

19091

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ASANSÖR SEKTÖRÜNDE ÜRETİM PLANLAMASI

İbrahim DAL

Y. G.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

İŞLETME YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS BİTİRME TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ : Prof.Dr.İlker BİRDAL

İSTANBUL 1990

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>SAHİFE</u>
GİRİŞ	I - 3
I. PROJE PLANLAMASI VE KONTROLU	
I.1 PROJE VE PROJE YÖNETİMİ KAVRAMLARI	4 - 5
I.2 PROJE PLANLAMA VE KONTROL TEKNİKLERİ	6 -10
2. PROJE PLANLAMA VE KONTROLDE ŞEBEKE ANALİZLERİ	
2.1 TANITIM	II
2.2 MAKSİMAL AKIŞ PROBLEMİ	II-13
2.3 MİNİMAL YAYILIM PROBLEMİ	I3
2.4 EN KISA YOL PROBLEMİ	I4
2.5 PERT / CPM MODELİ	I5-I6
3. PERT / CPM ANALİZLERİ	
3.1 KAVRAMLAR	I7-I9
3.2 MODEL KURMA	20-2I
3.3 ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	22-24
3.4 KAYNAK DENGELEME	25-28
3.5 MALİYET ANALİZLERİ	29-3I
4. UYGULAMA	
4.1 SİSTEMİN TANIMI	32-35
4.2 SİSTEMİN MODELİ	36-38
4.3 MODELİN ÇÖZÜMÜ	39-50
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	5I-52
KAYNAKÇA	53

GİRİŞ:

21. yüzyıla girerken, insanlar çoğalmalarını hızla sürdürmelerine rağmen yaşadıkları alanlar artmamakta ve insanlar barınma sorunlarını aynı alanlar üzerinde daha yukarılara çıkararak, yüksek binalar yaparak çözmeye çalışmaktadırlar. İnsanoğlunun asansörle ilişkisi işte burada başlamaktadır.

Bugün, altı katlı bir binaya yapı ruhsatı verilebilmesi için binada asansör bulunması şart koşulmuş ve asansör günlük yaşantımız içindeki yerini almış durumdadır.

Ülkemizdeki konut açığı gorunu gündemdeki yerini korurken, yalnızca İstanbul'daki asansörle ilgili hizmet veren firma sayısı bin'i aşmış durumda. Bu sayının çok büyük bir kısmını çok küçük ölçekli firmalar oluşturmaktadır. Asansör tesislerinin T.S.E(Türk Standartları Enstitüsü)'nin öngördüğü şekilde yapılması ve bu amaçla birleşip Asansör ve Yürüyen Merdiven Sanayicileri Derneği (AYSAD) 'ı kuran ve bu oluşumda yerini almış olan firma sayısı yalnızca 28 dir. Diğer büyük bir kesim bu pazarın canlılığında adeta cirit atarcasına bu alanda yerlerini almışlardır. Bunun sonucu olarak da basında sıklıkla asansör kazalarına ilişkin haberler yer almaktadır.

Bu nedenle, bugünlerde Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından başlatılan çalışmalarda bu durumun düzeltilmesi amaçlanmıştır. Getirilen İmalat Belgesi alınmasına yönelik yönetmelikle asansör işiyle uğraşan firmaların ; T.S.E. belgeli olmaları, Bünyelerinde Elektrik ve Makina Mühendisi bulundurmaları gibi koşullar getirilmiştir.

Elektrik ve Makina Mühendisliğinin uzmanlık alanı içinde yer alan bu üretim alanında çoğu firmaların ustalık ve teknisyenlik düzeyine dahi gelemeyen bilgileri ile piyasanın yapısını oluşturmaları ülkemiz adına üzücü bir durum oluşturmaktadır.

Ayrıca, ölçek bakımından asansör firmalarında büyük ölçekli firma sayısı on'u bulmamakta,ve büyük organizasyonları içermemekteadırlar.

Bu nedenle tezimizde incelenilen konu bu yönüyle çok yenidir ve bu alanda yapılan çalışmaların ilklerini oluşturmaktadır. Amacımız odur ki çalışmamız bundan sonra yapılacak çalışmalar için başlangıç niteliği taşıyın.

soh
iddiali

Yakın bir gelecekte bu alanda hizmet verecek firmaların gündemindeki sorunun 'ÜRETİM PLANLAMA' olacağıının kanısındaım. Bana tezimi bu konuda hazırlamama neden olan konu da bu idi.

Öyle bir pazar düşününüz ki, firmalar uzmanlaştıkları pazarlarda kıyasıya rekabet ederlerken ve pazarlama konusu firmalarda yerini almış, ilgili departmanlar kurulmuş iken bu pazarda firmalar pazarlama sorunu sanki yokmuşçasına hareket serbestliği içinde bulunsunlar ve malını pazarlamak değil, sürekli gelen talepleri seçmek sorunuyla uğraşınsınlar.


Pazarın bu yapısı, firmaların niteliklerini belirlerken belli seviyedeki az sayıdaki firmaların da çalışma şekillerini yukarıda belirtildiği gibi biçimlendirmektedir. Bu nedenle asansör sektöründe üretim planlaması ülkemizde yeni yeni başlanacak olan bir konudur. Kaldı ki asansör firması denildiği zaman akla asansör-aksamının imali ve montajı akla gelir. Türkiyede'ki firmaların %99'u yalnızca montör firmadır. Bu tür firmalar için sorun malzemenin piyasadan tedarik edilmesi ve montajının yapılmasıdır. Oysa imalatçı firma için durum daha komplekstir, enazından imalat ve montajın bir koordinasyonunun olması gereklidir. Tedarik-İmalat-Montaj- Denetim sürecindeki bir kopukluk direkt olarak projenin pıamlanan zamandan uzaklaşmasına, işin gecikmesine neden olmakta, artı değer kaybına, işgücü kaybına ve maliyetlerin artmasına yolaçmaktadır. Bugibi durumların önüne geçebilmek için etkin bir planlamanın yapılması ve her yönüyle uygulanması kaçınılmazdır. Biz bu çalışmamızda, konunun yalnızca bir yönünü, en çok aksayan MONTAJ'ı inceledik. İmalat açısından yalnızca işgücü dağılımına örnek verildi.

Tez konumun bu yönde oluşması için beni yönlendiren Enstitü Müdürümüz Sayın Prof.Dr. İlker BİRDAL Bey'e, çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr. Orhan KURUÜZÜM Bey'e, Tezimi hazırladığım ortam olan ve benim bu alanda yetişmemde en büyük nedenim ve desteğim olan GÖKHAN ASANSÖRLERİ SAN.TİC.VE PAZ.AŞ.'nin Yönetim Kurulu üyeleri Sayın Engin Şükrü GÖKHAN ve Sayın Yalçın Saffet GÖKHAN beylere ve ayrıca sevgili ağabeyim Sayın Ahmet Fikret GÖKHAN Bey'e teşekkürlerimi, şükranlarımı ve saygılarımı bildirmeyi borç bilirim...

İSTANBUL, 25.12.1989

BÖLÜM I

PROJE PLANLAMASI VE KONTROLU



I.I PROJE VE PROJE YÖNETİMİ KAVRAMLARI

Proje bir amaca ulaşmak için belirli bir sürede bir arada yapılması gereken birbirine bağlı veya birbirleriyle ilişkili işlemler sistemi olarak tanımlanabilir (IV., sh: II)

Proje yönetiminde en önemli aşama projenin planlanması aşamasıdır. Yönetimin karşılaştığı birçok sorunun ana nedenini realist olmayan, yanlış, eksik veya çok genel olarak hazırlanmış planlamada aramak gerekir. Yetersiz proje planlaması projenin kontrolünü imkansızlaştırır.

Planlamanın amacı projenin sonuca doğru ilerlemesini sağlamaktır. İleri planlama normal proje faaliyetleri için bir rehber görevi görür ve çeşitli olağanüstü durumları giderecek araçların bulunmasında yardımcı olur.

Proje planlamasının ana hedefleri aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

- a) Belirlenmiş hedeflere yönelmiş faaliyetleri optimal araçlarla gerçekleştirecek işlemler için rasyonel kararlara ulaşma,
- b) Bu kararları eleştirel bir gözle değerlendirme,
- c) Değişen şartlara göre bunları yeniden gözden geçirme,
- d) Kararların gerçekleştirilmesi için gerekli bütün unsurları dikkate alma,
- e) Ampirik realitelerin ışığı altında kararları yeniden inceleme. (IV, sh:10)

Proje planları bir takım unsurlardan oluşur: Bunlar sırası ile:

- a) Projenin detaylı olarak tanımı
- b) Proje ile ilgili organizasyon
- c) İş planları
- d) Kaynak planlaması
- e) Maliyet ve süre hesapları
- f) Rapor verme noktalarında toplanır. (V,sh: 84)

I.I,I PROJE KONTROLU

Projeyi oluşturan işler kalite,miktar,süre ve maliyet faktörleri bakımından kontrol edilir.Kontrolden amaç yapılmakta olan işlerin planlanan şekilde yapılıp yapılmadığını incelemek ve takip etmek,belirlenmiş hedeflerden sapmalar varsa bunların düzeltilmesidir.

Proje ile doğrudan ilgili birimler proje süresince üç hususla ilgili olacaktır:

I- Proje zamanında bitirilebilecek mi?

II- Gerçekleşen proje maliyeti planlanan proje maliyeti düzeyinde olacak mı?

III- Projede gerçekleştirilen işler gerekli standartlara uygun olarak mı yapılmaktadır?

Diğer yandan proje yöneticileri kendi açılarından şu hususlardan sorumludurlar:

I - Projenin öngörülen süre içersinde tamamlanması

II- Öngörülen maliyet dahilinde tamamlanması

III-Gerekli standartlara uygun olarak tamamlanması

Gerek ilgili idare veya müessese, gerekse proje yöneticileri belirtilen hususlar konusunda projenin teslimi, maliyet, gerçekleştirilecek standartlarla ilgili programlar, plana göre gerçekleştirilen işleri gösteren durum raporları ve plandan sapmalar olduğu taktirdē bunları gidermek için yapılacak işlemler hakkında mümkün olan en geniş bilgileri yakından incelemek isteyeceklerdir.

Proje yöneticisinin ilgili olduğu başlıca kontrol elemanları; programlar, programlara göre ilerlemeler, bütçeler ve gerçekleşen maliyetlerdir; bunlar olmadan projenin kontrolu imkansızlaşır. Bununla birlikte teknik gerçekleşmenin de yakından takip edilmesi gerekir.

(IV, sh:22)

I.2 PROJE PLANLAMA VE KONTROL TEKNİKLERİ

Bir yatırımın planlanmasında yatırım unsurlarını oluşturan ana faaliyetlerin süre, maliyet ve istenilen standartlar bakımından programa ve sonuca etkiye miktarlarının bilinmesi çok önemlidir. Yatırımı planlanan süre içinde standartlara uygun ve optimal maliyetle gerçekleştirebilmek için hangi işlemlerin daha kontrollü yapılmasının zorunlu olduğunu da bilmek şarttır. Bu nedenle, projelerin planlanmasında ve belirtilen hedeflere ulaşılmasında proje planlama ve kontrol teknikleri geliştirilmiştir

I.2.I DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Günümüzde, işletme, ekonomi ve muhasebe dallarını en yakından ilgilendiren konulardan birisi olan doğrusal programlama, aynı zamanda yöneylem araştırmalarında da en yaygın kullanılan araçlardan birisidir. Bilindiği gibi doğrusal programlama (D.P); kaynakların optimal dağılımının, kaynakların seçenekli dağılımının, optimal üretim bileşiminin, minimum maliyeti veren girdi bileşiminin, en uygun kârın ve en az maliyetin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bugün endüstriyel ve ekonomik analizlerde yaygın olarak kullanılan D.P, tüm nicel teknikler arasında en geniş etki alanı olanıdır. D.P firmanın, ulaşım, üretim, finansman, dağıtım ve reklamcılık gibi pek çok faaliyetlerinde kullanılabilir. Ayrıca, firmada; karşılaşılabilecek darboğazların giderilmesinde, seçenekli üretim tekniklerinin kullanılmasının getirisini belirlemede, kısıt kaynakların etkin kullanımı ve bunların gölge fiyatlarının belirlenmesi ile en uygun çözümlere ulaştıracak politikaları saptamada D.P modelleri kullanılır.

D,P değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu en uygun (maksimum veya minimum) kılmaya çalışır. Buna göre D.P değişkenlere ve kısıtlayıcı şartlara bağlı kalarak amaca en iyi ulaşma tekniğidir. Temel olarak, D.P verilen optimallik ölçütüne bağlı kalarak kısıt kaynakların optimal şekilde dağıtımını içeren deterministik matematiksel bir tekniktir de denilebilir. (VI, sh:214)

I.2.2 DİNAMİK PROGRAMLAMA

Bağlantılı aşamalardan oluşan kararların alınmasında faydalı olan dinamik programlamanın D.P' de olduğu gibi bir standart formülasyonu yoktur. Dinamik programlama, problem çözmek için faydalanılan genel bir yaklaşımdır. Her problem için, o probleme özgü değişik denklemler kurulur. Dolayısıyla, problemi iyi tetkik etmek ve kritik noktaları görebilmek gerekir. Dinamik programlamanın özellikleri şunlardır:

1- Problem, herbirinde ayrı bir karar alınacak aşamalara bölünür.

2- Her aşamada, muhtelif durumlar bulunabilir. Durum sayısı belirli ya da belirsiz olabilir.

3- Her aşamada verilecek kararın sonunda, şimdiki aşamadan bir sonraki aşamaya, bir ihtimal dağılımı yardımı ile geçilebilir. Bu hal ile şebeke analizleri arasında kesin bir bağlantı vardır. Şebeke serimindeki her nokta, burada bir duruma karşılık olmaktadır. Şebekede bulunan noktalar kolon kolon olup bunlar burada bir aşamaya karşılık olmaktadır.

4- Şu andaki durumda, kalan aşamalar için alınacak optimal karar politikası, önceki aşamalara bağlı değildir.

5- Çözüm yöntemi, en son aşamanın her durumunun ayrı ayrı değerlendirilmesi ile başlar.

6- Kat edilmesi gereken "n" adet aşama kalmış durumda iken, optimal fonksiyonu bulunmuş önceki (n-1) adet aşamayı da göz önüne alarak, bu aşamadaki her durum için ardaşık bir ifade türetilir.

7- Bu ardaşık ifadeyi kullanarak, dinamik programlama yöntemi basamak basamak geri giderek ve her defasında da o aşamanın optimal durumunu tespit ederek, ilerlenir. (II, sh:413,422)

I.2.3 TAM SAYISAL PROGRAMLAMA

Optimal işçi, gemi, tezgah sayısı vs. gibi birçok problemlerde yanıt, ancak tamsayı olduğu anda bir anlam ifade etmektedir. Bu kısıtlayıcı şart, genellikle çözümlenmesi zor bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Pratikte, bu tip problemlerin D.P. ile çözümlenip, elde edilen yanıtların tamsayıya yuvarlandığı görülmektedir. Bu hatalı bir tutumdur. Hepşeyden önce yuvarlatılan bir yanıt optimallikten uzaklaşabilir. Ayrıca fizibiliteyi koruyabilmek için terimlerin hangi yöne doğru yuvarlatılmasının tespiti gerekir. Üçüncü bir zorluk, yuvarlatılan bir değişkenin yeni değerinin, diğer değişkenlere yansımalarının tespitidir. Dolayısıyla, bir alogaritma ile çözümlenmeye gitmek, daha verimli olacaktır.

Tam sayısal programlama T.P.) metodları

I. Kesme metodları

II. Arama metodları

olarak iki gruba ayrılabilir.

R.E.Gomory tarafından geliştirilmiş olan Kesme metodları, tamsayısal doğrusal problemler için geliştirilmiştir. Bu metod, geçerli setlerin oluşturduğu hacmin özel bazı ikinci derecede kalan kısıtlayıcı şartların oluşturduğu yüzeylerle kesişip, istenmeyen kısımların elimine edilmesine dayanır.

Arama metodları ise, geçerli bütün noktaları araştırarak bunların değerlendirilmesini yapar. Bu metod Land ve A.G. Doig tarafından bulunup R.F. Dakin tarafından geliştirilmiştir.

Tamsayısal programlama, sadece tamsayılardan oluşan bir sistem için ele alınırsa, sonuca nispeten kolay gidilebilmektedir. Yalnız, tamsayı kadar kesirleri de içeren karışık problemlerde kesme metodları yetersiz kalmaktadır. Ayrıca karışık cinsten problemlere, sadece tamsayılardan oluşan sistemlerden çok daha sık rastlanmaktadır. Bundan dolayı, her iki cinsi içine alan bölüp sınırlama metodu daha çok kullanılmaktadır. (II,sh:473,474)

I.2.4 SİMULASYON TEKNİĞİ

Bu teknik, problemin özünü ortaya koyarak, alt yapıyı ortaya çıkartıp sebep sonuç üzerindeki tartışmaları ortadan kaldırır. Uygulamada karşılaşılan problemler genellikle çok karmaşık olup bunların çözümü simülasyon ile mümkün olmaktadır. Diğer tekniklerde olduğu gibi burada da matematiksel yönü fazla olan bir model hazırlanır. Yalnız, sistem bütün olarak hareketi değil de, parçaların teker teker oluşturduğu olaylar dizisi değerlendirilir. Sistem ve girdiler, davranışları en azından ihtimal dağılımları ile tahmin edilebilecek elemanlara ayrılır ve elemanlar arasındaki bağlantılar tanımlanır. Yani simülasyon, bir sistemin önce analitik parçalara ayrılması ve sonra da bu parçaların doğal sentezinin yapılmasından ibarettir. Bu hesap sırasında bilgisayar, istenen detayı verir. Model hazırlanır; giriş için düşünülen data üretilir; sistemin işleyişi model aracı ile tespit edilir ve sistem davranışını belirlemek amacı ile çizelgeler tutulur. Simülasyonun en kuvvetli yönü değişik şartlar altında sistemin işleyişinin tespiti olduğu için, sadece verilen formülasyon ile değil, muhtelif formülasyonlara çalışarak bir düzene ulaşılabilir. İstatistiksel hatalar dolayısıyla bu düzenin optimal olup olmadığı tartışılabilir ama model tasarımı yeterli ise en azından optimalliğe yaklaşılmış olur. Görüldüğü gibi simülasyon, bir sistemin modeli üzerinde deneyler yapılabilmesini sağlayan bir yöntemdir. Deneylerin reel sistem üzerinde gerçekleştirilmesinin yaratacağı mahsurlar açıktır. Ayrıca simüle edilen deneylerin, normal istatistiksel deneylerden pek farkı yoktur. Bu nedenden dolayı, sağlam bir probabiliteler esasına oturtulmalarında fayda vardır. Bu deneylerin sayısal bilgisayarlarla yürütülmesinin yegane nedeninin yapılması gereken büyük miktardaki hesaplamalar olduğunu belirtmek gerekir. (II, sh: 487,488)

I.2.5 ŞEBEKE ANALİZLERİ

Son 10-15 yıldan buyana projelerin planlanması, yürütülmesi ve kontrolü şebeke analizleri ile yapılmaktadır

İkinci bölümde ayrı bir konu olarak ele alıp inncelenen Şebeke Analizleri proje planlama ve kontrol teknikleri içinde en çok kullanılan yöntemlerdir. Bu bölümde bu konuya ayrıca değinilmeyerek sadece yöntemlerinin isimleri verilecektir. Dört bölümde incelediğimiz şebeke analizlerinin en önemli bölümü olan PERT , CPM modeli tezimizde kullanılan planlama tekniğidir.

Şebeke analizleri şu yöntemleri içerir:

- I - Maksimal Akış Problemi
- 2-- Minimal Yayılım Problemi
- 3 - En Kısa Yol Problemi
- 4 - PERT - CPM Modeli

B Ö L Ü M 2

PROJE PLANLAMA VE KONTROLDE ŞEBEKE ANALİZLERİ



2-I TANITIM

Şebeke analizi, son yıllarda taşıt sistemleri, sibernetik, kontrol, bilgi akımı gibi sahalarda da tatbik edilmeye başlanan bir yöntemdir.

Bu yöntem ile çözümlenmeye çalışılan sorunlardan biri, tek bir başlangıç noktasından kaynaklanıp tek bir bitiş noktasına taşınan kitlenen maksimum akımını temin edebilmektir. Özellikle dağıtım sistemlerinde ortaya çıkan diğer bir uygulama alanı bir şebekedeki en kısa güzergâhın tayini problemidir.

Diğer bir problem, belirli bir alan dahilindeki yayılmayı birbirine bağlanacak noktalar arasındaki toplam mesafenin en kısa yolunu bularak temin edebilme sorunudur. AR - GE projelerin planlama ve kontrolünde ise PERT-CPM modelleri kullanılır.

2-2 MAKSİMAL AKIŞ PROBLEMİ

Tek bir başlangıç noktası ile tek bir bitiş noktası olan bir şebekeyi ve bu şebekedeki noktalar arasında akım korunurluğu (bir noktaya olan akımı, o noktadan çıkan akıma) eşit) olduğunu kabul edelim. "i" noktasından "j" noktasına olan akım kapasitesi g_{ij} ile gösterilsin. Maksimal akış problemi başlangıç ile bitiş noktaları arasındaki en çok, düzenli akış seviyesinin bulunmasıdır.

Maksimal akış, bir L.P. olarak da formüle edilebilir.

L.P. modeli şöyledir:

Birincisi başlangıç, ikincisi ise bitiş olan N adet noktanın varlığını kabul edelim. Her (i,j) bağlantısı için $X_{i,j}$, 0 bağlantıdaki akımı gösterebilir. Her bağlantının akım kapasitesi ile ilgili kısıtlayıcı şartlar:

$$0 \leq X_{ij} \leq C_{ij}$$

olarak verilir. Akım korunurluğu,

$$\sum_i X_{ik} - \sum_j X_{kj} = 0 \quad k=2,3,\dots,N-1$$

ile gösterilir.

$$F = \sum_k X_{ik} = \sum_k X_{kN}$$

deşitliği, bütün bağlantılardaki akım korunurluğunu muhafaza ederek gösterilebilir. Bunlardan herhangi biri, amaç fonksiyonu olarak kabul edilebilir. İlk fonksiyon amaç fonksiyonu olarak seçildiğinde

$$F = \sum_k X_{ik}$$

fonksiyonunun, akım kapasitesi ve akım korunurluğu kısıtlayıcı şartları altındaki maksimum değerinin bulunması şeklinde bir L.P. modeli ortaya koyulabilir.

Maksimal Akış Modeli'nin özeti şu şekilde açıklanabilir :

1 - Başlangıçtan bitişe giden pozitif akış kapasiteli bir yol bulunur. Eğer böyle bir yol bulunamıyorsa, bu andaki net akış optimaldir

2 - Bu yolda bulunan bağlantılar arasında en küçük akış kapasiteli olanı (bu kapasite 'c' ile gösterilecektir) bulunup, yoldaki akım, 'c' miktar kadar arttırılır.

3 - Yolda bulunan her bağlantıdaki akım kapasitesi, 'c' kadar arttırılır. İlk basamağa dönülür.

Düzen optimalliği ya bağlantılara tahsis edilen akış miktarlarının toplanması veya ilk verilen akış miktarlarının kalan akış miktarlarıyla karşılaştırılmalarıyla test edilir. Büyük şebekelerde, bakiye pozitif bir akış kapasitesi bulabilmek çok zordur. Bu işlem şu şekilde kolaylaştırılabilir. Önce, başlangıç noktasından itibaren pozitif kapasiteli tek bir bağlantı ile ulaşılabilecek bütün noktalar tespit edilir. Ulaşılan her bir noktadan sonra, yine pozitif kapasiteli tek bir bağlantı ile bu noktadan başlayarak gidilebilecek diğer noktalar tespit edilir. Bu yöntemin gerektiği kadar tekrar edilmesi ile pozitif bir akışla ulaşılabilecek noktaların oluşturduğu bir ağaç şeması ortaya çıkar. Böylece, şayet mevcutsa, pozitif bir yayılım bulunur. (II, sh:36I-366)

2 - 3 MİNİMAL YAYILIM PROBLEMİ

Minumum yayılım problemi en kısa yol probleminin bir varyasyonudur. Modelde noktalar ve noktalar arası mesafeler verilmiştir. Yalnız noktalar arasındaki kesin bağlantılar bilinmemektedir. Burada, hem noktalar arasında tam bir bağlantıyı sağlayacak hem de toplam bağlantıyı enaz düzeyde gerçekleştirecek bir durum geliştirilmektedir.

Bu algoritma, sevkiyat yollarının tespitinde, dağıtım ve iletim sorunlarının çözümünde ve kominikasyon alanında sık sık kullanılmaktadır. Herhangi bir nokta, başlangıç olarak seçilebilir. İlk basamakta, diğer basamaklarda alınacak kararlara olacak etkisi hiç düşünülmeden, başlangıç noktasına en yakın diğer bir nokta seçilir. İkinci basamakta, bu iki noktanın birine en yakın diğer bir nokta seçilir ve seçilen bu nokta şebekeye ilave edilir. Bütün noktalar tamamlanıncaya kadar bu işlem tekrar edilir.

I- Herhangi bir nokta gelişigüzel seçilir ve en yakın noktaya bağlanır.

II- Bağlanan noktalara en yakın başka bir nokta seçilir ve bu nokta şebekeye ilave edilir. (II, sh: 385)

2 - 4 EN KISA YOL PROBLEMİ

Bir serimdeki bağlantı kollarının uzunluklarının verilmesi şartı ile, en kısa yol algoritması başlangıç ile bitiş arasındaki en kısa güzergâhın tayininde kullanılır. Bu amaçla hazırlanmış daha başka modeller olmakla birlikte anlatılacak olanı, bunlar arasında en basitlerinden biridir. Yöntemin esasını, kaynaktan başlayarak kademeli olarak en kısa mesafelerin tespit edilmesi işlemi meydana getirir.

Yöntemdeki belirli bir n ($n = 1, 2 \dots$) sayısı için bulunan noktanın başlangıç noktasına ne kadar yakın olduğunun bilindiği kabul edilsin. Bu n adet basamağın ($n-1$) sayısına orijinal noktalar, diğerlerine yeni veya ilave noktalar adı verilir. Bu bilgi kullanılarak, belirli bir etapta başlangıç noktasına en kısa mesafenin bulunmasını temin edebilmek için, orijinal noktalara ilave edilecek noktanın halen mevcut güzergâha en kısa bağlantıyı sağlaması gerekir. " n " adet orijinal noktaya yapılacak ilaveyi bulabilmek için, her orijinal nokta ile yapılan ilavenin meydana çıkarttığı yeni güzergah uzunluğunun ve geri noktadan bir sonraki noktaya olabilecek uzunluğun bilinmesi gerekir. Yeni nokta, en kısa mesafeyi temin eden noktadır. Bu prosedür, bitiş noktasına ulaşılan kadar tekrarlanır.

2 - 5 PERT - CPM MODELİ

Proje yönetimi, projelerin planlanması, programlanması, ve kontrolü için iki analitik tekniğin gelişmesi ile yeni bir boyut kazanmıştır. Bu teknikler Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method) (CPM) ve Proje Değerleme ve Gözden Geçirme Tekniği'dir (Project Evaluation and Review Technique) (PERT). Her iki teknik de hemen hemen aynı tarihlerde (1956-1958) farklı iki araştırma grubu tarafından geliştirilmiştir. CPM, E.I. du Pont de Nemours Company tarafından inşaat projelerine bir uygulama olarak geliştirilmiş ve daha sonra Mauchly şirketi tarafından çok geliştirilmiş bir duruma getirilmiştir. Diğer taraftan PERT, Polaris denizaltı güdümlü füze programı için araştırma ve geliştirme faaliyetlerini programlamak amacıyla A.B.D Deniz Kuvvetleri tarafından geliştirilmiştir.

PERT ve CPM, projeler için zamana göre programı belirlemeye öncülük eden zaman esaslı yöntemlerdir. Her iki yöntem bağımsız olarak geliştirilmelerine rağmen birbirinin aynıdır. En önemli farkları farklı faaliyet sürelerinin tahmininde bulunmaktadır; PERT'te faaliyetlerin süreleri probabilistik olarak tanımlandığı halde CPM'de deterministik varsayılmıştır. Günümüzde PERT ve CPM gerçekten bir tekne olarak birleştirilmiştir; istenilirse farkları orijinleri esas alarak belirlenmelidir. Örneğin, PERT olay analizlerine, CPM faaliyet analizlerine yönelik geliştirilmiştir.

PERT-CPM orijinal uygulamalarını izleyerek bugüne kadar çok sayıda örnekler geliştirilmiştir. Uygulama örneklerinden bazıları şunlardır: Bina, yol, köprü, baraj inşaatı, yeni mamul planlama, ve pazarlama, petrol rafineri ve benzer tesislerin bakımı, bilgisayar sistemlerinin yerleştirilmesi, gemi inşa ve tamir programlanması, büyük generatörlerin montaj ve imalatı, muhasebe kayıtlarının yıl sonu kapanışı, araştırma-geliştirme yatırımlarının planlanması... Genel olarak PERT ve CPM aralarında öncelik ilişkisi bulunan faaliyetlere planlama, programlama ve kontrol amacıyla uygulanabilir.

CPM-PERT ile proje programlama üç aşamadan oluşur:

1- PLANLAMA

2- PROGRAMLAMA

3- KONTROL

PLANLAMA aşaması, projeyi ayrı faaliyetlere başlar. Daha sonra faaliyetlerin süreleri tahmin edilir ve şebeke (network) veya (arrow) diyagramı herbiri ayrı faaliyetleri temsil eden oklarla kurulur. Çizilen şebeke diyagramı, projenin faaliyetleri arasında ilişkileri temsil eden bir çizelgedir. Planlama aşaması olarak şebeke diyagramının kurulması farklı işleri ayrıntıları ile inceleme avantajı sağlar. ve proje uygulamaya koyulmadan önce önerilen geliştirmeleri yapma olanağı verir. Çok daha önemli olan yönü, proje için programı geyiştirmede kullanılmasıdır.

PROGRAMLAMA aşamasının en son amacı, herbir faaliyet için başlama ve bitiş zamanını gösteren bir zaman diyagramı hazırlamaktır; bu diyagram belirlenen faaliyetlerin projenin diğer faaliyetlerle ilişkisini de gösterir. Ayrıca program proje zamanında tamamlanırsa özen gerektiren zaman açısından kritik faaliyetleri göstermelidir. Program kritik olmayan faaliyetler için geciktirildikleri zaman veya sınırlı kaynaklar etkin bir şekilde kullanıldığı zaman kullanılması avantajlı olan gecikme miktarı veya serbestlik süresini göstermelidir.

KONTROL aşaması, düzenli aralıklarla proje için ilerleme raporlarını düzenleme amacına yöneliktir ve bu amaçla şebeke diyagramı ile zaman diyagramı kullanılır. Kontrol aşaması ile proje güncelleştirilir, analiz edilir ve gerekirse projenin kalan bölümleri için seçenekler belirlenir. (I, sh: 183 - 185)

B Ö L Ü M 3

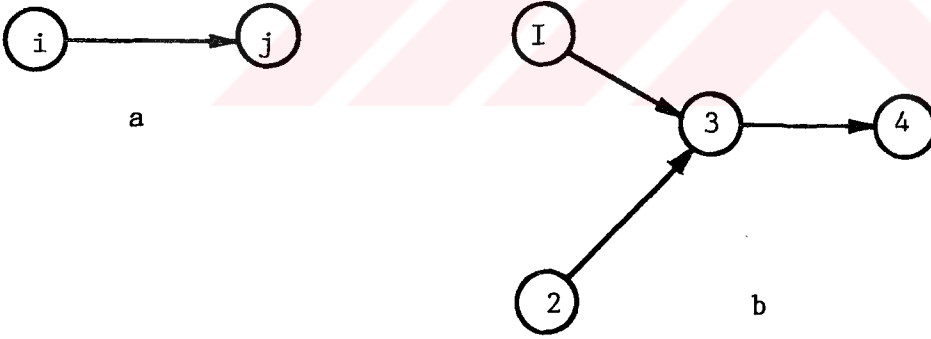
PERT / CPM ANALİZLERİ



3.I KAVRAMLAR

Proje programlamada ilk adım, projenin faaliyetleri arasında öncelik ilişkileri ve bağımlılıkları temsil eden şebeke diyagramının kurulmasıdır. Bir ok, projede ilerleme yönünü gösterir ve bir faaliyeti tanımlamak için kullanılır. Faaliyetler arasındaki öncelik ilişkisi, olay kavramı kullanılarak belirlenir. Olay, bazı faaliyetlerin tamamlanması ve yeni faaliyetlerin başlamasını belirleyen zaman içinde bir noktayı (anı) temsil eder. Dolayısıyla belirli bir olayla orijinlenen faaliyetler, aynı olayda tamamlanan faaliyetler son bulmadan önce başlayamaz. Şebeke teorisinde her bir faaliyet yönlü bir okla, her bir olay bir düğümle gösterilir. Okun uzunluğu faaliyetin süresi ile orantılı olmak zorunluğu veya bir doğru olarak çizilme zorunluğu yoktur.

Şekil I (a)'da orijin olay (i) ve terminal olay (j) ile gösterilerek (i,j) faaliyetinin tipik temsiline örnek gösterilmiştir.



Şekil I

Şekil I (b)'de verilen örnekte (3,4) faaliyeti başlamadan önce (I,2) ve (2,3) faaliyetleri tamamlanmalıdır. Örnekten de anlaşılacağı gibi her bir faaliyette ilerleme yönü, faaliyetin başlama olay numarası bitme olay numarası ile mukayese edilerek başlama olayına daha küçük numara verilerek belirlenir. Bu numaralama veya kodlama sistemi hesaplama için kolaylık sağlar.

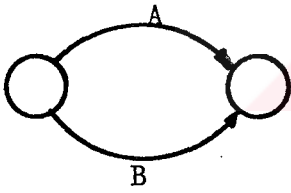
Şebeke diyagramını hazırlamak için önemle uyulması gereken kurallar aşağıda verilmiştir.

1 - HER BİR FAALİYET ŞEBEKEDA YALNIZ BİR OKLA GÖSTERİLMELİDİR.

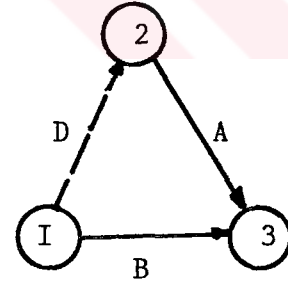
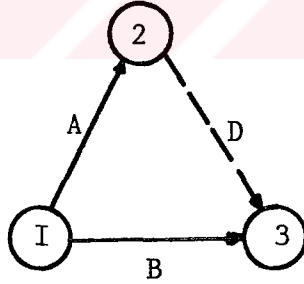
Bu kuraldan, tek bir faaliyet şebekede iki kez gösterilmez anlamı çıkar. Bir faaliyetin parçalara ayrılması hali kural dışıdır ve bu halde her bir faaliyet parçası ayrı bir okla gösterilebilir.

2 - BAŞLAMA DÜĞÜMÜ AYNI İKİ FAALİYET AYNI BİTME OLAYI İLE GÖSTERİLEMEZ.

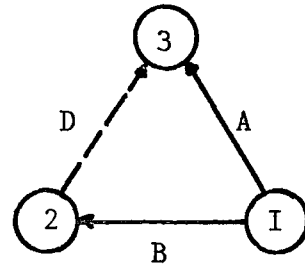
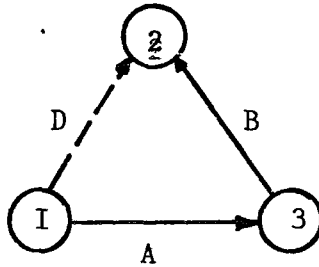
Böyle bir durum iki veya daha fazla faaliyetin birbirine paralel olarak gerçekleşmesi halinde doğabilir. Bu hale örnek olarak A ve B faaliyetlerinin aynı bitme olayına sahip olduğu şekil 2 (a)'da verilmiştir. Düzeltme işleri A ve bitme olaylarından biri arasına veya B ve bitme olaylarından biri arasına bir boş faaliyet konularak yapılır, şekil 2 (b)'de. D boş faaliyetini kullanmanın sonucu olarak A ve B faaliyetleri tek bitme olayı ile gösterilebilmektedir. Boş faaliyetlerin (dummy activity) zaman ve kaynak tüketimi gerektirmediğine dikkat edilmelidir.



a

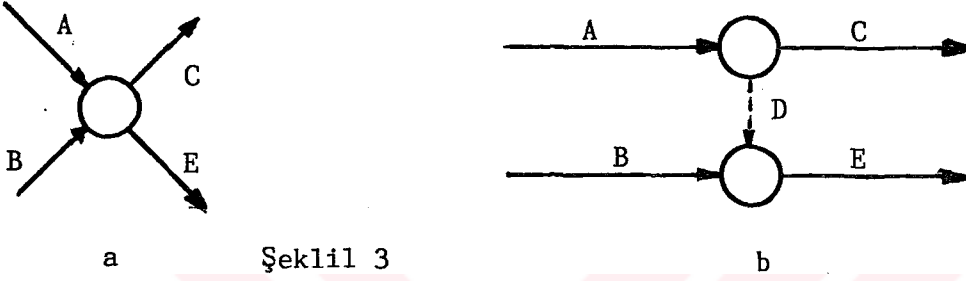


b



Şekil 2

Boş faaliyetler, şebeke diyagramına lojik ilişkileri yansıtmak için de faydalıdır. Örneğin bir projede A ve B işleri C'den önce yapılmalıdır. Diğer taraftan E işi yalnız B işini izleyen iştir. Bu bilgilere göre yanlış bir gösterim şekli şekil 3 (a)'da verilmiştir; zira A,B ve C arasındaki ilişki doğrudur, diyagramdan E,A ve B'nin her ikisini de izleyen faaliyettir gibi verilere göre yanlış bir ilişki çıkmaktadır. Boş faaliyet D kullanılarak doğru ilişki şekil 3 (b)'de gösterilmiştir



Şekil 3

3 - ŞEBEKE DİYAGRAMINDA ÖNCELİK İLİŞKİLERİN DOĞRULUĞUNDAN EMİN OLMAK İÇİN ŞEBEKEYE YENİ FAALİYETLER EKLENDİKÇE AŞAĞIDAKİ SORULARA YANIT VERİLMELİDİR.

- a- Bu faaliyet başlamadan önce hangi faaliyet tamamlanmalıdır?
- b - Bu faaliyeti hangi faaliyetler izlemelidir?
- c - Bu faaliyetle hangi faaliyetler paralel yürütülmelidir?

Verilen kurallar açıklayıcı özellik taşır. Gerçekten şebeke geliştirmede ilerleme olarak öncelik ilişkileri kontrol edilmelidir.

Şebeke kurmada MODER ve PHILLIPS aşağıdaki kurallara uyulmasını öngörmüşlerdir:

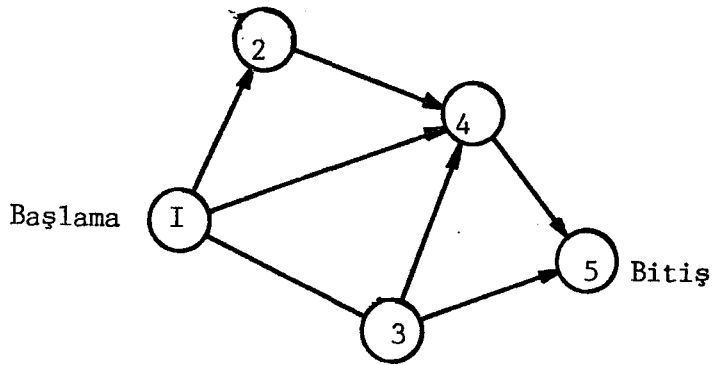
1. Bir faaliyet, kendisinden önceki faaliyetler bitmeden başlayamaz.
2. Bir okun uzunluk ve yönünün önemi yoktur,oklar yalnız öncelikleri belirtir.
3. İki olay en fazla bir faaliyet ile direkt olarak bağlanabilir.
4. Her olayın bir numarası olmalıdır.
5. Bir şebekede yalnız bir başlama olayı ve yalnız bir bitme olayı bulunmalıdır. (I,sh:I85,I87)

3.2 MODEL KURMA

PERT - CPM uygulaması sonunda her bir faaliyetin başlama ve tamamlama tarihlerini veren bir program elde edilmelidir. Şebeke diyagramı bu amacı başarmak için ilk adımdır. Farklı faaliyetlerin birbirini etkilemesi nedeniyle başlama ve bitiş zamanlarının belirlenmesi özel hesaplar gerektirir. Bu hesaplar şebeke diyagramı üzerinde basit aritmetiklerle yapılabilir. Daha sonra hesap sonuçlarına göre faaliyetler KRİTİK ve KRİTİK OLMAYAN olmak üzere ikiye ayrılır. Bir faaliyetin başlama tarihinde bir gecikme tüm projenin tamamlanma tarihinde bir gecikmeye sebep olursa o faaliyetin KRİTİK FAALİYET olduğu söylenir. Diğer taraftan KRİTİK OLMAYAN FAALİYET için projede hesaplanan en erken başlama ve en geç bitiş tarihleri arasındaki zaman, faaliyetin gerçek süresinden daha büyüktür. Bu halde kritik olmayan bir faaliyet, GECİKME (slack) veya SERBESTLİK (float) süresine sahiptir. (I,sh:I87,I88)

3.2.I. CPM - PERT Problemlerinin Doğrusal Programlama Modelleri

Bir projede kritik yolun belirlenmesi, proje şebeke diyagramı üzerinde en uzun yolun belirlenmesi ile eş anlamlıdır. Şebeke üzerinde kritik yolu belirlemek için Doğrusal Programlama ile formüle etmek için şekil 4'ü alalım. $j = 1, 2, \dots, 5$ değerlerini alarak; olayın vuku bulma anı t_j olsun. (i, j) faaliyetinin süresi D_{ij} olmak üzere amaç, her bir faaliyetin en erken başlama zamanını (E_{si}) belirlemektir. Bu işe, uygun sınır koşulları altında 5 olayı için en küçük vuku bulma zamanını belirlemekle eş anlamdadır.



Şekil 4

Bu durumda problemin D.P. modeli aşağıdaki gibi yazılır:

$$\text{Min.}Z = t_5$$

Sınır koşulları:

$$t_2 - t_1 \geq D_{12}$$

$$t_3 - t_1 \geq D_{13}$$

$$t_4 - t_1 \geq D_{14}$$

$$t_4 - t_2 \geq D_{24}$$

$$t_4 - t_3 \geq D_{34}$$

$$t_5 - t_3 \geq D_{35}$$

$$t_5 - t_4 \geq D_{45}$$

t_1 değeri sıfır olarak seçilebilir. Verilen D.P. modeli t_j değişkenlerinin negatif olamayacağını garanti etmektedir ve $t_j \geq 0$ sınır koşulunu yazmak gerekmez.

Yukarıdaki D.P. modelinde faaliyet sayısı kadar sınır koşulu bulunmaktadır. Genel olarak, N olaylı bir şebeke için D.P. modeli aşağıdaki gibi yazılır.

$$\text{Min.}Z = t_N$$

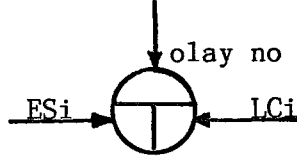
$$t_i - t_j \geq D_{ij} \quad (i < j)$$

Kritik yol programlamada D.P. ile çözülebilen diğer bir problem, proje süresinin bir fonksiyonu olarak minimum (doğrudan) maliyetli programın belirlenmesidir. (I,sh: 2I7,2I8)

3.3 ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

3.3.1 KRİTİK YOLUN BELİRLENMESİ

Kritik yol, şebeke diyagramının başlama ve bitiş (terminal) olaylarını birleştiren faaliyetler zinciri olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle kritik yol, projenin tüm kritik faaliyetlerini belirler.



şekil 5

Kritik yol hesapları iki aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşama İLERİYE DOĞRU hesap olarak adlandırılır; hesaplar İLK olaydan başlar ve SON olaya doğru devam eder. Her bir olayda (düğüm noktasında) olayın en erken gerçekleşme zamanını belirleyen bir sayı hesaplanır. Bu sayılar şekil 5'te gösterilen dairenin sol alt bölümünde gösterilir. İkinci aşama GERİYE DOĞRU HESAP olarak adlandırılır; hesaba SON olaydan başlanır ve İLK olaya doğru devam edilir. Şekil 5'te dairenin sağ alt bölümünde gösterilir ve her bir olay için en son gerçekleşme zamanını belirtir. Bundan sonraki bölümde bu hesaplar açıklanmıştır.

3.3.1.1 İLERİYE DOĞRU HESAP

ES_j , i olayı ile başlayan tüm faaliyetlerin EN ERKEN BAŞLAMA anı (earliest start) olsun, dolayısı ile ES_j , i olayının en erken gerçekleşme zamanını temsil eder. $i=1$ ilk olayı göstermek üzere kritik yol hesaplarında alışıldık gelen yol $ES_1=0$ almaktır. (i,j) faaliyetinin süresi D olmak üzere ileriye doğru hesapla tüm (i,j) faaliyetleri için en erken başlama zamanı

$$ES_i = \max(ES_i + D_{ij})$$

formülü ile bulunur. Formülden anlaşılacağı üzere j olayının ES_j değerlerini hesaplamak için önce (i,j) faaliyetlerinin başında bulunan i olayının ES_i değeri hesaplanmalıdır. Verilen yöntem son olaya kadar uygulanır.

3.3.1.2. GERİYE DOĞRU HESAP

Geriye doğru hesap, SON olaydan başlanır ve İLK olaya doğru devam edilerek yapılır. Bu aşamanın amacı, i olayına gelen tüm faaliyetler için EN GEÇ BİTİŞ anını, LC_j (latest completion) hesaplamaktır. Geriye doğru hesapta $i=n$ son olay ise, $LC_n = ES_n$ alınır. Genel olarak herhangi bir i olayı LC_j değerinin hesabı, tüm (i,j) faaliyetleri için;

$$LC_i = \min(LC_i - D_{ij}) \quad \text{formülü ile yapılır.}$$

3.3.1.3 KRİTİK YOLUN BELİRLENMESİ

Kritik yol faaliyetleri, ileriye ve geriye doğru hesap sonuçları kullanılarak belirlenir. (i,j) faaliyeti aşağıda verilen üç bağıntıyı sağlarsa, (i,j) faaliyeti kritik yol üzerindedir denir;

$$a - ES_i = LC_i$$

$$b - ES_j = LC_j$$

$$c - ES_i = ES_j = LC_j - LC_i = D_{ij}$$

Bu koşullar, faaliyetin en erken başlama (bitiş) ve en geç başlama (bitiş) anları arasında serbest sürenin bulunmadığını gösterir. Serbestlik süresi sıfır olan faaliyet geciktirilemeyeceği için (i,j) faaliyeti kritiktir.

Kritik yol, İLK olaydan SON olaya kadar şebekeyi kontrol eden İLİŞKİLİ faaliyetler birbiri oluşturmaktadır.

3.3.2 FAALİYET SERBESTLİK SÜRELERİNİN BELİRLENMESİ

Kritik yolun belirlenmesinden sonra kritik olmayan faaliyetlerin serbest süreleri hesaplanmalıdır. Kritik bir faaliyetin sıfır serbest süreli olduğu açıktır. Gerçekten bu husus faaliyetin kritik olma özelliğinin temel nedenidir.

Serbest sürenin nasıl belirleneceğine geçmeden önce her bir faaliyet için iki yeni zaman tanımına ihtiyaç vardır. Bu zamanlar EN GEÇ BAŞLAMA (LS) ve EN ERKEN BİTİRME (ES) zamanlarıdır. (i,j) faaliyeti için

$$LS_{ij} = LC_j - D_{ij}$$

$$ES_{ij} = ES_i + D_{ij}$$

bağıntıları yazılır.

İki önemli serbestlik tipi vardır; TOPLAM SERBEST SÜRE (TF) (total float) ve SERBEST SÜRE (FF) (free float). (i,j) faaliyetinin toplam serbestliği TF_{ij} , faaliyeti gerçeklemek için maksimum zaman ($=LC_j - ES_i$) ile faaliyetin süresi ($=D_{ij}$) arasındaki farktır; bu ise

$$TF_{ij} = LC_j - ES_i - D_{ij} = LC_j - ES_{ij} \\ = LS_{ij} - ES_i$$

olarak yazılır.

SERBEST SÜRE, bütün faaliyetlerin mümkün olduğukadar erken boşaltılma varsayımına göre tanımlanır. (i,j) faaliyeti için FF_{ij} , mevcut zaman ($= - ES_i$) ile faaliyet süresinin ($=D_{ij}$) farklıdır. Bu ise

$$FF_{i,j} = ES_i - ES_i - D_{ij}$$

olarak yazılır

Serbest süre, toplam süreden küçük veya toplam süreye eşit olabilir. Bir faaliyetin serbest süresi, yalnız o faaliyeti ilgilendirir. 0 halde bir faaliyetin serbest süresi diğer bir faaliyete aktarılamaz. Serbest süre bu nedenle zaman diyagramının kurulmasında nadiren kullanılır. Serbest süre, proje programlama maliyet hesaplarında ve kaynak dengeleme hesaplarında kullanılır.

Herhangi bir faaliyetin en geç başlama zamanına göre programlanması halinde, faaliyet en erken bitiş zamanında tamamlanabilir. Bu halde BAĞIMSIZ SERBEST SÜRE (IF) tanımı yapılır ve

$$IF_{ij} = ES_j - LC_i - D_{ij}$$

bağıntısı ile tanımlanır. Bağımsız serbest süre, faaliyetin kendisini ilgilendirir. IF, pozitif, sıfır ve negatif olabilir. (I, sh:188,195)

3.3.2 ZAMAN DİYAGRAMI

Şebeke hesaplarının en son aşaması zaman diyagramının kurulmasıdır. Zaman diyagramı, takvim zamanına kolayca dönüştürülebilir.

Zaman diyagramı, mevcut kaynakların sınır koşullarına göre yapılmalıdır. Bazı durumlarda kaynakların sınırlı olması nedeniyle faaliyetleri gerçekleştirme mümkün olmayabilir. Burada kritik olmayan faaliyetlerin serbest sürelerinden faydalanılır. ES ve LC sınırları arasında kritik olmayan faaliyetler geriye ve ileriye kaydırılarak maksimum kaynak gereksinmesi ayarlanabilir. Kaynaklar sınırlı olmasa bile tüm proje süresine göre kaynakları seviyelemek için serbest süreleri kullanmak genel bir uygulamadır.

Zaman diyagramını kurmak için ilk adım, kritik faaliyetlerin programlanmasıdır. Daha sonra kritik olmayan faaliyetler ES ve LC zaman sınırları diyagramda gösterilir. Kaynaklar etkin bir faktör değilse kritik olmayan faaliyetler mümkün olduğu kadar en erken zamana programlanır. Bu ise kritik olmayan faaliyetlerin istemiyerek geciktirilmesi halinde serbestliği kullanma avantajı sağlar. (I, sh: 197,198)

3.4 KAYNAK DENGELEME

Her işletmede yöneticinin belirli bir sürede gerçekleştirmek istediği yatırım projelerine ayıracağı üretim faktörleri "kaynaklar" sınırlıdır.

Bu süre içerisinde sermaye, makina, iş gücü v.s. şeklinde ortaya çıkan faktörlerinde normal şartlar altında değişme söz konusu değildir. Yani belirli bir (t) anında işletmenin sahip olduğu kaynaklar (K) sabittir.

$K \geq 0$ şeklinde gösterebileceğimiz bu kaynakları belirli bir zamanda gerçekleştirilmesi düşünülen bir veya çok sayıda proje arasında yahut bir projede yer alan işlemler arasında en rasyonel şekilde dağıtmak, proje maliyetlerinin minimizasyonunu sağlamak için gereklidir.

İyi bir kaynak dağıtım planı yapabilmek için proje planlanırken kullanılacak kaynakların da ayrı ayrı planları yapılmalıdır. Bu planlara göre kaynak dağıtım analizi başlıca iki şekilde yapılır.

I - Projeye ayrılan kaynak miktarı sabittir. Bu sabit kaynakların işlemler arasında rasyonel dağıtım yapılarak projenin en kısa sürede tamamlanmasına çalışılır. Burada problem mevcut işlemler arasında optimum kaynak dağıtımını sağlayan proje zamanını bulmaktır.

2- Projenin tamamlanma süresi sabittir. Yani projenin belirli bir sürede tamamlanması istenmektedir. Bu durumda kaynak dağıtım problemi işlemlerin ve dolayısıyla tüm projenin istenilen zamanda tamamlanabilmesi için yeterli miktarda kaynak temininden ibarettir.

3.4.I. Kaynak Dengelemenin Amacı

Bir projede yer alan işlemlerin her birinin teker teker tamamlanması için bir takım üretim faktörlerinin bu işlemlere tahsis edilmesi gerekir. Bu faktörlerden bir kısmı o işlemin direkt maliyet unsurlarını teşkil ederler. Diğer bir kısım kaynaklar ise projenin tamamlanması için dolaylı olarak ilgilidir. Daha önce belirtildiği gibi $K(t \geq 0)$ şeklinde ifade edilen kaynakların bir kaynak imkanları eğrisi "Resource Availability Curve" oluşturduğu düşünülürse, denilebilir ki kaynak dağıtım analizinin amacı kaynak imkanları eğrisi ile işlem kaynak ihtiyaçları eğrisinin zaman içersinde birbirlerine uygunluğunu sağlamaktır. Diğer bir deyişle sınırlı kaynakların projede yer alan işlemler arasında en iyi fiziki dağıtımın sağlanmasıdır.

3.4.2. İşlem Kaynak İlişkileri

Kaynak planlaması yapılırken kaynakların özellikleri ve temin ediliş şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Stok kontrolunda olduğu gibi kaynak dağıtımında da sisteme sokulan her yeni değişken yeni bir kaynak dağıtım modeli kurulmasını gerektirir. Kaynaklar projede yer alan işlemler arasında 3 işçi 4 usta, 5 buldozer v.s. şeklinde dağıtılabileceği gibi nakdi değerleri esas alınarak da dağıtılabılır. Ayrıca kaynakların devamlılığı, sürekli olarak temini veya belirli aralıklarla temini, kaynaklar arasında değişebilirlik, bir defa kullanılmakla ortadan kalkan veya sürekli olarak kullanılabilen kaynaklar için ayrı kaynak dağıtım modelleri kurulmalıdır. Bunun yanında tek bir işlem için kullanılabilen kaynaklar, birden çok işlem için kullanılabilen kaynaklar olması halinde kaynak planlaması yine ayrı bir model kurulmasını ve çözümünü gerektirir.

Kaynak analizinde kaynakların özellikleri ile ilgili olarak ortaya çıkabilen yukarıdaki durumların dışında projede yer alan işlemlerin özellikleri nedeniyle de önemli problemlerle karşılaşılır. Şöyleki projede yer alan bazı işlemler bölünebilir. Yörünge ağında birden fazla alt işlem kısımlarına ayrılabilir. Bazı işlemler kendilerine ayrılan süre içersinde boş sürelerden yararlanılarak başlatılabilirler. Bazı işlemler ise bir defa başlatıldıktan sonra kesintisiz olarak devam ederler. Kaynak ve işlemlerin bu özellikleri nedeni ile tek bir kaynak dağıtım modeli geliştirmek mümkün değildir. (V, sh: 83)

3.4.3. Tek Cins Kaynak Dağıtımı

Projede yer alan işlemlerde tek bir kaynak kullanılması halinde kaynak kullanılması halinde kaynak dağıtımı problemi çok kolaydır. Eğer projede kullanılan tek kaynak hammadde, malzeme v.s. gibi bir defa kullanılabilen cinsten ise kaynak dağıtım problemi bu kaynağı, işleme başlama anında hazır bulundurmaktan ibarettir. Eğer kaynak her istenilen anda tedarik edilemiyorsa o zaman stoklama problemi ortaya çıkar.Yani kaynak projenin başlangıç anında gerekli miktarlarda satın alınarak depo edilir ve gerektiği zaman kullanılır. Tek kaynak iş gücü, makina v.s. gibi birden fazla işlemde kullanılabilen cinsten ise problem o zaman daha değişiktir.Çünkü burada önemli olan nokta projeyi tamamlamaya yetecek minimum miktarda kaynak bulmaktır. Bu arada kullanılan kaynak miktarı arttıkça proje maliyeti de artar. Diğer taraftan projenin devamı süresince bir miktar makina, iş gücü boş kalabilir. Yani atıl kapasite meydana gelir.Bu nedenle devamlı kullanılabilen proje kaynaklarının dağıtımı ayrı bir özellik arz eder.(V,sh:84)

3.4.4. Kaynak Dengelemenin Değerlendirilmesi Ve Sonuç

Kaynak dağıtımı ve proje maliyeti proje yönetiminin birbirlerini çok yakından ilgilendiren iç içe girmiş iki konusunu teşkil eder. Her işlemin normal ve yoğun çalışma ile bitirilmesi mümkün olduğu için kaynak dağıtımı da buna paralel olarak değişebilen esnek planları gerektirir. Ayrıca işlemlere başlama ve bitirme sürelerindeki gecikmeler, işlemlerin tamamlanma sürelerinde yapılan tahminlerdeki yanlışlıklar kaynak dağıtımını da doğrudan doğruya ilgilendirir. İyi bir kaynak dağıtım planı için yönetici nasıl zaman planlanmasında proje zamanını tahmin ederken olası risklere karşı kritik yolun gösterdiği zamanın ötesinde bir zamanı amaç edinir ve böylece kritik işlemlere de boş zaman kazandırarak planlarda esneklik sağlarsa aynı şey kaynak dağıtım planı için de söz konusu olmalıdır. Yani proje yöneticisi olası risklere karşı kaynaklarında minimum bir emniyet payını hazır bulundurmalıdır. Ancak bu konu kendisi ile birlikte çok önemli problemleri de beraberinde getirir. Çünkü hazır bulundurulupta kullanılmayan kaynakların işletmeye yüklediği masraflar vardır. Proje yöneticisi bu nedenle hazır bulundurduğu kaynakların maliyeti ile projenin kaynaklarda emniyet payı bulundurmaması nedeni ile geç tamamlanmasından doğabilecek zararları minimum seviyeye indirebilecek bir kaynak dağıtım planını esas almalıdır. Şebeke analizi ile proje planlama yöntemlerinde bu konu bugüne kadar derinliğine araştırılmış değildir.(V,sh:83)

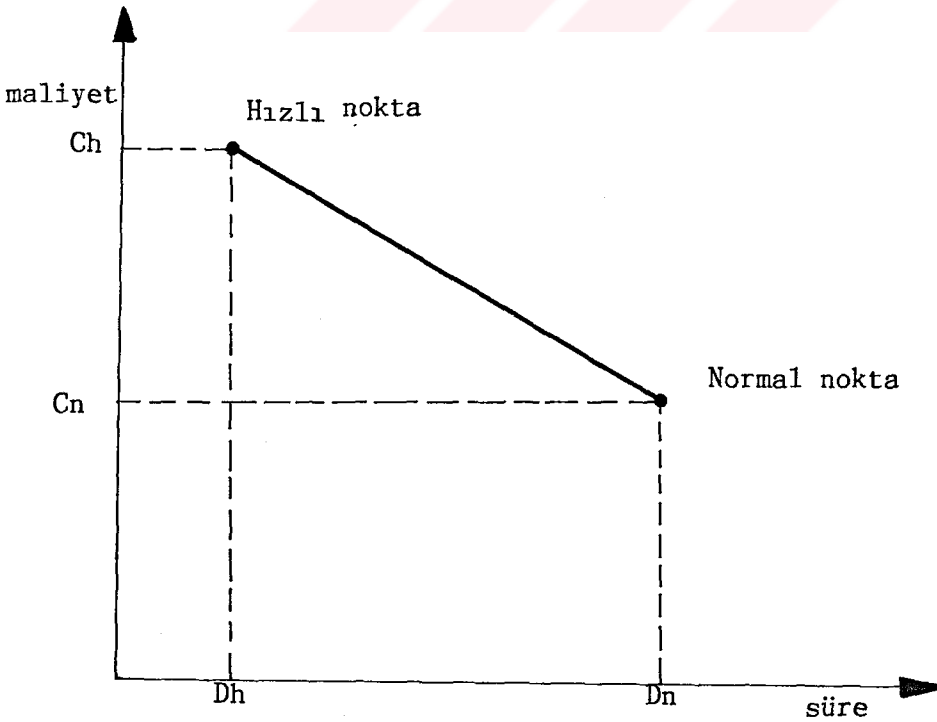
Kaynak dengeleme problemine matematik karmaşıklığı nedeniyle optimum çözümü sağlayan bir teknik henüz geliştirilememiştir. (I, sh: 20I)

Proje tamamlanma süresi çoğunlukla işletmenin kapasitesini ve kaynaklarını istediği kadar genişletmeyeceği kısa bir dönemi kapsar.Mevcut kaynaklarla proje süresince olası kaynak ihtiyaçları talebinin uygunluğunu sağlayamayacak bir kaynak dağıtım planı kesinlikle başarısızlığa uğrar. Projede kaynak dağıtım planlaması ve kontrolü bir çok özellikleri dolayısıyla işletmelerde stok kontroluna benzer. Burada da ana hedef projede yer alan işlemlerin talep ettiği kaynak miktarını optimum seviyede tutmaktır. Gerektiğinden fazla kaynak kullanılması örneğin işçi sayısınınher gün ihtiyaç duyulacak miktardan fazla tutulması, makinaların boş kalması v.s. proje maliyetini arttırır. Stok kontrolunda olduğu gibi kaynak planlamasında da sisteme sokulan her yeni değişken ayrı bir model kurulmasını ve çözümünü gerektirir. Bu nedenle bir tek kaynak dağıtım modeli düşünülerek planlama yapılmamalıdır. Örneğin kaynağın sürekli temin edilmesi varsayımı altında yapılan kaynak dağıtım planlaması ile kaynağın aralıklarla temini veya artan, azalan miktarlarda temini esas alınarak yapılan kaynak dağıtım planları farklı olacaktır. Bu nedenle proje yöneticisi olası alternatifleri göz önünde bulundurarak kaynak dağıtım planlarını gerekli esnekliği sağlayacak şekilde hazırlamalıdır.

Çoklu proje planlaması " Multi- Project PLaning " kaynak dağıtım planlarına esneklik kazandıran bir alternatif olarak düşünülebilir. Ancak şurasını önemle belirtelim ki kaynak dengeleme ancak gerçeklere uygun olarak hazırlanmış ve esneklik kazandırılmış zaman planlarına bağlıdır. (V, sh: I30,I3I)

3.5 - MALİYET ANALİZLERİ

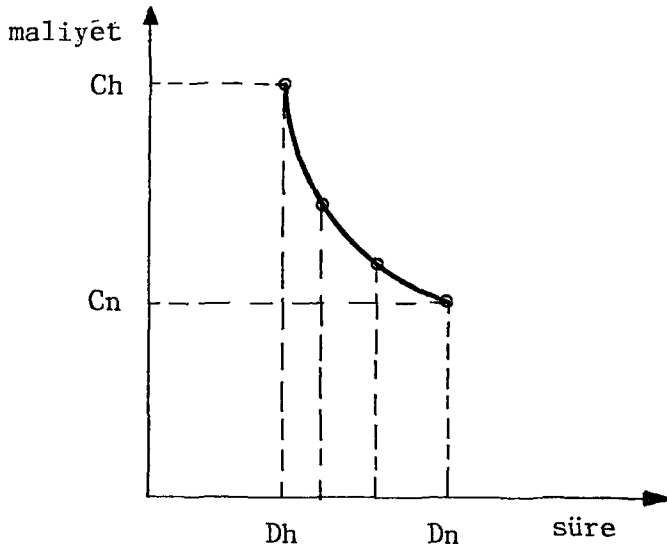
Proje programlamada maliyet, projede bulunan her bir faaliyetin maliyet süre tanımıyla belirlenir. Burada maliyet sözü, yalnız doğrudan direkt maliyet elemanlarını içerir. Dolayısıyla idari veya danışmanlık maliyetleri gibi endirekt maliyetler göz önüne alınmaz; ama dolaylı maliyetlerin projeye etkisi son analizlerde düşünülür, şekil I'de pek çok projede kullanılan tipik bir doğrusal maliyet süre ilişkisi belirtilmektedir. Faaliyetin normal koşullarda gerçekleşmesi halinde süre ve maliyeti (D_n, C_n) noktası ile gösterilir. Faaliyet normal süresi D_n , faaliyete tahsis edilen kaynakları arttırarak sıkıştırılabilir (veya azaltılabilir) ve böylece doğrudan maliyetler artar. Ama faaliyet süresini sonsuz azaltma sözkonusu değildir ve süreyi indirgemede bir sınır (limit) vardır. Bu limite hızlı süre adı verilir. Hızlı süre noktasında kaynaklarda herhangi bir artış, faaliyet süre ve maliyetini arttırır. Hızlı nokta şekil I'de (D_h, C_h) ile belirtilmektedir.



Şekil I

Doğrusal maliyet - süre ilişkisi kolaylık için kullanılır, zira her bir faaliyet için yalnız normal ve hızlı noktaya ait bilgiler ile doğrusal maliyet-süre ilişkisi belirlenebilir. Doğrusal olmayan (nonlinear) maliyet-süre fonksiyonu hesaplarda güçlük çıkartmaktadır ve bu nedenle inceleme dışında bırakılır. Bu konuda şekil 2'de görüldüğü gibi doğrusal olmayan ilişkiye parça-parça doğrusal eğri ile bir yaklaşım yapıldığı haller vardır. O halde parça-parça doğrusal eğri yaklaşımı ile faaliyet, doğru parçalarının her birine karşılık olmak üzere çok sayıda alt faaliyetlere ayrılabilir. Normal noktadan hızlı noktaya hareket edildiği zaman doğru parçalarının eğimlerinin artmakta olduğuna dikkat edilmelidir. Bu koşul sağlanamazsa, orijinal faaliyet belirtildiği gibi daha küçük (alt) ayrılamaz.

Tüm faaliyetler için maliyet-süre ilişkileri belirlendikten sonra proje süresini kısaltmak amacıyla şu yöntem uygulanır. Tüm proje faaliyetlerinin normal sürelerine göre kritik yol hesaplanır ve projenin doğrudan (direkt) maliyeti kaydedilir. Daha sonra proje süresini indirgeme düşünülür. Yalnız kritik bir faaliyetin süresi indirgenebildiği zaman proje süresi indirgenebileceği için kritik faaliyetlere dikkat edilir. Mümkün olan en düşük maliyetle proje süresinde bir indirgeme sağlamak için, en küçük maliyet-süre eğimli kritik faaliyet mümkün olduğu kadar sıkıştırılmalıdır, yani faaliyet hızlandırılmalıdır.

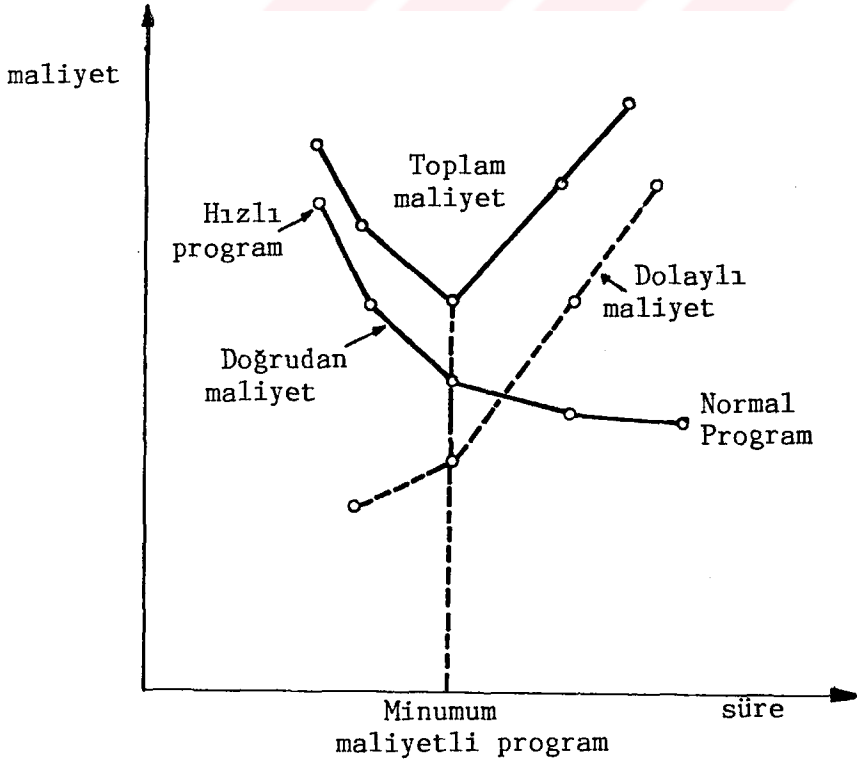


Şekil 2

Bir faaliyeti sıkıştırma(veya hızlandırma)miktarı,hızlı zamanı ile sınırlanmaktadır. Bu sınıra hızlı-limit denir. Sıkıştırma miktarını kesin olarak belirlemeden önce ayrıca dikkate alınması gereken limitler vardır.

Seçilen bir faaliyet uygun bir şekilde sıkıştırılırsa, sıkıştırma sonucu belki de yeni bir kritik faaliyetle yeni bir program elde edilir. Yeni programın maliyeti bir önceki program maliyetinden daha büyük olmak zorundadır. Hızlandırılmış kritik faaliyetler arasında en küçük eğimli faaliyet seçilerek yeni program sıkıştırılmalıdır. Tüm kritik faaliyetler hızlı sürelerine erişinceye kadar açıklanan yöntem tekrarlanır.Bu hesaplar sonucunda farklı programların maliyetleri ve maliyet-süre eğrisi elde edilir.Tipik bir eğri şekil 3'te dolu çizgilerle verilmiştir ve daha önce belirtildiği üzere bu eğri yalnız doğrudan maliyet eğrisidir.

Lojik olarak, proje süresinin arttığı kadar dolaylı (endirekt) maliyetler de arttığı varsayılmaktadır. Dolaylı maliyet eğrisi şekil 3'te kesikli çizgilerle belirtilmiştir. Doğrudan ve dolaylı maliyetlerin toplamı,projenin toplam maliyetini verir. Optimum program, minimum maliyete karşılık olmalıdır. (I, sh: 206-209)



Şekil 3

B Ö L Ü M 4

UYGULAMA



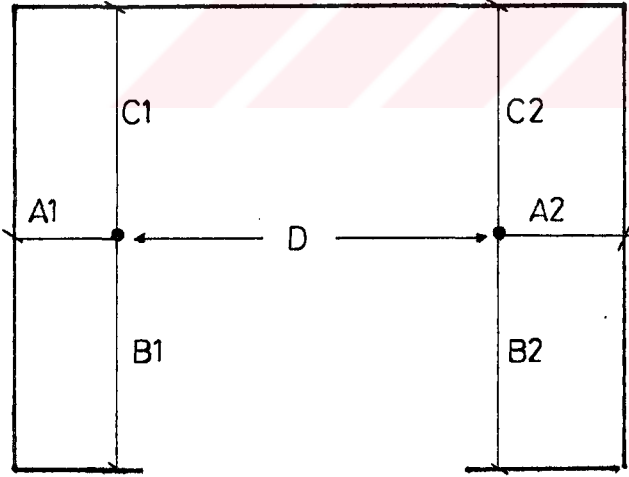
.I SİSTEMİN TANIMI

.I.I KESİN RÖLÖVAJ

sansörün monte edileceği kuyunun net ölçülerinin çıkarılmasıdır. urada, kuyu duvarlarının dalgalanmalarındaki ender yerleri saptamak ve kuyu en ve derinliğinin bu noktalara göre belirlenmesi sastır.

unun için, asansör kuyusunun son katından yada hazır ise makina abliyesi delikleriinden iki adet misina(şakül) kuyu dibine kadar allandırılır. Rölevajda en hassas işlem misinaların boşlukta oğrultularını bozmadan durdurulmalarıdır.

şagıda şekilde gösterildiği gibi iki misina arası olan "D" mesafe- i kuyu boyunca sabittir. Değişkenlik A_1 , B_1 , C_1 , A_2 , B_2 , C_2 noktasındadır urada her kattan alınan A,B,C ölçüleriyle en küçük A,B,C değerleri elirlenir.



uyu Eni: $A_1 + D + A_2$ min.
min.

uyu Derinliği: B_1 min. + C_1 min. = KD_1
: B_2 min. + C_2 min. = KD_2

olarak bulunur. Kuyu derinliği olarak KD_1 ve KD_2 değerlerinin küçük olanı seçilir.

I.2 PROJELERİN HAZIRLANMASI

Montaja Ait Çalışmalar:

İnşaat firmasına kuyuda yapılması gereken çalışmaların bildirilmesi:

- Kuyu içi iskele planı
- Kuyu içi aydınlatma tesisat planı
- Makina tabliye ve makina dairesi planı
- Montaj planının hazırlanması

İmalata Ait Çalışmalar:

Ankastre elemanlarının şekil, boyut ve sayılarının belirlenerek, çizimlerinin çizilmesi ve imalat emrinin verilmesi

Kat kapılarının;

- a) Boyut
- b) Sayı
- c) Menteşe
- d) Kaplama

Özelliklerinin sözleşme esas alınarak belirlenmesi ve imalat emrinin verilmesi

Hazırlanan montaj planına uygun olarak süspansiyon imalat emrinin verilmesi

Sözleşme esas alınarak kabin özelliklerinin belirlenmesi ve montaj planına uygun kabin planının çıkarılması ve imalat emrinin verilmesi

Kullanılacak kumanda sisteminin malzeme seçimi ve montaj emrinin verilmesi

Kullanılacak butonyerlerin resimlerinin çizilerek siparişinin verilmesi

Kullanılacak kabin ve karşıağırlık raylarının boyut hesaplarının yapılması ve siparişlerinin verilmesi

Seçimi yapılan makina-motor grubu ve elemanlarının siparişlerinin verilmesi

9- Tesisat malzemesinin miktarlarının hesabının yapılması ve siparişinin verilmesi

10- Diğer malzemelerinin (yardımcı malzemeler) siparişlerinin verilmesi

4.I.3 MONTAJ

Montajın ilk aşaması ray,kapı,makinanın montajıdır. Montajın başlayabilmesi için kuşuda montaj öncesi yapılması gereken ve inşaat firmasından istenen çalışmaların yapılmış olması gerekir.

Montajın ilk aşaması şu işlemlerden oluşur:

- 1- Montaj planı esas alınarak gerekli şeküllerin atılması
- 2- Atılan şekillere uygun olarak ve montaj planında belirtilen sayıdaki ankastre elemanlarından kabin raylarına ait olanlarının yerlerinin belirlenmesi
- 3- Belirlenen bu yerlere ait olmak üzere, deliklerin delinmesi yada kırılarak açılması
- 4- Açılan bu deliklere ankastre elemanlarının monte edilmesi
- 5- Kabin raylarının mastarlar yardımı ile doğruluklarının kontrol edilerek montajının yapılması
- 6- Aynı işlemlerin karşıağırlık rayları için tekrarlanarak karşı-ağırlık raylarının montajının yapılması
- 7- Montajı tamamlanan kabin raylarına ce montaj planına uygun olarak durak kapılarına ait şeküllerin atılarak , bu şeküllere göre durak kapılarının montajının yapılması
- 8- Kapıların montajı tamamlandıktan sonra inşaat firmasından kapı kenarlarının sıvalarının yapılması istenir.Bu arada montaj sürecinin aksamaması için kapı sıvaları yapılırken montör makina dairesinde makina betonunun dökülerek makinanın montajı ve diğer yardımcı malzemenin motajını yapar.Aksi halde montaja sıvaların yapılmasına kadar ara verilir.

Makina-motor grubunun yerleştirilmesinden sonra montajın ikinci aşamasına geçilir.Bu süreç aşağıdaki faaliyetleri içerir:

- 1- Tesisatın çekilmesi
- 2- Kuyu iskelesinin sökölmesi
- 3- Karşıağırlıkların dizilmesi ve süspansiyonların kurulması
- 4- Kabinin kurulması
- 5- Yardımcı malzemenin montajı
- 6- Enerjinin verilerek son çalışmaların,ayarların ve temizlik işlemlerinin yapılması

Ayrıca asansör montajının yapıldığı bölgede asansör ruhsatı gerekli ise,ruhsat projesi çizilerek resmi makamlara fenni muayenesi yaptırılarak asansör mal sahibine teslim edilir. Teslimin ardından bakım sözleşmesi yapılarak asansörün periyodik bakımına başlanır.

4.2 SİSTEMİN MODELİ



<u>FAALİYET</u>	<u>İLİŞKİ</u>	<u>SÜRE (saat)</u>
Rölöve	0-I	2
Projelerin hazırlanması	I-2	I
Ankastre elemanlarının siparişi	2-3	2
Durak kapılarının imalat siparişi	2-4	2
Süspansiyon imalat siparişi	2-5	2
Kabin imalat siparişi	2-6	2
Kumanda sistemi imalat siparişi	2-7	0,5
Butonyerlerin siparişi	2-8	0,5
Ray ve elemanlarının siparişi	2-9	2
Makina-Motor ve elemanlarının siparişi	2-I0	3
Tesisat malzemesinin siparişi	2-II	2
Yardımcı elemanların siparişi	2-I2	2
Kuyu iskele ve diğer işlemlerin istemi	2-I3	2
Kabin ray deliklerinin açılması	I3-I4	I7
Kabin ray ankastre elemanlarının montajı	I4-I5	I3
Kabin raylarının montajı	I5-I6	9
K.A. raylarının deliklerinin açılması	I6-I7	8
K.A. ankastre elemanlarının montajı	I7-I8	I3
K.A. raylarının montajı	I8-I9	9
Durak kapılarının montajı	I9-20	II
Kapı kenarlarının masıvanması	20-24	I3
Makina beton kalıbının hazırlanması	20-22	6
Makina betonunun dökülmesi	22-23	6
Makina motorun montajı	23-24	3

<u>FAALİYET</u>	<u>İLİŞKİ</u>	<u>SÜRE(Saat)</u>
Tesisat borularının döşenmesi	24-25	9
Tesisat kablolarının kesimi ve işlenmesi	25-26	6
Kabin süspansiyonunun kurulması	26-27	6
K.A. süspansiyonunun kurulması ve K.A. dizilmesi	27-28	8
Kuyu dibi betonlarının dökülmesi	28-29	3
Taşıyıcı ve diğer halatların ölçülerinin alınması	28-30	1
Kopliverk ve regülatörün montajı	29-31	6
Kumanda tablosunun montajı ve güç tesisat sisteminin çekilmesi	31-32	8
Halatların şantiyeye teslimi	30-31	4
Halatların atılması	32-33	5
Kabinin kurulması	33-34	8
Fleksibl hortum ölçüsünün çıkarılması	34-35	1
Regülatör ve kopliverk halat ve zincirlerinin montajı	34-36	4
Fleksibl'in şantiyeye gelişi	35-36	4
Fleksibl tesisatın montajı	36-37	4
Yardımcı malzemenin şantiyeye gelişi	12-37	4
Pompa ve manyetiklerin bağlanması	37-38	2
Tesisat uçlarının bağlanması ve sisteme enerjinin verilmesi	38-39	12
Temizlik ve manyetik lamalarının montajı	39-40	8
Kabin aynası,kapı kolları,çerçeveler ve talimatnamelerin montajı	40-41	8

<u>FAALİYET</u>	<u>İLİŞKİ</u>	<u>SÜRE(saat)</u>
Çalışma deneylerinin yapılması ve teslim	4I-42	8
Ankastre elemanlarının imalatı ve şantiyeye teslimi	3-I4	30
Rayların şantiyeye teslimi	9-I5	4
Durak kapılarının imalatı ve şantiyeye teslimi	4-I9	80
Süspansiyonun imalatı ve şantiyeye teslimi	5-26	57
Makina-motor grubunun alımı ve şantiyeye teslimi	IO-20	7
Tesisat malzemesinin şantiyeye teslimi	II-24	6
Kumanda sisteminin imalatı ve şantiyeye teslimi	7-3I	32
Kabinin imalatı ve şantiyeye teslimi	6-33	80
Butonyerlerin alımı ve şantiyeye teslimi	8-38	83

4.3 SİSTEMİN ÇÖZÜMÜ



$$t_{ij} = \frac{\text{En iyimser süre} + 4(\text{En olası süre}) + \text{En kötümser süre}}{6}$$

$$t_{0I} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{0,I} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{I,2} = \frac{0,5 + 4(I) + I,5}{6} = I$$

$$t_{I,2} = I \text{ saat}$$

$$t_{2,3} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,3} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{2,4} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,4} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{2,5} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,5} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{2,6} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,6} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{2,7} = \frac{0,25 + 4(0,5) + 0,75}{6} = 0,5$$

$$t_{2,7} = 0,5 \text{ saat}$$

$$t_{2,8} = \frac{0,25 + 4(0,5) + 0,75}{6} = 0,5$$

$$t_{2,8} = 0,5 \text{ saat}$$

$$t_{2,9} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,9} = \text{saat}$$

$$t_{2,I0} = \frac{2 + 4(3) + 4}{6} = 3$$

$$t_{2,I0} = 3 \text{ saat}$$

$$t_{2,II} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,II} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{2,I2} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,I2} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{2,I3} = \frac{I + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{2,I3} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{I3,I4} = \frac{I2 + 4(I6) + 24}{6} = I7$$

$$t_{I3,I4} = I7 \text{ saat}$$

$$t_{I4,I5} = \frac{I0 + 4(I2) + I6}{6} = I3$$

$$t_{I4,I5} = I3 \text{ saat}$$

$$t_{I5,I6} = \frac{6 + 4(8) + I2}{6} = 9$$

$$t_{I5,I6} = 9 \text{ saat}$$

$$t_{I6,I7} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{I6,I7} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{I7,I8} = \frac{I0 + 4(I2) + I6}{6} = I3$$

$$t_{I7,I8} = I3 \text{ saat}$$

$$t_{I8,I9} = \frac{6 + 4(8) + I2}{6} = 9$$

$$t_{I8,I9} = 9 \text{ saat}$$

$$t_{I9,20} = \frac{8 + 4(I0,5) + I6}{6} = II$$

$$t_{I9,20} = II \text{ saat}$$

$$t_{20,24} = \frac{I0 + 4(I27) + I6}{6} = I3$$

$$t_{20,24} = I3 \text{ saat}$$

$$t_{20,22} = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6$$

$$t_{20,22} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{22,23} = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 6$$

$$t_{22,23} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{23,24} = \frac{2 + 4(3) + 4}{6} = 3$$

$$t_{23,24} = 3 \text{ saat}$$

$$t_{24,25} = \frac{6 + 4(8) + I2}{6} = 9$$

$$t_{24,25} = 9 \text{ saat}$$

$$t_{25,26} = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6$$

$$t_{25,26} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{26,27} = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6$$

$$t_{26,27} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{27,28} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{27,28} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{28,29} = \frac{2 + 4(3) + 4}{6} = 3$$

$$t_{28,29} = 3 \text{ saat}$$

$$t_{29,30} = \frac{0,5 + 4(I) + I,5}{6} = I$$

$$t_{29,30} = I \text{ saat}$$

$$t_{29,3I} = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{29,3I} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{3I,32} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{3I,32} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{30,3I} = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_{30,3I} = 4 \text{ saat}$$

$$t_{32,33} = \frac{3 + 4(5) + 7}{6} = 5$$

$$t_{32,33} = 5 \text{ saat}$$

$$t_{33,34} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{33,34} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{34,35} = \frac{0,25 + 4(I) + I,5}{6} = I$$

$$t_{34,35} = I \text{ saat}$$

$$t_{34,36} = \frac{2 + 4(6) + 6}{6} = 4$$

$$t_{34,36} = 4 \text{ saat}$$

$$t_{35,36} = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_{35,36} = 4 \text{ saat}$$

$$t_{36,37} = \frac{3 + 4(4) + 5}{6} = 4$$

$$t_{36,37} = 4 \text{ saat}$$

$$t_{I2,37} = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_{I2,37} = 4 \text{ saat}$$

$$t_{37,38} = \frac{1 + 4(2) + 3}{6} = 2$$

$$t_{37,38} = 2 \text{ saat}$$

$$t_{38,39} = \frac{8 + 4(I2) + I6}{6} = I2$$

$$t_{38,39} = I2 \text{ saat}$$

$$t_{39,40} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{39,40} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{40,4I} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{40,4I} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{4I,42} = \frac{6 + 4(8) + I0}{6} = 8$$

$$t_{4I,42} = 8 \text{ saat}$$

$$t_{3,I4} = \frac{I4 + 4(28) + 56}{6} = 30$$

$$t_{3,I4} = 30 \text{ saat}$$

$$t_{9,I5} = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_{9,I5} = 4 \text{ saat}$$

$$t_{4,I9} = \frac{64 + 4(80) + 96}{6} = 80$$

$$t_{4,I9} = 80 \text{ saat}$$

$$t_{5,26} = \frac{40 + 4(56) + 80}{6} = 57$$

$$t_{5,26} = 57 \text{ saat}$$

$$t_{I0,20} = \frac{6 + 4(7) + 9}{6} = 7$$

$$t_{I0,20} = 7 \text{ saat}$$

$$t_{II,24} = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6$$

$$t_{II,24} = 6 \text{ saat}$$

$$t_{7,3I} = \frac{24 + 4(32) + 40}{6} = 32$$

$$t_{7,3I} = 32 \text{ saat}$$

$$t_{6,33} = \frac{64 + 4(80) + 96}{6} = 80$$

$$t_{6,33} = 80 \text{ saat}$$

$$t_{8,38} = \frac{56 + 4(80) + I20}{6} = 83$$

$$t_{8,38} = 83 \text{ saat}$$

KOD	FAALİYET i,j	SÜRE Di,j	EN ERKEN		EN GEÇ		TOPLAM SERBEST	
			BAŞLAMA	BİTİRME	BAŞLAMA	BİTİRME	SÜRE	SÜRE
			Es i,j	Ec i,j	Ls i,j	Lc i,j	Tfi,j	Tfi,j
I	0,I	2	0	2	0	2	0	0
2	I,2	I	2	3	2	3	0	0
3	2,3	2	3	5	3	5	0	0
4	2,4	2	3	5	3	5	0	0
5	2,5	2	3	5	3	5	0	0
6	2,6	2	3	5	3	5	0	0
7	2,7	0,5	3	3,5	3	3,5	0	0
8	2,8	0,5	3	3,5	3	3,5	0	0
9	2,9	2	3	5	3	5	0	0
I0	2,I0	3	3	6	3	6	0	0
II	2,II	2	3	5	3	5	0	0
I2	2,I2	2	3	5	3	5	0	0
I3	2,I3	2	3	5	3	5	0	0
I4	I3,I4	I7	5	22	I8	35	I3	I3
I5	I4,I5	I3	35	48	35	48	0	0
I6	I5,I6	9	48	57	48	57	0	0
I7	I6,I7	8	57	65	57	65	0	0
I8	I7,I8	I3	65	78	65	78	0	0
I9	I8,I9	9	78	87	78	87	0	0
20	I9,20	II	87	98	87	98	0	0
2I	20,24	I3	98	III	I00	II3	2	2
22	20,22	6	98	I04	98	I04	0	0
23	22,23	6	I04	II0	I04	II0	0	0
24	23,24	3	II0	II3	II0	II3	0	0
25	24,25	9	II3	I22	II3	I22	0	0

KOD	FAALİYET	SÜRE	EN ERKEN		EN GEÇ		T.SERBEST	SERBEST
			BAŞLAMA	BİTİRME	BAŞLAMA	BİTİRME	SÜRE	SÜRE
			Es i,j	Ec i,j	Ls i,j	Lc i,j	Tf i,j	Tf i,j
26	25,26	6	I28	I28	I22	I28	0	0
27	26,27	6	I28	I34	I28	I34	0	0
28	27,28	8	I34	I42	I34	I42	0	0
29	28,29	3	I42	I48	I42	I45	0	0
30	28,30	1	I42	I43	I42	I43	0	0
31	29,31	6	I45	I51	I45	I51	0	0
32	31,32	8	I51	I59	I51	I59	0	0
33	30,32	4	I43	I47	⁴⁷ I55	¹⁵¹ I59	I2 ⁴	I2 ⁴
34	32,33	5	I59	I64	I59	I64	0	0
35	33,34	8	I64	I72	I64	I72	0	0
36	34,35	1	I72	I73	I72	I73	0	0
37	34,36	4	I72	I76	I73	I77	I	I
38	35,36	4	I73	I77	I73	I77	0	0
39	36,37	4	I77	I81	I77	I81	0	0
40	I2,37	4	5	9	I77	I81	I72	I72
41	37,38	2	I81	I83	I81	I83	0	0
42	38,39	12	I83	I95	I83	I95	0	0
43	39,40	8	I95	203	I95	203	0	0
44	40,41	8	203	211	203	211	0	0
45	41,42	8	211	219	211	219	0	0
46	3,I4	30	5	35	5	35	0	0
47	9,I5	4	5	9	44	48	39	39
48	4,I9	80	5	85	7	87	2	2
49	5.26	57	5	62	71	I28	66	66
50	10,20	7	6	I3	91	98	85	85

<u>KOD</u>	<u>FAALİYET</u>	<u>SÜRE</u>	<u>EN ERKEN</u> <u>BAŞLAMA</u>	<u>BİTİRME</u>	<u>EN GEÇ</u> <u>BAŞLAMA</u>	<u>BİTİRME</u>	<u>T.SER.</u>	<u>SER.</u>
	i,j	$D_{i,j}$	$E_{s_{i,j}}$	$E_{c_{i,j}}$	$L_{s_{i,j}}$	$L_{c_{i,j}}$	$T_{f_{i,j}}$	$T_{f_{i,j}}$
51	II,24	6	5	II	I07	II3	I02	I02
52	7,3I	32	3,5	35,5	II9	I5I	II5,5	II5,5
53	6,33	80	5	85	84	I64	79	79
54	8,38	83	3,5	86,5	I00	I83	96,5	96,5

GEREKLİ EMEK SAYISI

<u>KOD</u>	<u>İDARECİ</u>	<u>MÜHENDİS</u>	<u>MONTÖR</u>	<u>YARDIMCI</u>	<u>USTA</u>	<u>ŞOFÖR</u>	<u>RESSAM</u>
I	-	I	-	I	-	-	-
2	-	I	-	-	-	-	I
3	I	I	-	-	-	-	-
4	I	I	-	-	-	-	-
5	I	I	-	-	-	-	-
6	I	I	-	-	-	-	-
7	I	I	-	-	-	-	-
8	I	I	-	-	-	-	-
9	I	I	-	-	-	-	-
10	I	I	-	-	-	-	-
11	I	I	-	-	-	-	-
12	I	I	-	-	-	-	-
13	-	I	-	-	-	-	-
14	-	-	I	I	-	-	-
15	-	-	I	I	-	-	-
16	-	-	I	I	-	-	-
17	-	-	I	I	-	-	-
18	-	-	I	I	-	-	-
19	-	-	I	I	-	-	-
20	-	-	I	I	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	I	I	-	-	-
23	-	-	I	I	-	-	-
24	-	-	I	I	-	-	-

GEREKLİ EMEK SAYISI

<u>DD</u>	<u>İDARECİ</u>	<u>MÜHENDİS</u>	<u>MONTÖR</u>	<u>YARDIMCI</u>	<u>USTA</u>	<u>ŞOFÖR</u>	<u>RESSAM</u>
5	-	-	I	I	-	-	-
6	-	-	I	I	-	-	-
7	-	-	I	I	-	-	-
8	-	-	I	I	-	-	-
9	-	-	I	I	-	-	-
10	-	-	I	I	-	-	-
11	-	-	I	I	-	-	-
12	-	-	I	I	-	-	-
13	-	-	-	I	-	I	-
14	-	-	I	I	-	-	-
15	-	-	I	I	-	-	-
16	-	-	I	I	-	-	-
17	-	-	I	I	-	-	-
18	-	-	-	I	-	I	-
19	-	-	I	I	-	-	-
20	-	-	-	I	-	I	-
21	-	-	I	I	-	-	-
22	-	I	I	I	-	-	-
23	-	I	I	I	-	-	-
24	-	-	I	I	-	-	-

GEREKLİ EMEK SAYISI

<u>İDARECİ</u>	<u>MÜHENDİS</u>	<u>MONTÖR</u>	<u>YARDIMCI</u>	<u>USTA</u>	<u>ŞOFÖR</u>	<u>RESSAM</u>	<u>TEKNİSYEN</u>
-	I	I	I	-	-	-	
-	-	-	-	I	I	-	
-	-	-	I	-	I	-	
-	-	-	2	I	I	-	
-	-	-	I	I	I	-	
-	-	-	I	-	I	-	
-	-	-	I	-	I	-	
-	-	-	-	-	I	-	I
-	I	-	2	2	I	-	
-	-	-	-	-	I	-	

K O DG E R E K L İ M A L Z E M E

- I5 28 Adet 50x5 Lama kenet, ort.boyları:50 cm.
- I6 45 mt. 70x70x9 T Ray
2 Ad. Ray askı başlığı ve civataları
8 Ad. 70x70x9 Ray flanş ve civataları
56Ad. Ray tırnak ve civataları
- I8 28Ad. 40x40 Köşebent ort. boyları:30 cm.
- I9 45mt. 50x50x5 T Ray
8 Ad. 50x50x5 Ray flanş ve civataları
56Ad. Ray tırnak ve civataları
- 20 6 Ad. Durak kapı ve elemanları
- 22 I Ad. Komple makina-motor ve elemanları
- 25 60mt. Tesisat kanalı ve elemanları
I500mt.I Ø Tesisat kablosu ve diğer tesisat malz.
I00mt. 6 Ø/Tesisat kablosu ve elemanları
600mt I Ø Çokdamarlı tesisat kablosu ve elemanları
- 27 I Takım kabin süspansiyonu
- 28 I Takım k.a süspansiyonu ve k.a. malzemeleri
- 3I Kat seçici sistemi ve hız düzengeç sistemi
- 33 I20 mt. IO Ø Taşıyıcı halat ve bağlantı elemanları
- 35 I Ad. Komple kabin
- 36 I8 mt. Flexıbl kablo ve bağlantı elemanları
- 32 I Ad. kumanda sistemi
- 37 70 mt. 6 Ø halat ve bağlantı elemanları
- 40 I AD. lirpomp, manyetik ve lamaları,telefon,gong gerekli switch anahtarlar ve diğerleri.
- 54 Kasetler

<u>K O D</u>	<u>GEREKLİ MALZEMENİN MALİYETİ</u>	
15	100,000	T.L
16	2,000,000	"
18	50,000	"
19	1,000,000	"
20	3,000,000	"
22	5,000,000	"
25	1,000,000	"
27	750,000	"
28	500,000	"
31	500,000	"
33	200,000	"
35	1,500,000	"
36	200,000	"
32	1,000,000	"
37	150,000	"
40	1,550,000	"
54	500,000	"

İş gücü maliyeti olarak montaj işçiliği göz önüne alınmış ve montajın götüre usulünde bir montör ekibine verildiği kabul edilerek örneğimizde ele alınan işin 4,000,000 T,L'sına yaptırılacağı öngörülmüştür.Ödemelerin;
Ray - Kapı montajı tamamlandığında % 40 = 1,600,000 T.L
Makina - Motor " " % 20 = 800,000 "
Kabin " " % 25 = 1,000,000 "
Sistemin çalıştırılmasında % 15 = 600,000 "
şeklinde olacağı kabul edilmiş, KAYNAK DİYAGRAMLARI bu verilere göre hazırlanmıştır.

Seçilen asansör tesisinin özellikleri şu şekildedir:

CİNSİ : Şahıs Asansörü
TAŞIMA KAPASİTESİ : 400 kg.
HIZI : 1 / 0.20 m/s
KAPI TİPİ : Yarım Otomatik
KUMANDA ŞEKLİ : Simpleks
DURAK SAYISI : 6
KAPI KAPLAMALARI : Eloksalli Alüminyum
KABİN KAPLAMASI : Eloksallı Alüminyum

Özellikleri yukarıda tanımlanmış olan asansör tesisine ait sözleşme bedelinin 38,000,000 T.L olduğu kabul edilmiştir. Ödemelerin;

Sözleşmenin aktinde %50 = 19,000,000 T.L

Ray,Kapı,Makine'nin şantiyeye tesliminde %20 = 7,600,000 "

Kabın'in şantiye'ye tesliminde %20 = 7,600,000 "

Sistemin tesliminde %10 = 3,800,000 "

olduğu kabul edilerek KAYNAK DİYAGRAMI'nda gösterilmiştir.

S O N U Ç V E D E Ğ E R L E N D İ R M E

Modelde görülebileceği üzere proje tamamlanma süresi 219 saat,diğer bir deyimle yaklaşık 28 işgünü bulunmuştur. Bulunan bu süre pratikte oldukça iyimser bir süredir. Gerçekte bu süre, hesaplanan sürenin iki katı civarında yada daha da üstünde olmaktadır.Montajı yapan montör ekibi firmanın kendi bünyesinde çalıştırdığı elemanlar değil de dışarıdan o iş için anlaşmaya varılmış serbest çalışan kişiler olduğunda pratik olarak işin daha çabuk yapıldığı bilinmektedir. Modelin özelliği gereği kritik faaliyetlerde iş gücünün etkinliği çok yüksektir. Montaj süresince yapılan işlemlerin bir iki istisna dışında tümü kritik faaliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle montör'ün iş verimindeki aksama proje tamamlanma süresini de uzatmaktadır. Bu gün büyük ölçekli asansör firmalarına bakacak olursak bünyelerinde birkaç montör ekibi dışında montör ekibi bulundurmamakta genelde işleri sözleşme usulü ile serbest çalışan kişilere yaptırmaktadırlar. Ancak serbest çalışan kişi zamana karşı çalıştığından projenin istenilen standartlara uygunluğunun kontrolünü da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle proje tamamlanma süresinin uzamasına dikkat eden proje yöneticisi aynı zamanda iş kalitesine de dikkat etmek zorundadır. Etkin bir kontrolün sürekli olmasının gerekliliğini buradan görebiliriz.

Proje süresinin uzamasına neden olan faktörlerden biri de asansörün tesis edildiği binanın inşaat durumudur. Modelde görülebileceği gibi, kapı koyma işleminin bitirilmesinden sonra tesisat işlemine geçilmesi gerekmektedir. Bunun için de kuyu kapı kenarlarının sıvanmasının bitmiş olması gerekir. Kapıkoyma işlemini bitiren montörün boş kalmaması için makina dairesinde makina - motor montajı işleminin alt işlemleriyle uğraşması, bu arada da kapı kenarlarının sıvalarının yapılması gerektiğini modelimizde gösterdik. Sıva işlemleri uzadığında veya bu arada yapılmadığında tesisat işlemine geçilemeyeceğinden proje tamamlanma süresi uzayacaktır. Pratikte sıvalar yapılan kadar montör ekibi bir başka projeye kaydırılmakta bu arada sıvaların akabinde yapıldığı bu iş te beklemektedir.Tesis edilen asansörü en erken kullanma zamanı bina inşaatının tümüyle bittiği zaman olduğu için yavaş ilerleyen işlerde inşaat açısından asansör tesisinin ne zaman biteceği sorun olmamakta ancak asansör firmasına tekrar ekip gönderme gibi maliyetlere neden olmaktadır.

Gerekli malzeme için yapılan kaynak dengeleme diyagramında görüleceği gibi malzeme naklinin dört aşamada yapılması optimaldir. Oysa pratikteki uygulamada bu durum geç tamamlama zamanı için malzeme akışı tipine benzemektedir. Bunun doğal sonucu da büyük zaman kaybı ve nakliye masraflarıdır.

Malzeme tedarikinde gerçekte çoklu proje durumu yaşandığı için her projeye göre değişen malzeme dışında malzemenin stok edilmesi söz konusudur. Yeterli miktarda stok bulunmaması doğrudan proje tamamlanma süresini etkilediği durumlar yaşanmaktadır. Her projeye göre değişen malzemelerde de siparişlerin proje yöneticisince bekletilmeden verilmesi gerekmektedir.

Kaynak dengeleme diyagramlarının üçüncüsü de iş gücü diyagramıdır. Proje süresince projeye ilgili kişilerin dökümü 'gerekli emek sayısı' cetvelinde verilmiştir. Proje süresince en etkin iş gücü olan montör modelde görülebileceği gibi kritik faaliyetlerde görevlidir ve proje süresince sayısı belli olup ayrıca bir dengeleme yapılması söz tonusu değildir. Ancak çoklu modellerde bu tür çalışma yapılabilir. Yine etkinliği yüksek ve kritik olmayan faaliyetlerde bulunan 'usta' sınıfındaki işgücünün dengelemesi burada yapılabilir ve diyagramda gösterilmiştir. Ustanın yapacağı işlemlerin erken başlama ve geç tamamlama zamanlarına göre çıkarılan diyagramlarda erken başlama zamanına göre dört, geç tamamlama zamanına göre de üç ustaya gereksinim olduğu, iki durum arasında işlemlerin bitirilme zamanının yarı yarıya olduğu görülmüştür. Bu nedenle ara bir optimal durum bulunmamıştır optimal durumun erken başlama zamanı modeli olduğu saptanmıştır. Çünkü, üç ustayla 172 saatte yapılan işlemler dört usta ile (erken başlama zamanına göre) 85 saatte tamamlana bilmektedir. Bunun anlamı, işlemlerin erken başlama zamanına göre yapıldığı durumda 172 saatte iki projenin işlemleri tamamlanabilir. Ayrıca bu durumda diyagramda görüleceği gibi, 62. ve 85. saatler arasında bir usta sayısı esneklik de bulunmaktadır.

Görülen odur ki ,bir an önce bitirilmesi planlanan ve daha çok grup inşaatlarının yapıldığı projelerde asansörlerin tesis edilme süresi de önem arz etmektedir . Bu gibi durumlarda çalışmamızdan çıkan sonuçların önemi büyük olmaktadır. Titizlikle kurulan ve etkin bir şekilde uygulanan bu şekildeki bir model proje yöneticilerimin işini oldukça kolaylaştıracaktır.

K A Y N A K Ç A

- I..... KANTİTATİF KARAR VERME TEKNİKLERİ
Doç.Dr.Müh. Osman HALAÇ
İst.Üniv. Yayın no : 3078 2.bs. cilt:I İST. 1983
- II..... HAREKAT ARAŞTIRMASI
Yük.Müh. Yaman KÖSEOĞLU
İ.D.M.M.A Makina Böl. Takım Tezg. ve İşlt.Kürsüsü Yay.
İST. 1979
- III..... Richard E. TRUEMAN
Quantitative Methods For Decision Making In Business
The Dryden Press NEWYORK- 1981
- IV..... MİLLİ PRODÜKTİVİTE YAYINLARI
No : 15 ANK. 1968
- V..... Doç.Dr. Ahmet ÖZEL
Proje Planlama ve Kontrol Yöntemleri
Atatürk Üniv. yay. Yay.no: 470
ERZURUM - 1984