

FRANSIZ ELEKTRİK KURUMU PROGRAM İŞLEMLERİNİN SEÇİMİNDE TOPLAYICI (GLOBAL) MODELLERDEN FAYDALANMA (*)

M. ALBER/P. LARİVAİLLE

Çeviren :

Ass. Dr. Şahin AKKAYA

GİRİŞ

Fransız elektrik üretim sistemi, şimdiki durumda her 10 yıl da iki kat artan bir tüketime cevap vermek zorundadır. Şu halde, her yıl önemli bir hacimde yeni yatırımın yapılması zorunlu olmaktadır. Fransız elektrik kurumu, 1967 yılında 5 milyar franklık (15 milyar TL.) bir yatırım yapmış (iş hacminin % 50 si): bu yatırımın 2/3 si elektrik üretim teçhizatına harcanmıştır.

Üretimde kullanılan teknikler değişiktir. Fransız elektrik sistemi, bugün sadece hidrolik-termik (1) klâsik santrallardan oluşmaktadır; fakat bu sisteme pompalama ve hafif termik santralları ile, özellikle nükleer tesislerin katılması mümkündür (2).

(*) ELECTRICITE DE FRANCE : ETUDES ECONOMIQUES Generales, «Utilisation des modèles globaux pour le choix des opérations des programmes E.D.F.». Nov. 1968

(1) Şimdilik % 40 ı hidrolik, % 60 ı termiktir.

(2) **Çevirenin notu:** Örneğin, son petrol krizinden sonra Fransız Elektrik Kurumu, 1000'er MW gücünde 13 adet nükleer santral inşa etme kararı almıştır.

Problem şudur: Masrafın minimum olması için çeşitli üretim teknikleri içinden hangisi seçilmeli, hangi oranlarda bu teknikler bir araya getirilmeli ve hangi özel projeler öncelikle alıkonulmalıdır.

Bu sorulara cevap vermek için, her tip tesisin bütün ömrü boyunca yapabileceği hizmetleri, tesisin masrafını (yatırım ve işletme masrafları) da gözönüne alarak birbirleriyle karşılaştırmak zorunlu görünmektedir. Oysa bu yatırımların ömürleri çok uzundur. Termik santraller 30 yıl, hidrolikler daha uzun ömürlüdür. Şu halde uzun dönemli etüdler zorunluğu ortaya çıkıyor; ayrıca elektrik üretiminde faydalanılan faktörlerdeki gelişmeler, bir taraftan o memleketin enerji politikası yönünden bağımsız olması problemi, diğer taraftan da bu alandaki yatırımların önemi nedeniyle, o ülkenin nasıl bir malî politika uygulaması gerektiği problemi ortaya koymaktadır. «Uzun vadeli incelemeler» toplayıcı bir karaktere sahip olup merkezi bir şekilde Genel Müdürlük tarafından gerçekleştirilerek, teçhizat parkının yapısal gelişmesinin genel şemasını belirtirler.

Fakat bu uzun vadeli incelemelerin kurulacak tesislerin özelliklerini detaylı olarak tarif etmeleri mümkün değildir (Yer ve tesisin boyutunun tayini gibi). Bundan ötürü, somut yatırım kararları için «**analitik incelemeler**» yapılır, bu incelemelerle projeler, Yatırım Bürosu tarafından 20 yıldan beri kodlanmış hesap metodları yardımıyla seçilerek, Mavi Not adı verilen çok tanınmış bir belgede toplanmıştır.

Bu iki incelemenin (uzun vadeli ve analitik) uyuşması hususunda ortaya çıkan problemler BOİTEUX ve BESSIERE tarafından bir kaç yıl önce incelenmiştir. Buna rağmen iki metodun açık ve kesin bağdaşma koşulları, ancak BESSIERE ve SAUTTER'in «**ayrılabilirlik teorisi**» üzerinde daha önce yaptıkları araştırmalarda sağlanan yeni gelişmeler sayesinde, formüllendirilebilmiştir. Onun için Fransız Elektrik Kurumunda şimdi geniş bir inceleme yapılmaktadır. «**Yeni Mavi Not**» (La nouvelle note bleue) adı altında tanınmış olan bu inceleme, toplayıcı (Global) bir yatırım modelinden faydalanır. Teçhizat işlemlerinin seçimine bağlı iktisadî hesaplara girmesi gereken fiyatların ve ekonomik göstergelerin değerleri bu modelin ikilik (Dual) probleminin çözümüyle elde edilir.

Bundan sonraki kısımlarda, Mavi Not'un ne olduğu ve toplayıcı modeller üzerine Fransız Elektrik Kurumunun onbeş yıldır elde ettiği tecrübeler hatırlatıldıktan sonra, bugünkü incelemenin ana hatları belirtilecektir

I- KLÁSİK METODLAR: «Analitik» ve «Toplayıcı metodlar

I. I. ANALATİK (VEYA) MARJİNAL) BİR METOD: Mavi not (LaNote Bleue) (3).

«Mavi Not» veya «teçhizat seçiminde bir kriterin saptanması dene-mesi» projelerin iktisadî faydasının belirlenmesi ile hesapların yapılması için zorunlu verilerin sağlanmasında bir metod tarif eder

Burada hakim olan düşünce, her tesisin **ekonomik değerini** doğrudan doğruya tahmin etmek değildir, fakat özellikle durumu teçhizat problemi yönünden tetkik ederek verilen her projeyi, tüketiciye aynı şekilde tatmin sağlayabilecek diğer bir referans (temel) proje ile mukayese etmek lâzımdır.

Böylece Mavi Not'un yazarları tasarlanan projenin bütün ömrü boyunca işletilmesindeki maliyet ve kazancın her yıl için hesabı ile elde edilecek masraf ve kazanç serilerinin tahmini gibi büyük bir güçlüğü ortadan kaldırmak istiyorlardı.

Gerçekten, bir elektrik üretim fabrikası tarafından sağlanan ürünler çeşitlidirler (Verilen kilovat saatler zaman ve mekanda büyük bir değer farkını haiz olarak). Ayrıca bir fabrikanın gelecekteki üretiminin (bu üretim miktarı belli kabul ediliyor), iktisadi değerinin hatasız bir tahminine imkân verecek tam ücret sistemi elde mevcut değildi.

Böylelikle, problem birbirinden farklı iki şekilde özetlendi:

- İki projenin eşdeğerliği
- Referans veya temel teçhizatın tarifi.

Bu sorunlardan birincisine, üretim-tüketim sisteminin «dar boğaz» kavramı ile yaklaşım yapılabilir. Gerçekten bu sistemi, belli sayıda sınırlı olarak seçilen halleri gerçekleştirme imkânı olan bazı icraatla tarif etmenin mümkün olduğu gösterilebilir. Eğer seçilen bu özel haller tatmin edilebiliyorsa, tüketimin tamamı da tatmin edilebiliyor demektir. Mavi Not'a ait olan sistemde ele alınan kendisine has değerler şunlardır:

- Kullanılabilir maksimum kapasite (yahut sadece **«maksimum kapasite»**)

(3) J.TISSIER : «Comparaison des projets d'opérations de production d'énergie électrique», - U.N.I.P.E.D.E. Congrès de Rome 15-23 Septembre 1952.

— «Kritik» denen kış devresinin (4) en çok enerji talebedilen saatlerindeki enerji ortalaması (yahut garanti gücü)

— Yıllık üretilen toplam enerji miktarı.

Hemen şunu söyleyebiliriz ki, yukarıdaki üç değer iki teçhizat için aynı ise bu teçhizatlar «eşdeğerdir». Yahut aynı anlamda olarak teçhizatlar ortaya çıkan sistemin dar boğazlarına aynı oranda hizmet edebiliyorlarsa eşdeğerdirler. Gerçekten yukarıdaki üç boğazdan sadece ilk ikisi, önemli bir termik teçhizatı haiz Fransız sistemi gibi bir sistemde gerçek olarak anlam taşımaktadırlar.

Böylece her proje aşağıdaki ikili değerlerle temsil edilebilir:

— Maksimum (puant) kapasitesi P P

— Garanti kapasitesi P G

İki projeye aynı (P P , P G) ikili'si tekabül ettiği takdirde bu iki proje eşdeğerdir denir.

Böylece Mavi Not yazarları, ağır tesislerle (kömür veya mazotla çalışan klâsik santraller), hafif tesislerin (gaz türbini tipi) değişik oranlarla karışımından meydana gelen iki teçhizat oranı incelenmiş projeye eşdeğerli bir «referans termik teçhizatı»nı tanımladılar,

Her projenin, göz önüne alınan «referans termiğine» göre birbirine olan üstünlüğü, klâsik ekonomik hesap sayesinde tesbit edilip, sonra projeler kendi aralarında mukayese edilmektedir.

Örneğin (P P , P G) gibi bir hidrolik projeye ait gelişme, referans termiğine bağlı iskonto edilmiş masraflarla, bilfiil gerçekleştirilecek projeye ilgili iskonto edilmiş masraflar arasındaki farka eşittir. Böylece bu referans termiğiyle ilgili projenin gerçekleştirilmesi inşaattan kaçınmayı sağlamaktadır.

Referans termiği ile eşdeğerliğin sadece dar boğazlar üzerine tarif edildiği göz önüne alınarak bu kademedeki ek bir düzeltme yapıldı. Bundan mukayese edilen bu iki tip teçhizatın (hidrolik ve referans termiği) her zaman aynı biçimde kullanılacağı anlamı çıkmamalı. Örneğin, bir «kanal Hidroelektrik santrali» yazın en az enerji talebedilen saatlerinde çalışabilirken, onun yerine referans termiği kurulmuş olsaydı, bu termik kullanılmayacaktı.

(4) Bu durumda: Aralık, Ocak ve Şubat aylarının en yüklü 1200 saati.

Bu «yakıt ekonomisi» düzeltmesi, hidrolik projeye, referans termiğinin karşılıklı kullanımlarının tekâmülünün yaklaşık bir değerlendirilmesi ile yapılmıştır.

Böylece geliştirme hesabından hareketle incelenen proje ile ilgili kendine özel bir «rantabilite katsayısı veya oranı» tariflenmiştir. Bu rantabilite katsayısı yahut oranı, ya iki projenin mukayesesi, ya da aynı projenin iki değişkeninin mukayesesine iktisadi seçim yönünden imkân sağlar.

Buna göre teçhizat programları aşağıdaki tarzda hazırlanmışlardır: Önce projeler rantabilite (kârlılık) nisbeti en yüksek olanından başlayarak sıralanır. Bu sıralamayla hidrolik program) bir yılın termik-hidrolik toplayıcı programı (mevcut teçhizat da dahil edilerek) aynı yılın enerji talebini karşılamaya elverişli olacak şekilde belirlenir. Başka bir deyimle, hidrolik-termik tesisler dağılımı, yatırım masraflarının E.D.F. (5)'ye devlet tarafından yıllık olarak ayrılmış kredileri aşmıyacak tarzda yapılır.

I. 2. TOPLAYICI MODELLER (6, 7, 8).

Yukarıdaki modele paralel olarak, 1954'den itibaren, E.D.F. belirli sayıda toplayıcı modeller geliştirmiştir. Bu modellerin **konusu**, birçok senelik periyotlar boyunca (plân dönemleri), teçhizatın «büyük yığınlar» itibariyle belirlenip sisteme dahil edilmesidir. Onbeş sene önce ilk lineer modelden beri (9), önemli birçok adımlar MASSE, BOÏTEUX ve BESSIERE'in çalışmaları sayesinde atılmıştır.

Gittikçe daha mükemmel modeller 1957 yılında 70 tane sınırlayıcı şartları ihtiva eden denklem sistemi ve 90 değişkeni (bilinmeyi) olan bir modelle, 1958'de 180 denklem sistemi ve 200'den fazla bilinmeyi olan bir model hazırlanmıştır «Dantzig modeli» ismiyle tanınan ilk 1957 modelinde,

-
- (5) E.D.F. Fransız Elektrik Kurumu'nun Fransızca karşılığı olan «Electricité de France»nin kısaltılmış şeklidir. Bundan sonra bizde pratik olması için E.D.F. 'yi Fransız Elektrik Kurumu yerine kullanacağız.
 - (6) P. MASSE et R.GIBRAT : «Application of linear programming to investments in the electrical power industry» - Management Science n o 3 (1957).
 - (7) E.D.F. : «L'étude à long terme des plans d'investissement à l'aide de la programmation linéaire» : le Modèle des trois plans» Note des Etudes Economiques Générales de l'Electricité de France (Paris 1962).
 - (8) E.D.F. : «L'étude à long terme des investissements à l'aide d'un programme non linéaire: le modèle investissement 85» - Notes des Etudes Economiques Générales de l'Electricité de France (Paris 1965).
 - (9) Çevirenin Notu: Bu model makalenin bitiminde ek olarak verilmiştir.

daha önce olduğu gibi özel bir yılla ilgilenilmedi, bunun yerine etüd birçok devre üzerine ; 1958 de hazırlanan modele «taktik değişkenler» ilâve edilerek işletme kaideleri daha iyi belirlenmeye çalışıldı.

1961'de «üç plân modeli» (10) 224 denklem ve 253 bilinmeyenle bir ordinatörün azami kapasitesine erişebilecek büyüklükte idi.

Daha sonra, 1965 yılında «1985 Yatırımları Modeli»ne (yani genişlik alanı 1985 yılı olan) götürülen lineer olmayan programlamanın (11, 12) kullanılmasına doğru gidildi. Bu model 150 değişkenle 60 sınırlayıcıdan ibaretli ve üstünlük daha önceki modellere göre şu yenilikleri getirmiştir:

- Hidrolik teçhizatın kurulmasında azalan randımanlar dikkate alınmış,
- Fransa'nın altı büyük bölgeye ayrılması (Burada, elektrik taşıma teçhizatı ve kayıp nisbetleri önceden biliniyor varsayılmıştır).
- Bilhassa elektrik üretim ve talebinin kesin olarak önceden bilinmeyişi, ihtimalî olması sebebiyle sistemde meydana gelebilecek çeşitli kayıplar hesaba alınmıştır.

Gittikçe, ister **muhtemel olabilen olaylar** (hidrolik üretimi, talebin tahmini, teçhizatlardan yararlanılamama gibi), yahut **muhtemel olmayan olaylar** (kalori masrafındaki gelişmeler, gelecekte gerçekleştirilecek teknik buluşlar, v.s) için belirsizlik halinin ele alınmasında çok büyük gelişmeler sağlanmıştır; muhtemel olmayan olaylar **parametrik incelemeler** sayesinde ele alınmaktadır (13).

Diğer taraftan şunu da hatırlatalım ki lineer ve lineer olmayan programlamada ikili (dual) değişkenlerin iktisadî yorumu, modelden üretimin marjinal masrafları, çeşitli gelirler v.s. gibi çok ilginç alt ürünlerin elde edilmesini sağlar (14).

-
- (10) Bu model 5'er yıldan 3 plân dönemini (1961- 1975) içine aldığı için kendisine bu isim verilmiştir.
 - (11) P.LHERMITE/F.BESSIERE : «Sur les possibilités de la programmation non linéaire appliquée au choix des investissements» - 3e Congrès de l'IFORS (oslo 1963).
 - (12) P.FAURE/P.HURAD : «Résolution des programmes mathématiques à fonction non linéaire par la méthode du gradient réduit» - Revue française de Recherche Opérationnelle (1965) n o 36.
 - (13) Bu konuda (8) nolu dipnot bkz.
 - (14) F.BESSIERE : «Application de la dualité à un problème de programmation à long terme» - Revue française de la Recherche Opérationnelle (1959) n o 12.

II- İKİ YAKLAŞIMIN (Analitik ve Toplayıcı) BİRBİRİNE UYGUNLUĞU VE BİRBİRİNİ TAMAMLAYICILIĞI

Bir taraftan genel temayülün (trendin), diğer taraftan da teçhizat programlarının kesin terkiğini iki ayrı düzeyde aydınlatmak için, bu iki metod arasında bir uygunluk problemi ortaya çıkmakta; her iki yaklaşım **birlikte** kullanılmasının gittikçe daha çok zorunlu olmaya başlaması bu uygunluk problemine daha çok önem verilmesini gerektiriyor.

II. 1. PROJELERİN RANTABİLİTELERİNİ VE BOYUTLARINI TESBİTTE KULLANILAN ANALİTİK METODLAR:

Bu metodlar, incelenen teçhizatın gelecekte işletilmesi şartları üzerine, gerekli bilginin önceden bilindiğini varsayar.

I.1. 'de ifa edilen hizmetlerin doğrudan doğruya hesabı yerine, tasarruf edilen eşdeğer termik masrafın alınmasıyla, Mavi Not'un nasıl daha kolay bir yaklaşıma vardığı kısaca açıklanmıştı. Fakat, sistemin dar boğazlarının **kaynağıyla**, referans tekniğini önceden bilmenin zorunluluğu baki kalmaktadır; Bu bilgilere olan ihtiyaç sadece tasarlanmış porjenin hizmete girdiği tarih için değil, fakat teçhizatın bütün hayatı boyu için geçerlidir.

Analitik metodun kuruluşundan beri şartlar bu metodun uygulanmasına çok elverişliydi. Gerçekten Fransa'da elektrik üretim-tüketim sistemi özellikleri savaş sonrasında beri aşağı yukarı homotetik bir şekilde gelişmiştir. Bu devre de termik ve hidrolik üretim imkânları aşağı yukarı eşit oranlarda olmuştur. Böylelikle dar boğazlar yeterince dengede kalmıştır. Diğer taraftan, referans termiği tanımlı büyük bir anlaşmazlık olmadan muhafaza edilebildi; sadece, iktisadî veriler bazı problemler ortaya koyan unsurlar oldular. Pazar mekanizması ve teknik ilerlemede meydana gelen gelişmeleri hesaba almak için, yakıt masrafı (kömür, mazot, v.s.), referans teçhizatın yatırım ve işletme masrafları ve iskonto nisbeti gibi verilerde zaman zaman düzeltmeler yapılmak zorunda kalmıştır.

Bununla beraber, yatırım kararlarının hazırlanmasında lâzım olacak dökümanın ortaya konulması işini, belirli devrelerde yapılacak basit düzeltmelerle gerçekleştirmek mümkün değildir.

Gerçekten Fransa'da bugünkü üretim sisteminin gelişmesi şu sebeplerden dolayı bir dönem noktasında bulunmaktadır:

- Kalan hidrolik enerji elde edilebilecek yerlerin sayısı sınırlıdır. Kalan hidrolik enerji potansiyelinin az olması, gelecek yıllarda siste-

min bünyesinde, termiğin gayet net bir şekilde ağır basması sonucuna götürecektir derin bir değişiklik yapacaktır. Bu da, elektrik sisteminde önceden kesin olarak belirlenemeyecek dar boğazların zaman içinde gelişmesine yol açacaktır.

- Yeni rakip üretim imkânları doğabilir. Örneğin, nükleer tesisler ve pompalama grupları, sadece ağır ve hafif termik'den meydana gelen bir **referans çözüm** de yer alabilirler. Bu tesisler ancak uzun zaman içinde yerleşebileceklerdir.
- Eski grupların zamanla ortadan kalkmasıyla termik parkının homojenliği (Tek çeşitliliği) gelişen bir durum gösterir. İşletme içi tüketimlerin dağılımının azaltılmak istenmesi veya üretime bağlı masraflardaki değişikliklerin düşürülmek istenmesi, santralın kuruluş yeri ve bölgesinin seçimine önem verilmesini gerektirecektir.

Toplayıcı modeller, üretim sisteminin geliştirilmesiyle ilgili bütün sorulara cevap vermek imkânına sahiptir. Buna rağmen toplayıcı bir model de merkezî bir şekilde bütün teçhizat kararları yer alamaz. Santralın yeri, büyüklüğü, yapılış ve bitiş tarihi v.s. gibi mümkün olan bütün parametrelerin gözönüne alınmasıyla modele dahil edilmesi gereken bilinmeyen ve verilerin sayısının çokluğu modelin çözümünü imkânsızlaştıracak, dolayısıyla böyle bir işletme gerçekleştirilemeyecektir.

Şu halde,, somut yatırım kararları seviyesinde analitik metodların kullanılması vazgeçilmez olmaktadır, ancak yıllardır şu durum anlaşılmıştır: Bu analitik metodlar, gerekli ekonomik bilgileri sağlamaya elverişli **genel modellerin çözümünü birlikte ele alınıp çözülmek** zorundadırlar; yani analitik modeller toplayıcı modellerden ayrı olarak çözümlenip tatbik edilememektedir. **II. 2.** Bu sorun üzerine ilk Düşünceler bundan on sene evveline kadar uzanır ve BOİTEUX ve BESSIERE tarafından (15) de 1961'de ele alınmışlardır.

O zamandan beri yapılagelen daha derin araştırmalar bir ayrılabilirlik (séparabilité) teorisinin (16) ilk unsurlarını hazırlamaya sevk etmiştir. Bu teori çeşitli makalalara konu olmuş ve teorisinin tatbikiyle genelleştirilmesi hususunda birçok incelemeler yapılmaktadır.

(15) M.BOITEUX/F.BESSIERE : «Sur l'emploi des methodes globales et marginales dans le choix des investissements - R.F.R.D. no 20 (1961).

(16) F.BESSIERE : «La séparabilité de l'approche globale et de l'approche analytique dans les problèmes d'investissements» - Journées d'étude de la Société d'économétrie - Blaricum Janvier 1968.

Teorinin tatbik alanının biri «genişletilmiş modeller metodu» adı ile tanınmıştır (17), (18), (19). Genişletilmiş modeller metodu bu makalenin III'cü kısmına konu olan «YENİ MAVİ NOT» çalışmalarına esas teşkil etmiştir.

II- 2.1. Lineer Programlamada ayrılabilirlik (Séparabilité)

II- 2.1.1 Tanım (20)

Esas problemi (probleme principal) ifade eden aşağıdaki lineer programı alalım:

$$\begin{array}{ll} X, Y & 0 \\ QX + RY & A \text{ (a)} \\ SX + TY & B \text{ (b)} \\ CX + DY & \text{minimum} \end{array}$$

U ve V yukarıdaki iki tip (a) ve (b) sınırlayıcılarının ikiz (dual) değişkenleri olsun, Yine Farzedelim ki X^0, Y^0, U^0, V^0 bu programın optimum çözümünü veren değerler olsun.

Program tarafından tariflenmiş olan aşağıdaki kısaltılmış problemi (probleme réduit) dikkate alalım:

$$\begin{array}{ll} X & 0 \\ SX & B - TY^0 \\ (C - U^0Q) & \end{array}$$

X^0 ve V^0 'ın bu problemin optimum çözümünü verdiği ispat edilmektedir.

Şu halde aşağıdaki kaide vazedilebilir: Eğer kısaltılmış problemin bütün optimal çözümler, en azından esas programın bir optimum çözümünden meydana gelmişlerse, kısaltılmış problem ayrılabilir denir.

-
- (17) F.BESSIERE : La méthode des modèles élargis : application à un modèle de choix des investissements» - comunication à la IVe Conférence internationale l' IFORS (Boston 1966).
 - (18) F.BESSIERE : «Optimisation et environnement économique: la méthode des modèles élargis» - R.F.R.O. n o 40 (1966).
 - (19) F.BESSIERE : «Analyse marginale et optimisation structurelle des investissements: application au secteur de l'électricité» - Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle n o 6 (1967).
 - (20) Burada, kaynaklarda yer alan makalelerin başlıca sonuçları tekrarlanmıştır.

Diğer taraftan şayet:

- T bir sıfır matris ise,
- Esas problem belirsiz değilse,

— Ve esas problemle kısaltılmış problemin temeli bozulmuş çözümleri yoksa, aşağıdaki iki eşdeğer şarttan biri veya diğerinin tatmin edilmesi şartıyla, kısaltılmış problem bölünebilir:

- . X^0 'ın yalnız pozitif bileşenlerinin sayısı, optimum işba seviyesindeki (saturée) (b) sınırlayıcılarının sayısına eşit olmalı,
- . Y^0 'ın yalnız pozitif bileşenlerinin sayısı, optimum işba seviyesindeki (a) sınırlayıcılarının sayısına eşit olmalıdır.

Ayrılabilirlik kavramı, lineer olmayan programların çeşitli hallerine de uygulanabilmektedir.

II- 2.1.2 E.D.F.'in Yatırım Problemlerine Tatbiki

E.D.F.'in yatırım tercihi problemi esas bir modelden, biri toplayıcı, diğeri de analitik olmak üzere iki ayrı kısaltılmış modelin elde edilmesi şeklinde açıklanabilir.

Bu iki modelin ayrılabilirliğinin incelenmesi iki metod arasında bağlantılar kurulmasını sağlar.

Esas Modelin Tanımı :

E.D.F., çeşitli devrelerle ilgili bir güç tarafından belirlenmiş bir talebi karşılayabilmek için yatırım yapmaktadır. Kurulacak teçhizatlar bir fabrikalar bütünü için seçilir ve her fabrika işletilme usulüyle belirlenmiş sadece bir tip teçhizat içinde yer alır.

Modelin stratejik ve taktik olmak üzere iki çeşit değişkeni vardır: Stratejik değişkenler kurulacak her tip teçhizatın miktarını gösteren asıl değişkenlerdir. Taktik değişkenler verilmiş bir teçhizat tipine dahil olan fabrikalar (santraller) bütünü istihsal edebileceği her ürünün (azamî güç, gece gücü gibi) miktarlarıdır.

Esas modelin sınırlayıcıları aşağıdaki dört unsurla ilgilidir :

- Talebin karşılanması (tatmini) : Elektrik üretim miktarı tüketimden fazla olmalı veya en az ona eşit olmalı.

Üretim \geq Tüketim

— Üretimle, kurulmuş üretim kapasitesinin bağdaşabilirliği:

Üretim \leq Üretim Kapasitesi: elektrik üretimi üretim kapasitesini aşamaz.

— Teçhizat tipleri ile fabrikalar arasındaki uygunluk şartı (21)

— Her fabrikanın ancak bir defa kurulabileceği şartı.

Bu modeli aşağıdaki gibi şematik bir şekilde gösterebiliriz:

		G			
		Teçhizat	Üretim	Sınırlayıcıların İkinci tarafı	
Fabrikalar (bire, bire) (santraller)				Talebin karşılanması	1°
		Üretimle üretim kapasitesinin bağdaşması		o	2°
					G
Fabrikaların teçhizat kategorilerine tevzii				o	3°
A	Her fabrika inşa edilemez			bir defadan fazla	4°
	Yatırım Maliyetleri (21 a)		+ İşletme Masrafları	Minimum (asgari) Olmalı	5°
					A

Bu esas modelin mümkün bütün ayrılabilir şekilleri (décompositions) içinden aşağıdaki alt matrislerle ilgili olanları alınıyor:

(21) **Çevirenin Notu:** 3 tip termik teçhizat tipiyle, 4 tip hidrolik teçhizat tipi alınmaktadır:

- . Termik teçhizat kategorileri klâsik termik, nükleer ve gaz türbinleri (hafif termik) dir. Hidrolik teçhizatlara ait kategoriler şunlardır:
- . Aşırı hidrolik teçhizat (suréquipement) (bu kategori, büyük hazneli santrallerin kuruluş gücünün serbestçe tayin edilebileceği varsayımından hareket edilerek alınmıştır).
- . Aylık hazneli barajlar (göl santralleri)
- . Nehir santralleri
- . Kanal santralleri

İşte tüm kurulacak santraller bu 7 kategori teçhizata dağıtılıp, tevzi edilmektedir.

(21a) **Çevirenin Notu:** Bu son 5° ci şart, görüldüğü gibi minimum yapılması gereken masrafı ifade eden objektif fonksiyonla ilgilidir. Objektif fonksiyonla ilgi-

$G =$ (Toplayıcı yaklaşım için)

$A = A$ (Analitik yaklaşım için)

Daha önce II- 2.1.1. paragrafında aldığımız formüllerdeki sembollerini alırsak, bu iki alt matristen herbiri oradaki S matrisi yerini alır; Oradaki T matrisinin rolünü oynayan matris burada her iki yaklaşım için sıfırdır.

Kısaltılmış problemlerin böylece elde edilen ayrılabilirlik şartlarının bir-biriyle çelişmeli olduğu gösterilmektedir. Toplayıcı yaklaşımla ilgili modelin ayrılabilir olması için, gerekli ve yeter şart, her kategorideki teçhizata marjinal bir santralin tekabül etmesidir. Buna karşılık, analitik yaklaşımda gerekli ve yeter ayrılabilirlik şartı, marjinal fabrikanın mevcut olmayışıdır.

Fakat kısaltılmış bu problemlerden herbiri her zaman için ayrılabilir hale getirilebilir; şöyle ki toplayıcı metotta belli üretim kapasitesi ile ilgili tablodaki (2^o nolu) sınırlayıcıların ilâvesi ve analitik metotta da marjinal fabrikaların hangi oranda kurulacağını tesbit etmek suretiyle bu imkân sağlanabilir.

Bu son şart, programın kurulması için gerekli projelerin seçiminden önce, kurulacak teçhizatların toplam hacminin bilinmesi zorunluluğunu gösterir. E.D.F.'de «programların ayarlanması» (ajustement) adı altında (22) tanınan bu teşebbüs, daha önce genişlemiş problemde ayrılabilir olduğunu gördüğümüz toplayıcı modelin sonuçlarından faydalanır. Toplayıcı model, özellikle sistemdeki dar boğazların menşeiyle bunların zaman içindeki muhtemel gelişmeleri üzerinde bilgi verir.

Diğer taraftan, bu modelin sınırlayıcılarına tekabül eden ikiz (duale) değişkenler, analitik yaklaşımın zorunlu kıldığı ekonomik göstergelerin değerleri gibi yorumlanmaktadır.

Meselâ, azamî kapasitede talebin karşılanması ile ilgili sınırlayıcılar, ikilik (dualite) probleminin çözümüyle azamî kapasitenin icabettiği zamanlardaki emre amade tutulması gereken kilowatt'ın marjinal değerini, sağlarlar; üretim kapasitesinin (2^o nolu) sınırlayıcılarına bağlı ikiz değişkenler

li masraflarda yatırım ve işletme veya faaliyet masrafları olmak üzere iki kısımdır. Modelin sadece bir devre için formül haline getirilmesi ile ilgili geniş izahat «**Marc AIBOUY. la régulation économique dans l'entreprise**»ler tome DUNOD PARIS 1972, sayfa 320'de bulunabilir.

(22) M.DUPOUX : «L'ajustement des programmes de l'Electricité de France» - Revue Française de l'Energie n o 179 (1966)

şöylece yorumlanırlar: ilâve bir birim (1 kw veya 1 kwh) üretim kapasiteleri kurma imkânına bağlı değerler üretim kapasitesinin sınırlayıcılarının ikiz değişkenleridir.

Ayrılabilirlik incelemesi böylece kullanılacak metodlara teorik bir destek sağladı ve bağımsız olarak seçilecek fabrikaların birbiriyle genel olarak bağdaşabilirliğini sağlayan şartları belirtme imkânı doğurdu.

III- YENİ MAVİ NOT

Yukarıda takdim edilen teorik prensipler üzerine kurulmuş çok geniş bir inceleme yapılmışa başlandı. Bu incelemenin asıl unsuru, analitik yaklaşımın ayrılabilirliğini mümkün hale getirecek gerekli bütün bilgileri sağlayan ve aynı zamanda yaklaşımın kullanılmasına imkân veren toplayıcı bir gelişme modelidir.

III- 1 TOPLAYICI MODELİN TASVİRİ

Burada «85 yatırımları» modeli tipinin aynısı olan bir toplayıcı model söz konusudur:

III- 1. 1. Stratejik Bilinmeyenler

Çeşitli devrelerde hizmete konulacak teçhizatların miktarını ifade ederler. Termik için bu bilinmeyenler net kapasitelerdir (klâsik termik-nükleer-gaz türbinleri gibi).

Hidrolik için, aşırı teçhizatlandırma güçleri ile 1972 yılından sonra kurulacak kanal, nehir ve göl santrallerinin senelik ortalama üretimleridir; ayrıca bu tarihteki faaliyet gösteren hidrolik teçhizatlar bundan böyle iyice bilinmesi lâzımdır. Pompalama santrallerinin sağladığı imkânlar bu birinci modelde dikkate alınmamaktadır.

Modelin plânlara taksimi, «85 yatırımları» modelinden çok daha uzun bir devre üzerinedir.

Gerçekten model 2040 senesine kadar bir tahmin yapmakta, fakat 15 ve 25 senelik bir zaman periyodunu ihtiva eden son iki devre sadece bir koruma halkası (anneau de garde) rolünü oynamaktadırlar. Dikkate alınan 8 devrenin son seneleri şunlardır:

1975, 78, 81, 85, 90, 2000, 20015, 2040 (23)

(23) **Çevirenin Notu:** Modelde neticeler bu seneler için hesabedilmektedir.

III- 1. 2. Maliyet Fonksiyonu

«85 Yatırımları»nda olduğu gibi ekonomik fonksiyon (objektif fonksiyon) «yatırımlar», «enerji kaybı (24)» (défaillance), «işletme» olmak üzere üç terim toplamından meydana gelen iskonto edilmiş toplam maliyettir.

«Yatırım masrafı»

Bu masrafların modele dahil edilmesi ayrı bir problem doğurmaz. **Hidrolik yapıyla alâkalı bazı özel masraflardaki (yıllık frank/KWh) gelişmenin** lineer olması için uygulama (ajustement) yapılmıştır. (Hidrolik alanların kurumasının sebep olduğu masraflar özel masraf örneğidir). Bazı sınırlayıcılar çeşitli tiplerdeki hidrolik tesislere azamî bir sınır tayin ederler.

«Enerji kaybı maliyetleri» (Cout des de faillances)

Kritik devre esnasında (Ekim'den Şubat'a beş ay) enerji kifayetsizliği, «85 yatırımları»nda olduğu gibi masraf fonksiyonuna dahil edildi. Fakat model için, bu terimin tarifi; teçhizat programlarının kurulması için kullanılan normların aynısına göre yapılmıştır; bunun için ayrıca merkezleştirilebilen (yoğunlaştırılabilen = concentrable) hidrolik modelden (25) de faydalanılmıştır

Ekonomik fonksiyonun azamî kapasitede muhtemel enerji kaybı maliyetleriyle ilgisi yoktur, yani böyle bir masrafı ihtiva etmez. Azamî kapasite talebinin tatmini, verilen bir değer için enerji kaybından doğan imkânsızlığın puvant gücündeki ihtimalini sınırlayan sınırlayıcılar şeklinde ifade edilmiştir. Şu halde, azamî kapasitenin her kw'nın değeri, bu sınırlayıcılar grubuna bağlı olan ikiz (duale) değişkenleri sayesinde bulunur.

«Toplam işletme maliyeti»

Bu terim sistemin aylık işletmesine ait olan masrafların toplamıdır. Burada matematik ümitle tahmin edilmiş değerler bahiskonusudur; tüketim ve hidrolik üretim bağımsız tesadüfî değişkenler olarak kabul edilmiştir. Matematik ümitlerin hesabı karşılıklı ihtimalleri ile kusursuz olarak dengeleştirilen şimdilik hidrolığe ait üretim-tüketim ikili kombinezonunu dikkate alarak, süreksiz (discréte) tarzda yapılır.

(24) **Çevirenin Notu** : Enerji kaybı maliyetleri, meselâ o sene yağmurların az yağmasının hidrolik kapasiteyi azaltması, dışardan, hammadde alınıyorsa dövi> yokluğunun yaratacağı enerji kapasite düşüklüğü v.s. gibi sebeplerden dolayı enerji kifayetsizliğinden ileri gelen masraflardır.

(25) Bkz.: 22 nolu dipnot.

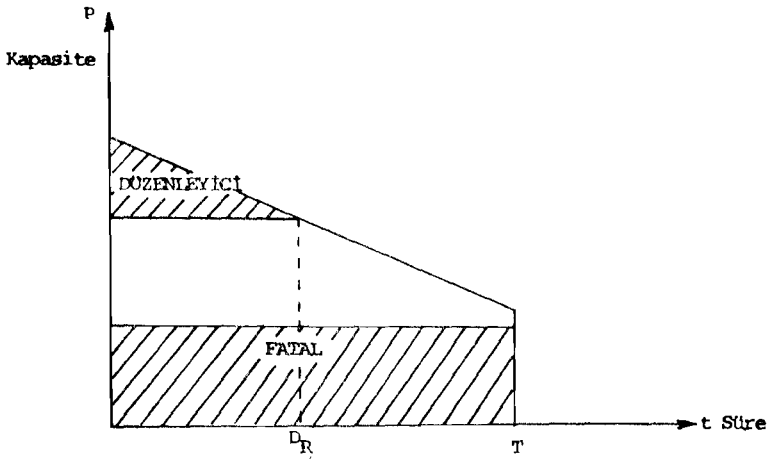
Ayrı bir ayın işletme masrafının hesabı ve, verilen bir hidrolik üretim-tüketim durum için, «85 yatırımları» modelinde kullanılan tarife mahallerine göre kısaltma bu modelde kullanılmıyor. Tarife mahalleri süresi artık bir veri değildir, fakat hidroliğin aşağıdaki şekilde ele alınması sayesinde bu süre modelden bir sonuç olarak çıkmaktadır.

Verilen ayın sınıflara ayrılmış talep eğrisi, bir yamuk şeklinde şemalandırılmıştır: (Şekil 1). Bu yamuk en yüksek bir kapasiteyle en düşük kapasite tarafından belirlenmiştir.

Ele alınan ayın hidrolik üretimi iki bölüme ayrılmıştır:

— «FATAL» denen bir üretim seviyesi şeklin tabanında yer alır;

«DÜZENLEYİCİ» (REGULARİSATION) denen bir üretim seviyesi yamuğun üst ucuna yerleştirilmiştir (25 a).

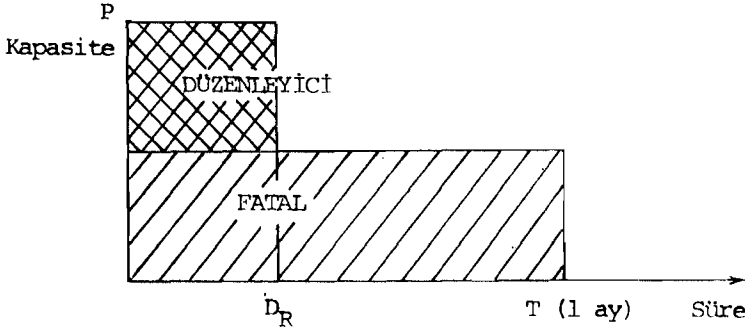


Şekil : 1

Bu verilen bir aya ait hidrolik üretimin ayrıntıları (décomposition) «merkezileştirilebilen» hidrolik model yardımıyla yapılır; adı geçen model belirlenmiş bir saat adedi üzerine merkezileştirilebilen hidrolik enerjiyi hesaplamayı sağlar.

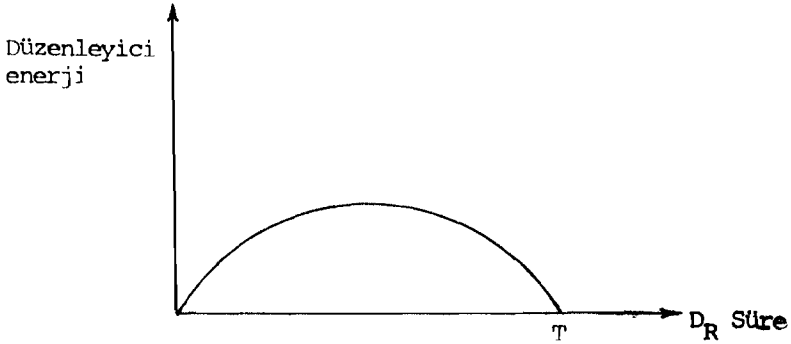
(25a) Gerçekten, hidrolik üretimin bu şekilde belirlenmesinde, fatal olmayan üretim için, yukarıda dediğimiz gibi sadece diyagramın üst köşesine yerleştirilen enerji değerine bakılır, azamî kapasiteyle ilgilenilmez; zira, azamî kapasitenin kâfi olduğu bir test tarafından periyodik olarak doğrulanmıştır.

2 no.lu şekil bize verilen bir DR süresi için bu modelin neticelerinin nasıl tertiplenmiş bir şekle konulabileceğini gösterir.



Şekil : 2

Düzenleyici enerji miktarıyla, DR değeri, yani düzenleyici enerji miktarına tekabül eden basamağın süresi arasındaki ilişki parabole uygulanabilir şekilde kabul edilerek ifade edilmiştir:



Şekil : 3

Model bu ilişkiden hareketle ve yük yığınının şekline bağlı olarak en çok enerji talebedilen saatlerin mahallinin süresi DR'i tayin eder, daha sonra model nükleer ve klâsik termik santrallarının artan maliyetlerle orantılı olarak sıraya konulmasında kullanılır.

III- 1.3.Sınırlayıcılar ve Optimizasyon

Azamî kapasite ve inşa edilebilir maksimum hidrolik potansiyeliyle ilgili iki tip sınırlayıcıların mevcudiyetini daha önce izah etmiştik. Ayrıca bir «bir plân devresiyle» ondan sonraki arasında inşa edilmiş toplam kapa-

sitelerin seviyesinin düşmeyeceği ile ilgili, diğer bir grup sınırlayıcılar vardır. Bütün bu sınırlayıcılar lineerdir.

Diğer taraftan, bazı unsurların yokluk ihtimali ve tekniğin ilk zamanlarında meydana gelebilecek arızalarda, azaltma katsayıları adı altında hesaba katılmıştır.

Şu halde Yeni Mavi Not modeli lineer olmayan bir maliyet fonksiyonu ve lineer sınırlayıcılarından meydana geliyor. Bu model de «85 yatırımları» modelinde olduğu gibi WOLFE algoritmasıyla çözülmüştür.

Model toplam olarak 56 stratejik bir bilinmeyenle, 68 sınırlayıcı ihtiva eder (26). Stratejik bilinmeyenlerin değerleri tesbit edildikten sonra, toplam maliyetin kompüter de hesabı süresi 2 saniyeden ibarettir ve optimizasyon süresi de 30 dakikayı geçmez.

Neticeler: Modelin çözümü, hizmete konacak yeni teçhizatın tesbitinden başka, santrallerin işletme süresini, çeşitli sınırlayıcılara bağlı ikiz değişkenleri, marjinal masraflar ve optimumda toplam maliyet miktarını da tesbit etmektedir.

Bugün bölgesel bir model üzerinde incelemeler yapılmaktadır. Modelde Fransa dokuz bölgeye ayrılmıştır ve elektrik taşıma şebekesi bölgelerarası kapasite alış-verişini temsil eden yıldız şeklinde bir şema tarafından şemalandırılmıştır. Ayrıca, hidrolik pompalama modele gayet detaylı bir şekilde dahil edilmiştir. Şu halde bu bölgesel model, millî modelin sağladığı bilgilerden başka, teçhizatın yerleriyle ilgili etkenleri de hesaba katmaya imkân verecektir.

III- 2. TOPLAYICI MODELLE İLGİLİ SONUÇLARIN BİR ARADA TOPLANMASI

Modelin nümerik sonuçları, tasarlanmış bir teçhizatın iktisadî değerini hesabetmeğe imkân verecek tarzda bir araya toplanıp değerlendirilmişlerdir. Daha önce de belirttiğimiz gibi **bir projenin «iktisadî değeri» projenin hayatı boyu sağlayabileceği hizmetlere bağlı değerlerin toplamı ile tahmin edilmektedir.**

(26) **Çevirenin Notu :** Burada dikkati çeken husus bilinmeyen ve sınırlayıcı adedinin azlığıdır. Bu husus lineer olmayan programlamanın bir özelliğidir; lineer olmayan programlama tatbik edilerek lineer programlamadaki bilinmeyen ve sınırlayıcı adedi azaltılabilir. Bilhassa bilinmeyen ve sınırlayıcı adedi kompüterin kapasitesini aşınca bu tür programlamaya gidilerek kompüterle çözüm mümkün hale getirilmektedir.

Böylelikle aşağıdaki üç terim (değer) i projenin iktisadî değerini tahminde kullanma yoluna gidilmektedir:

- **«puant kapasitede» bir değer**, incelenen teçhizatın maksimum kapasitedeki talebi karşılayan payına tekabül eden değerdir (kapasitedir). Bu değer, modelin çözümünde azamî kapasitedeki talebin karşılanmasıyla ilgili sınırlayıcılara bağlı ikiz değişkenlerin iktisadî yorumuyla elde edilir.
- **«Garanti (ortalama) kapasite»de bir değer**, ele alınan teçhizatın kritik devrede (27) sağlayabileceği enerji kapasitesi miktarıdır. Bu teçhizatın varlığı elektrik ihtiyacının sağlanmasını daha da garanti-letmektedir. Bu değer, ortadan kaldırılabilmiş enerji kaybı maliyetinin matematik ümidine eşittir.
- **«Üretilen enerji» için bir değer**, şu olayı ifade eder: ele alınan teçhizat - hizmete girdiğinde - üretilen her kwh için bir yakıt ekonomisinin gerçekleşmesini sağlar; bu yakıt ekonomisi, ele alınan andaki üretimin marjinal maliyetiyle bu teçhizatın orantılı maliyeti arasındaki farka eşittir. Gerçekten, üretimin marjinal maliyeti, tasarlanmış tesisin mevcut olmayışı halinde üretimi sağlayabilecek teçhizatın orantılı maliyetini gösterir.

Bu üç terimi bir projenin zenginliğinin (geliştirilmesinin) hesabına yarayan evvelce incelediğimiz geleneksel Mavi Not'daki üç benzer terime yakınlaştırmak mümkün olmaktadır; yalnız bu üç unsur burada, Mavi Not'dakinden tamamen değişik bir metodla elde edilmiştir.

Yeni Mavi Not'da incelenen üretim sisteminin özelliğini belirtmek için daha önceden modele dahil edilmiş kullanılan üç başarı faktörünün menşei doğrudan doğruya modelin sonuçlarından doğmaktadır. Bu sonuçlar içinde, daha önce gördüğümüz gibi sistemin dar boğazlarının gelişmesi vardır. Ayrıca, işletme maliyetinin hesabı için gerçekleştirilen teçhizatın yer tayininin neticesi olarak her kategorideki teçhizatın işletme şartlarını da aynı şekilde önceden tanımaktayız.

S O N U Ç

Genellikle teçhizat seçimi işlemleri doğrudan doğruya matematiksel modellerin çözümüyle yapılamaz; bunların çözümü bize ancak elektrik

(27) Kışın en fazla elektrik tüketilen Aralık, Ocak ve Şubat aylarını kapsayan devre.

sistemindeki gelişmenin ana hatlarını belirlemeyi sağlar; pratikte bu modeller «analitik» incelemelerle tamamlanmak zorundadırlar.

Herbiri kendine has özgürlüğe sahip hidrolik tesisler söz konusu olduğunda ve bir teçhizatın boyut veya yeri belirlenmek istenmesi hallerinde fabrikaların proje, proje incelenmesi demek olan analitik metodlardan başka hiçbir metod kullanılamaz.

Şimdiyedek, E.D.F.'de kullanılan analitik seçim metodu, bir referans teçhizatı ile mukayeseye başvurma zorunluluğunu doğuran izafi bir rantabilite metodu idi,

Böylece, tekâmül eden bir sistemin söz konusu olması halinde bu metodların başlıca noksanlıklarını gördükten sonra, merkezileştirilmeyerek seçilen projelerin uygunluğunu sağlamak ve analitik incelemeleri iyice yönetmek için lâzım gelen sistemin göstergelerini elde etmeye imkân veren programlamanın toplayıcı modellerinden - nasıl ve hangi şartlarda - faydalanılacağı araştırıldı.

E K. (Çeviren)

MASSÉ - GİBRAT MODELİ

Bu lineer model, P. MASSE ve R. GİBRAT'ın çalışmalarının bir mahsulüdür. Modelde, elektrik talebindeki önceden bilinen bir artışa cevap vermek için yeni santraller kurulması tasarlanmaktadır. Verilen gelecekteki bir talebin karşılanması için (varılması istenen gaye), bütün yatırım plânları içinden iskonto edilmiş masrafları minimum yapan yatırım plânını tesbit etmek bahis konusudur.

Yıllık elektrik talep eğrisinin (talebedilen kapasiteyi zamanın fonksiyonu olarak ifade eden eğri) ilk nazarda şu üç ölçü tarafından belirlenebildiği, modelin kurucularınca tesbit edilmiştir:

- Sağlanan senelik enerji miktarı (GWh)
- Puant (maksimum) gücü veya kapasitesi (MW)
- Garanti (ortalama) gücü veya kapasitesi (MW)

Diğer bir deyişle problemin gayesi A.B.C. gibi üç sayı tarafından temsil edilebilir; A senelik enerji miktarlarındaki artışı, B puant gücündeki artışı, C de garanti gücündeki artışı ifade ederler ve gaye bu artışları karşılayabilmektedir.

En az A.B.C. kapasitelerini sağlayan her yatırım programı, gelecekteki talep eğrisinin tamamına cevap verebilmektedir.

Bu lineer modelde ilk nazarda **devamlı** ve **tek çeşitli** kabul edilen dört seri santral grubu mevcuttur:

- Termik santralları;
- Kanal santralları;
- Nehir santralları;
- Göl santralları veya hazne santralları.

X_1, X_2, X_3, X_4 yukarıdaki her tip santralin (sırasıyla termik, kanal, nehir ve göl) miktarları olsun. Bu miktarlar keyfî seçilen bir ölçü ile ölçülürler; meselâ santralların adına göre (itibarî) kapasite, bir ölçü olabilir. Farzedelim ki, itibarî kapasiteli bir birim termik santral a_1 miktarında yıllık enerji sağlasın, santralin b_1 miktarında bir puant gücü ve c_1 miktarında bir garanti gücü olsun. Aynı şekilde bir birim kanal santral için ilgili parametreler a_2, b_2, c_2 olsun. a_3, b_3, c_3 ve a_4, b_4, c_4 sırasıyla nehir ve göl santral gruplarının parametreleri olsun. Burada yıllık enerji, puant güç ve garanti güç toplanabilirler. Şu halde şimdi problemin sınırlayıcı şartları yazılabilir: tahmin edilen talebi karşılamak için aşağıdaki şartların gerçekleşmesi lâzımdır:

1. İstenen senelik enerji miktarını üretmek:

$$a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 \geq A \text{ (GWh olarak)}$$

2. Gereken puant kapasiteyi kurmak:

$$b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \geq B \text{ (MW olarak)}$$

3. Gereken garanti kapasiteyi kurmak:

$$c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + c_4 X_4 \geq C \text{ (MW olarak)}$$

4. Bütçe ile ilgili bir sınırlama vardır: E.D.F. belli bir D miktarından fazla yatırım için para harcıyamamaktadır:

$$d_1 X_1 + d_2 X_2 + d_3 X_3 + d_4 X_4 \leq D$$

d_1, d_2, d_3, d_4 ilgili santral gruplarının bir biriminin payına düşen yatırım maliyetleridir.

5. Negatif santraller inşa edilemez:

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

6. Gaye fonksiyonu yatırım ve işletme masrafları toplamını minimum yapan değeri verir. İşletme masraflarına f_i denirse ve bunlar ileriye dönük masraflar olduğundan iskonto nisbetinin tersiyle (k) çarpılarak şimdiki zamana indirgenip gaye fonksiyonunda yer alırlar. Burada iskonto oranının tersinin alınma sebebi modelde santrallerin **devamlı** kabul edilmeleridir.

$$g_i = d_i + kf_i \text{ olarak}$$

$$X_1g_1 + X_2g_2 + X_3g_3 + X_4g_4 = \text{Minimum yapılacak toplam maliyet.}$$

Burada g_1, g_2, g_3 ve g_4 sabit katsayılardır ve her seriden bir birim büyüklüğündeki bir santralin yatırım maliyetiyle iskonto edilmiş işletme maliyetini verirler.

Yukarıdaki maliyet fonksiyonunda işletme maliyetleri klâsik termik santrallerin yakıt masrafını içine almaz. Kömürle işleyen klâsik termik santrallerin senelik enerji talebini karşılamak için gerekli yakıt maliyeti GWh başına 3 frank kabul edilmiştir. Bu yakıt maliyetini iskonto ederek yukarıdaki fonksiyona dahil etmek zorundayız:

$A \times 3 \times k =$ İskonto edilmiş yakıt maliyeti

$3 A k + X_1g_1 + X_2g_2 + X_3g_3 + X_4g_4,$ Minimum yapılması istenen toplam maliyet, yani objektif fonksiyonudur.