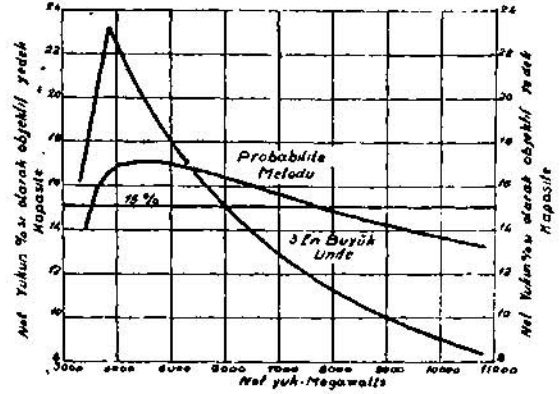
Mukayeseler, 180-MW hk bir üniteden kW başına 200 dolar veya ünite enstelasyonu başına 36 milyon dolar olduğuna göre yapılmıştır. Böylece her 250-MW ünite için diferansiel sabit senelik masrafların jastifiye ettiği yatırım $1.3096 \times 36.000.000$ dolar = 47.146.000 olup kW başına 189 dolarlık bir yatırıma eşittir; her 300-MW hk ünite için $1.5156 \times 36.000.000$ dolar = 54.562.000 olup kW başına 182 dolara eşittir. Diferensial senelik sabit masrafların jastifiye ettiği ünite basma düşen yatırımlar, bundan sonraki kısımda mütalâa edilecek olan diferensial işletme masraflarının jastifiye edebileceği herhangi bir ilâve yatırımdan müstakildir.

Burada reserve kapasitenin hesabında kullanılan ihtimalî hesap metodu, bazı elektrik sistemlerinde kabul edilmemektedir. Aşağıda esasları verildiği şekilde reserve kapasitenin, hesap metodlarıyla yukarıdaki işlemler yapılabilir.

1 — Senelik pik yüklerinin % 15 nisbe-

tinde muntazam bir yedek kapasiteyi idame ettirmek. Bu değer Edison Electric Institute'un kuzey-doğu I inci bölgede yaptığı etüdden alınmıştır (*).

2 — Sistemdeki en büyük üç ünitenin kapasitesine eşit bir yedek kapasite idama ettirmek. Bu esasın halihazırda ne dereceye kadar kullanıldığı pek malûmumuz değildir.



Çekil 2. 300-MW lık ünitelerin ilâvleri için objektif yedek kapasite ihtiyaçları

Her üç metodun yedek ihtiyaçlarının mukayesesi şekil 5. de gösterilmiştir. Yük inkişafının ilk senelerinde üç ünitelik bir yedek, probabilitte metoduyla hesap edilenden fazla ve son senelerde de azdır. Bilhassa yük inkişafının son senelerinde üç ünitelik bir yedeğin kifayetli olup olmayacağı suni mevzuudur.

" 35 reserve motodu yük inkişafının ilk senelerinde ihtimali hesap metoduyla tayin edilen yedek kapasiteden az ve sona doğru daha fazla olmaktadır.

Muhtelif metodlarla tayin edilen rserve kapasite ihtiyaçları tahtında yatırımların mukayesesi 250 ve 300-MW hk üniteleri jastifiye edebilir. Vr 15 reserve metodu büyük ünitelerin lehine, üç ünite metodu ise nisbeten aleyhinedir.

Bu etüdde nakil, tesislerinin yatırımlarındaki diferensialler hesaba katılmamıştır, çünkü detaylı etüdder göstermiştir ki, her biri 300-MW kadar olan kapasitelerin düşünülen mevkilerde yakın bir zamanda ilâve edilmeleri sistem bağlama kapasite ihtiyaçlarına madde-ten tesir etmiyecektir. Pek tabîî şu gayet aşîkârdır ki bu halin uygun olmadığı yerde, eko-

(*) On yedinci altı aylık Elektrik GÜQ Etüdü. Nisan 1955. Edison Electric İnstitutü., No 55 . 5

bu etüde dahil edilen, her tip ünitenin ısı değeri cinsinden ifade etmek mümkündür. Bundan sonra herhangi bir münasip yakıt fiyatında etüd edilen muhtelif hallerde uygun bir yakıt fiyatı kullanılarak ısı randımanındaki farkları değerlendirmek gayet kolay olur.

Bakım masraflarının farkına tajan etmek güçtür, ve faktörler nisbeten önemsizdir. Bununla beraber bakım masrafları, yeni yüksek basınçlı kapasite ilâvelerin ve mevcut yüksek ve alçak basınçlı kapasitelerin yakıt masraflarının sırasıyla $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{15}$ ve $\frac{1}{20}$ si olarak kabul edilmiştir.

İşçi masrafları işlemekte olan ünite sayısının bir fonksiyonudur. Yeni üyeler için altı üniteli santraller düşünülmüştür. Her santralda çift grup başına işletme personeli sayısı aynı olacaktır. Halihazır rayice göre senelik işçi masmfları şu şekilde tahmin edilmiştir:

	Dolar
1 ve 2 ünite	400,000
3 ve 4 ünite	550,000
5 ve 6 ünite	720,000

Spinning kapasitenin masrafı megavvattı bazına saatte 30 cent veya megavvattı bayına senede 2,628 dolar olarak tahmin edilmiştir. 50 senelik etüd süresinde megavvatt başına halihazır değerler 15.762X2,628 = 41,422 dolar olarak sırasıyla 180, 250 ve 300 MW üniteler için 7,456,000; 10,356 000 ve 12,427,000 dolarlık halihazır değerleri verirler.

NETİCELER

Yukarıda izah edildiği şekilde ekonomik değerlendirilmeleri yapılan 20 teklif, Tablo 1 ed gösterilmiştir. Tablo, eşit kapasiteli üniteler arasındaki termal performans farklarının sebep olduğu tesiri analiz edebilmek için ünite ebadlarına göre aranje edilmiştir.

Her halin ekonomik değerlendirilmesi esas hale göre senelik sabit masrafların, işletme masraflarının ve hakikî yatırımın farkı olarak yapılmış ve netice kW başına envestismada yapılan tasarruf olarak ifade edilmiştir. Bu metod, mühendislik ekonomisi kitaplarında gösterilenlerden farklıdır. Bunun tercih edilmesinin sebebi senelik sabit masraflarla işletme masraflarının ayrı ayrı tesirinin gösteril-

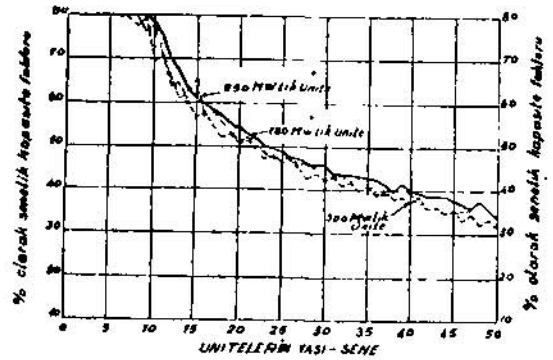
mesi, bu suretle ünite ilâveltinde tam bir muhakeme yapılabilmesini temin etmesidir.

Yapılan etüde Tablo 1 de de gösterildiği gibi 300-MW lık ünite ekonomik olmaktadır. Bu ebaddaki ünitenin, diğer ebaddaki ünitelere göre kazanç farkı hesaplarda ve tahminlerde yapılacak hatayı kapatacak vaziyettedir. Enerji nakil tesislerinde hiç bir değişme olmadığı için 300-MW lık ünitenin ekonomik jastifikasyonu daha kolay olmuştur. Diğer hallerde bu, daha ufak ünitelerin seçil-nesinde bir mi> ar olabilir.

230 ve 300-MW ünite ilâvelerinin tesir ettiği senelik sabit masraflardaki taasrruflar jastüyp edilmiş mecma diferensial yatırımların $\frac{1}{83}$ ilâ $\frac{1}{93}$ arasındadır.

Çok yüksek kritik basınçlarda çalışacak olan bir tesisin ekonomik değerlendirilmesi hal 14 olarak Tablo 1 e dahil edilmiştir. Dikkat edilecek olursa bunun gibi bir tesirin takribi yatırımı jastifiye edilebilecek meblâğı aşmaktadır.

Benzer ünitelerin 50 senelik etüd sürssine dahil edilmesi kabul edilmiş olmasına rağmen sisteme üniteler ilâve edildikçe ilk ünite yükleme tercihinin kaybedecektir. Ünite ebadının ilk ünitenin jenerasyonda kullanılmasına tesirini gösterebilmek için senelik kapasite faktörü Şekil 8 de gösterilmiştir. Hizmet süresinin ilk 6 ilâ 9 seneleri arasında üniteleri azamî takatta çalıştırmak mümkün olacaktır. Bundan sonra takatta bir azalma olacaktır. Ünite ebadlarının senelik kapasite faktörlerine mühim bir tesiri görülmemektedir. Ünite ebadı arttıkça kapasite faktöründe ehemmiyetsiz b'r azalma hissedilmektedir.



Şekil 8. İlk ünitenin jenerasyon için kullanılması halinde ebadın tesiri

TABLE : I. TEKLİF EDİLEN ÜNİTE İLÂVELERİNİN EKONOMİK MUKAYESESİNİN ÖZETİ

No	Basınç psi	Teklif edilen İsi T	Jastifiya Edilen Diferensial Yatırım 1,000 Dolar						Yatırım, 1,000 Dolar		Tasarruflar	
			Senelik İşletme Masrafları Basına Göre				Toplam Diferen- sial ya- tırım	Jastifiye edilen toplam	Eşleş- me İhtiyaç	Toplam 1,000 Dolar	kW başına Dolar	
			Yakıt	İşçi	Bakım	Toplam						
180-MW hk Üniteler												
(Mukayese için bnzl)												
1	1 800	1 000/1 000	Yok	Yok	13	Yok	144	144	36,144	251	—	1,38
2	1,800	1,000/1,000	»	»	37	»	402	402	36,402	274	—	1,52
3	1,800	1,050/1,000	»	»	»	»	191	191	36,191	543	—	3,02
4	1,800	1,000/1,000	»	»	»	»	635	635	36,635	259	—	1,44
5	2,000	1,050/1,000	»	»	»	»	144	144	37,039	895	—	4,97
6	1,800	1,000/1,000	»	»	13	»	635	635	37,232	597	—	3,32
7	1,800	1,050/1,050	»	»	58	»	873	873	37,417	544	—	3,02
8	2,000	1,050/1,050	»	»	79	»	873	873	37,417	544	—	3,02
250-MW lık Üniteler												
9	1,800	1,000/1,000	11,146	277	220	—	864	12,010	48,010	1,457	5,83	
10	1,800	1,050/1,000	»	277	252	—	1,207	12,353	48,353	1,544	6,18	
11	2,000	1,050/1,000	»	277	281	—	1,528	12,674	48,674	1,730	6,92	
12	1,800	1,050/1,050	»	»	281	»	1,528	12,674	48,674	1,153	4,64	
13	2,000	1,050/1,050	»	»	310	»	1,853	12,999	48,999	1,279	5,12	
14	4,500	1,150/1,100/1,100	»	»	704	»	6,181	17,327	53,327	—	275	—
300-MW hk Üniteler												
15	1,800	1,000/1,000	18,563	454	562	—	2,489	21,052	57,052	3,206	10,69	
16	1,800	1,050/1,000	»	»	599	»	2,899	21,462	57,462	3,317	11,06	
17	2,000	1,050/1,000	»	»	635	»	3,290	21,853	57,853	3,436	11,45	
18	2,400	1,050/1,000	»	»	688	»	3,873	22,436	58,436	3,850	12,83	
19	1,800	1,050/1,050	»	»	635	»	3,290	21,853	57,853	2,934	9,88	
20	2,000	1,050/1,050	»	»	670	»	3,675	22,238	58,238	3,077	10,26	

JASTİFİYE EDİLEN YATIRIM HESABI HAKKINDA BİR MİSÂL

Teklif edilen adet	1 (baz)	•	•	•	•	17
Birim Kapasitesi, MW	180	•	•	•	•	300
Tahmini İlk Yatırım, dolar 1,000	36,000	•	•	•	•	54,417
Isı Değeri (R), Btu/Kwhr	9,481	•	•	•	•	9,281
Halihazır Kıymeti (bin dolar olarak)						
Senelik Sabit Masraflar	27,674,879	I'				18,259,548 I''
Yakıt	828,231+ 98.839 R'	•	•	•	•	725,901+106.3570 R'''
İşçi	30,598	•	•	•	•	22,304
Bakım	131,816+9.8084 R'	•	•	•	•	114,510+10.6357 R'''
Spinning Kapasite	7,456	•	•	•	•	12,427

Senelik tasarruflarla jastifiye edilen diferensial yatırımlar

Sabit masraflar	18.259,548 I'''	=27.674,879(36,000)	I''' =54,563	Bin olarak	Toplam % si
Yakıt-	• 18.259,548 (di''')	= E 828.231 +98.0839 (9,481)]-1725.90H	di'' =54,563-36,00	dolar 18,563	84.9
İşçi	•	106.3570 (9,281)]	di''' =	2,473	11.3
Bakım	• 18.259,548(di''')	=30,598 22,304	di'' =	454	2.1
Spinning Kapasite	•	18.259,548(di''') =7,456-12,427	di''' =	635	2.9
Toplam	•		di''' =	- 272	-1.2
				dolar 21,853	100.0