

T.C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BİRDEN FAZLA İNŞAATTA İŞGÜCÜ
PLANLAMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Yöneten
Doç. Orhan YÜKSEL

Hazırlayan
İnş.Müh. Yıldız Eyeci

Eskişehir - 1985

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
GİRİŞ	vi
BÖLÜM 1: YATIRIMLARDA KAYNAK DengeLEMESİ	1
1.1. Literatür Araştırması	1
1.2. Kaynaklar, Kaynak Dengelemesinde Amaçlar ve Çözüm Teknikleri	3
1.2.1. Kaynaklar	3
1.2.2. Kaynak Dengelemesinde Amaçlar	5
1.2.2.1. Sürenin Sınırlı, Kaynağın Serbest Olması Durumu	5
1.2.2.2. Sürenin Serbest Kaynağın Kısıtlı Olması Durumu	9
1.2.2.3. Süre ve Kaynağın Serbest Olması Durumu	9
1.2.3. Çözüm Teknikleri	10
1.2.3.1. Analog Yöntemler	10
1.2.3.2. Analitik Yöntemler	12
1.2.3.3. Yaklaşık Yöntemler	15
1.3. Kaynak Dengelemesine Tezde Yapılan Yaklaşım	16
BÖLÜM 2: PROJELER İLE İLGİLİ BİLGİLER VE VARSAYIMLAR	18
2.1. Binalar Hakkında Genel Bilgiler	18
2.2. İşlemler Arası İlişki Düzeni, İşlem Ekip ve Kalıpla İlgili Varsayımlar	20
2.3. Metraj Tabloları	24
2.4. Metrajla İlgili Örnekler	31
2.5. Kullanılan Bilgisayar Programı ile İlgili Bilgiler	34
2.6. Modelin Kurulması, Problemin Çözülmesi ve Çıktıların Açıklanması	36
SONUÇ	40
YARARLANILAN KAYNAKLAR	84

Ö Z E T

BİR DEN FAZLA İNŞAATTA İŞGÜCÜ PLANLAMASI

Bu tezde kaynakların birbirinden bağımsız kullanıldığı birden fazla projede yalnızca işlemlerdeki toplam bollukların kullanılmasıyla işgücünün en uygun programlanması yapılmıştır. Projeler arasında işçi alışverişinin yapılmadığı varsayılarak, bu projelerde ortak olarak kullanılması düşünülen sosyal tesislerin boyutlarının en aza indirilmesi sağlanacak şekilde işler planlanmıştır. Böylece şantiye giderleri azalmıştır.

Bu planlamanın sonuçları rakamsal ve parasal olarak son bölümde değerlendirilmiştir.

A B S T R A C T
MANPOWER PLANNING IN MULTIPROJECT

In this thesis, only the scheduling of most suitable manpower by using the total floats in the activities of the multiproject in which the resources have been independently allocated, has been realized. By assuming the presence of worker exchange between the projects, the works have been planned in a manner to ensure the reduction of social establishments which are considered for common use to a minimum level. So sites expenditures has been decreased.

The results of this planning have been evaluated as figures and financial situation in the last chapter.

TABLULAR LİSTESİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
1	Projelerin bloklara göre kat alanları	20
2	Projelerin katlara göre metrajları	24
3	Projelerdeki ekip ve iş akışı	43
4	Serimlerdeki işlemlerin tanımlanması	44
5	Birinci serimde düğüm numarası değişiklikleri	47
6	İkinci serimde düğüm numarası değişiklikleri	48
7	Üçüncü serimde düğüm numarası değişiklikleri	49
8	Birinci serimde veriler	50
9	İkinci serimde veriler	54
10	Üçüncü serimde veriler	56
11	Serimlerdeki alfanümerik veriler (blok ve işlem adları)	58
12	Birinci serimde işçi-süre profil eğrisi	59
13	İkinci serimde işçi-süre profil eğrisi	60
14	Üçüncü serimde işçi-süre profil eğrisi	61
15	Birinci serimde en olumsuz başlangıçlara göre dengelemeden önceki ve sonraki durumlar	62
16	İkinci serimde en olumsuz başlangıçlara göre dengelemeden önceki ve sonraki durumlar	70
17	Üçüncü serimde en olumsuz başlangıçlara göre dengelemeden önceki ve sonraki durumlar	75
18	En olumsuz başlangıçlara göre dengelemeden önceki işçi-süre profil eğrisi	79
19	En olumsuz başlangıçlara göre dengelemeden sonraki işçi-süre profil eğrisi	80
20	Eşzamanlı başlangıçlara göre işçi-süre profil eğrisi (dengelemeden önce)	81
21	Eşzamanlı başlangıçlara göre işçi-süre profil eğrisi (dengelemeden sonra)	82
22	Dengelemeden sonra kukla olmayan işlemlerin bolluklarındaki değişiklikler (en olumsuz başlangıçlara göre)	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
1	Kapasite kullanımı	8
2	Kaynak yığılması	8
3	Kaynağın ortalamadan sapması	8
4	Süreye göre kaynak değişimleri	8
5	Süreye göre kaynak artışları	8
6	Profil eğrisinde maksimum işgücünün enküçüklenmesi	8
7	Kaynağın kısıtlı-sürenin serbest olması durumu	9
8	Profil fonksiyonu	13
9	Profil fonksiyonunun düzeltilmesi	14
10	En olumsuz duruma göre serimlerin başlangıç günlerinin tayini	38

G İ R İ Ş

Projeleri oluşturan işlemlerin her birinin gerçekleştirilebilmesi için belirli kaynaklara gerek vardır (İşgücü, makinegücü, malzeme, para ... gibi). Bir projenin yürütülmesi sırasında bu kaynakların sınırsız ölçülerde bulunabileceği söylenemez. Az gelişmiş ülkelerde kaynakların uygun kullanımı için herhangi bir çalışma yapılmamaktadır. Projeler yürütülürken bu kaynakların da en iyi şekilde kullanılması gereklidir.

İnşaat sektöründe kaynak kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Şantiyelerde süre amaçlı değişik planlar yapılmakta, ancak kaynak kullanımına yönelik herhangi bir çalışma yapılmamaktadır. Projelerin karmaşıklığı ve boyutları büyüdükçe kaynak kullanım problemi daha da önem kazanmakta ve şantiye şefinin deneyimi ile çözümlenebilmesi olanaksız hale gelmektedir.

Bu tezde, birbirinden bağımsız birden fazla projede ortak sosyal tesis kullanılması halinde, kaynak dengelemesinin ne getireceği araştırılmıştır. Sonuçta yatırım süresini uzatmadan bir ya da birden fazla projede aynı net işgücü kullanılarak, yalnızca bolluğu olan işlemlerin değişik zamanlarda başlatılması ile sosyal tesislerin daha uygun bir biçimde nasıl boyutlandırılacağı gösterilecektir.

Birinci bölümde bu sahada yapılan çalışmalarla ilgili bir tarama yapılmış daha sonra kaynak kavramı, kaynak dengelemesinde amaçlar ve çözüm teknikleri hakkında kısa açıklamalar da bulunulmuştur. Bölümün sonuna kaynak dengelemesi konusunda tezde yapılan yaklaşım eklenmiştir.

İkinci bölümde gerçekleştirilmesi düşünülen yapılar hakkında bilgi verilmiş, bu projelerdeki ekip düzeni kalıp ile ilgili varsayımlar ve işlemler arası bağıntılar tanıtılmıştır. İşlem sürelerinin bulunmasına yarayan metraj ve gerekli açıklamaları içeren örnekler aynı bölüme alınmıştır. Son olarak tezde kullanılan bilgisayar programına ilişkin açıklamalar, bulunan sonuçlar tablolar halinde sıralanmıştır.

BÖLÜM 1

YATIRIMLARDA KAYNAK DENGELMESİ

1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ağ diyagramlarında kullanılmak üzere kaynak kavramı ve sınıflaması üzerine ilk ayrıntılı açıklamaya Battersby (1970)'de rastlanır. Yazar adı geçen eserinde o güne değin bu alanda ortaya konulan amaç ve çözüm teknikleri ile ilgili ayrıntılı bir derleme yapmıştır. Birden fazla projede kaynak kullanımı problemine de yeterli yaklaşımda bulunmuştur. 1964'den bu yana değişik baskıları, yapılan bu kitap, alanındaki temel eserlerden birisidir.

Süre-maliyet optimizasyonunda analitik çözüm, kısıtlı kaynak kullanılması halinde yaklaşık çözümler ve bir literatür taraması daha sonra Davis'in makalesinde (1966) görülmektedir. Değişik süre ve kaynak kısıtları durumlarında kullanılan yaklaşık çözümler, ilgili bilgisayar programı, birden fazla projelerde (=multiproject) kaynak kullanımı ve süre-maliyet optimizasyonunun enbüyük akış algoritması ile çözümlenmesi konularında ayrıntılı açıklamalara Moder ve Phillips (1970)'de rastlanır. Çetmeli (1972) konuya inşaat mühendisliği açısından bakmış, kaynak kullanımında temel amaçları belirlemiş, sınırsız kaynak kullanımı ve süre-maliyet optimizasyonu ile ilgili yaklaşık çözümleri örneklerle açıklamıştır. Kısıtlı kaynak kullanımı altında derli toplu bir sınıflama ve tara-

ma gene Davis (1973) tarafından yapılmıştır. Davis makalesinde 140'a yakın kaynak göstermektedir. Phillips ve Diaz'ın (1981) kitabında kısıtlı kaynak kullanımına yaklaşımda bulunmakta, ancak herhangi bir yöntem tanımlanmamaktadır. Süre-maliyet optimizasyonunda enbüyük akış algoritmasının kullanılması ile ilgili ayrıntılı açıklama yapılmaktadır. Benzer konularla ilgili örneklere Yüksel'in seminer notlarında da rastlanır (1983).

Bu genel yaklaşımlardan başka problemin değişik konularına özel yaklaşımlarda da bulunulmuştur.

Birden fazla projede kaynak kullanımı ile ilgili bir değerlendirme ve yöntemin eleştirisi Lambourn (1963)'de görülebilir. Fendley (1968), aynı konuda bir irdeleme yapar. Gülerman (1970), bir işletmenin üretime başlama zamanının belirlenmesinde sınırsız kaynak dengelemesinden yararlanır. Davis ve Heidorn (1971), her işlemde birden fazla kısıtlı kaynak kullanılması halinde kısa sürede hesap yapabilmek için bir algoritma önermişlerdir. Patterson (1973), birden fazla projede kısıtlı kaynak kullanılması halinde optimum çözüme ulaşmak için neye öncelik vermek gerektiğini araştırmıştır. Levin ve Kirkpatrick (1973), dengelemeye işlemlerde kullanılan kaynak miktarlarının değiştirilmesi biçiminde yaklaşmaktadırlar. Whitehouse (1973), süre-maliyet optimizasyonun matematiksel modeli ve duali ile ilgili açıklamalar yaptıktan sonra, problemin enbüyük akış algoritması ile çözülebilmesi için ayrıntılı bilgi verir. İşlemlerde birden fazla kısıtlı kaynak kullanılması halinde dengeleme yapabilmek için Davis ve Patterson (1975), 8 değişik öncelik arasında kıyaslama yapmışlar ve bunu 83 ayrı problemde denemişlerdir. Yüksel (1976), bir statik betonarme projesinin planlamasında optimum hesap süresinin bulunması ve malzeme ihzaratı işlemlerinin işgücü dengelemesinde kullanılması ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Talbot

(1982), işlemlerde birden fazla kısıtlı kaynak kullanılması halinde optimum yatırım süresinin bulunması ile ilgilenmiştir.

1.2. KAYNAKLAR, KAYNAK DENGELEMESİNDE AMAÇLAR VE ÇÖZÜM TEKNİKLERİ

1.2.1. Kaynaklar

Bir projede şu tür kaynaklar kullanılabilir.

a) İşgücü: Aşağıdaki şekillerde sınıflanabilmektedir.

- Düz işçi, usta yardımcısı, usta
- Geçici, sürekli, esnaf, v.s.,
- Bir yere bağlı olan veya bağlı olmayan,
- Gündelik iş, fazla mesai, primli iş, vardiya işi yahut maaşlı.

b) Makinegücü: Sahip olunan veya kiralandığı diye ayrılmaktadır. Ayrıca, doğrudan üretime katılan makine (ekskavatör, betoniyer) ya da yardımcı makine (kompresör, jeneratör) şekillerinde bulunabilir.

c) Malzeme: Kaynak dengelemesinde pek gözönüne alınmakla beraber gider gerektiren unsur olarak ele alınmaktadır. Üretimin bünyesine doğrudan girip girmemesine göre bir ayrıma tabi tutulabilir ve daha çok envanter kontrolü problemi olarak çözümlenir. Para ile tanımlandığında, serim analizinde kaynak olarak kullanılabilir.

d) Para: Tüm üretim gelir ve giderleri gözönüne alınmaktadır. Sözleşme giderleri, şantiye kuruluş giderleri, işgücü, makine ve malzeme giderleri, borç ödemeleri, hakediş

gelirleri... bu kaynak içinde düşünülür. Bu kaynak için yapılan dengeleme bir anlamda inşaatın bütçelenmesi olmaktadır.

e) Diğer Kaynaklar: Çalışma sahası, güvenlik kısıtlamaları gibi bazı kısıtlayıcıların da kaynak olarak göz önüne alınması gerekir. Çalışma alanının kısıtlı olması da bazen çalışma alanını kaynak durumuna getirmektedir. Sözelimi kaynağımız 10 sıvacı ile sınırlandırılmışsa, ancak sıva yapılan yer 5 sıvacının çalışmasına izin veriyorsa bu durumda işin yapıldığı yer bir kaynak durumuna gelmektedir.

Bu temel kaynaklar inşaat projelerinde şu değişik biçimlerde görülebilir.

1- Her iş kaleminde kullanılan uzman işgücü değişik düzeylerde olabilir. Üç duvarcı, iki kalıpcı ustası ...

2- Kaynakların düzeyleri zamanla değişebilir.

3- Bir işteki kaynak gerektiğinde başka bir işte kullanılabilir. Kalıp işini bitiren kalıpcı, beton dökümünü yapabilir.

4- Kaynaklar vardiyalar ya da fazla mesailer biçiminde kullanılabilir.

5- Aynı işlemde birden fazla kaynak kullanılabilir. Çatı yapımında tenekeci, sıvacı, duvarcı, kiremit ustası, ... nın beraber çalışması gibi.

6- Aynı kaynaklar birden fazla projenin aynı işlemlerinde kullanılabilir. Kalıpcının birbirinden bağımsız okul, hastane, stadyum, ... inşaatların kalıplarını yapması gibi.

1.2.2. Kaynak Dengelemesinde Amaçlar

Kaynak dengelemesinde amaçları kaynak kısıtlarına bağlı olarak üç ana gruba ayırmak mümkündür.

1.2.2.1. Sürenin Sınırlı, Kaynağın Serbest Olması Durumu

Burada kullanılan kaynakların elde edilmesinde herhangi bir sınırlama olmadığı kabul edilmekte, işin verilen süre içinde en uygun bir biçimde bitirilmesi amaçlanmaktadır. Projelerdeki profil eğrisi (kaynak-süre eğrisi) işin durumuna bağlı olarak birden fazla maksimum ve minimum içerebilmektedir. İşçi bulunmasındaki güçlükler ve yasal zorunluluklar nedenleriyle bu maksimumların sayısının bire indirilmesi gerekmektedir. Bir başka deyişle maksimum noktasına kadar işçi alınmakta, çıkartılmamakta ve maksimumdan sonra yalnızca işçi çıkartılmakta, alınmamaktadır. Bazen bu eğrinin maksimumunun küçültülmesi istenmektedir. Böylece iş yerinde projenin gerçekleştirilmesi için kurulması gereken sosyal tesislerin boyutları en aza indirilme olanağı doğacaktır.

Bu kısıtlar altında kaynak dengelemesi yapabilmek için kullanılan değişik yollardan bazıları aşağıda verilmiştir.

a) Kullanılan Kapasite Yüzdesinin Enbüyüklenmesi

Şekil 1'de görülen ve taralı alanla tanımlanan "boşta bekleyen işçi" miktarının en aza indirilmesi ile amaca ulaşacağı varsayılmaktadır. Bu, aynı zamanda kapasite kullanım yüzdesinin artırılması anlamına gelmektedir.

$$\max Z = A_a / (A_a + A_b)$$

A_a = Projede doğrudan çalışan işçi sayısının kümülatif değeri

A_b = Boş bekleyen işçi sayısının kümülatif değeri

Z = Kullanılan kapasite yüzdesi

b) Yığılma Oranının Enküçüklenmesi

Sabit süreli kaynak dengelemesinin bu türünde proje süresince kullanılan sosyal tesislerin minimum boyutta olması amaçlanmaktadır. Bunun için de maksimum işçi sayısının ortalama işçi sayısına oranı en aza indirilmek istenmektedir (Şekil 2).

$$A_{ort} = (A_a + A_b) / T_y$$

$$\min \psi = A_{max} / A_{ort}$$

$$A_{max} = \text{Proje yapımı boyunca işyerinde bulunan enbüyük işçi sayısı}$$

$$T_y = \text{Yatırımın tamamlanma zamanı}$$

$$A_{ort} = \text{Ortalama işçi sayısı}$$

$$\psi = \text{Yığılma oranı}$$

c) Varyans veya Ortalamadan Sapmaların Enküçüklenmesi

$$\min Z = \frac{T_y^n}{\sum_{i=1}^n} |k_i - A_{ort}|$$

$$k_i = t_i \text{ zamanındaki kaynak değeri}$$

Bu amaç fonksiyonu ile Şekil 3'de görülen taralı alanın minimum değerinin bulunması istenmektedir. Böylece hem kullanılan kapasite yüzdesi artırılabilen hem de yığılma oranı düşürülebilmektedir.

d) Kaynak Değişimlerinin Mutlak Değerleri Toplamının Enküçüklenmesi

$$\min Z = \frac{T_y^n}{\sum_{i=1}^n} |d_i|$$

$$d_i = \text{Kaynak artış veya azalışı}$$

Şekil 4'den görüleceği üzere en küçük Z değeri ideal çözümde $2xA_{ort}$ olacaktır.



$$\min Z = 2y_1$$

e) Kaynak Artışları Toplamının Enküçüklenmesi

$$\min Z = \sum_{i=1}^n a_i$$

n : Profil eğrisindeki maksimum sayısı

a_i : Kaynak artışı

Şekil 5'de görüleceği üzere kaynak artışlarının en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. İdeal çözümde Z değerinin A_{ort} olacağı görülebilir. Bu amaç bir önce tanımlanan yöntemin benzeridir.

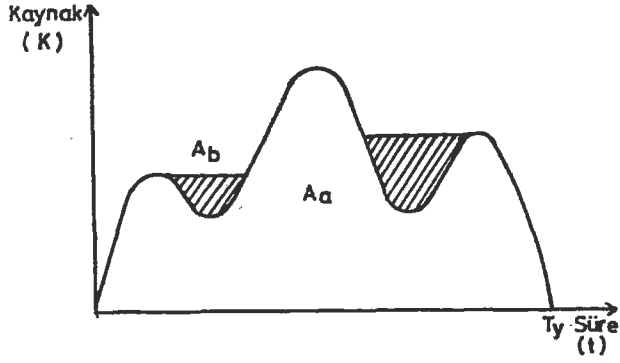
f) Gerekli Maksimum İşgücünün Enküçüklenmesi

$$\min Z = \sum_{i=1}^n m_i$$

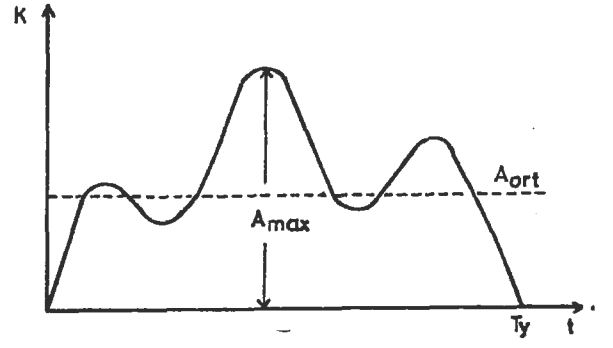
n : Profil eğrisindeki maksimum sayısı

m_i : i'nci maksimumdaki ordinat değeri

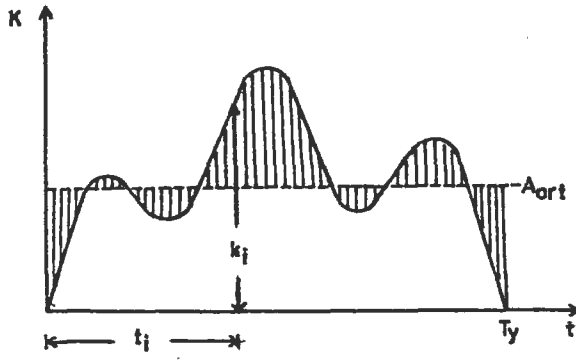
Burada amaç maksimum değerleri toplamının enküçüklenmesi olmaktadır (Şekil 6). Amaç fonksiyonunun bu durumundan aynı zamanda kullanılan kapasite yüzdesinin artırılacağı sonucu da çıkartılabilir.



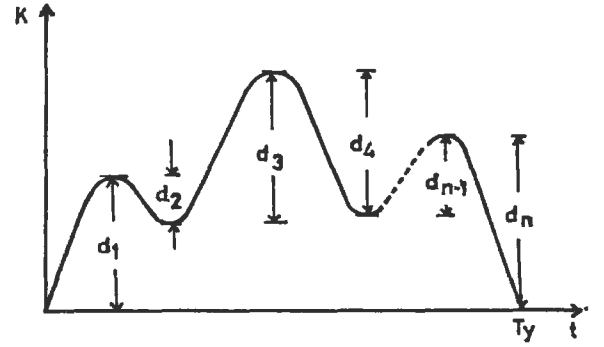
ŞEKİL 1- Kapasite kullanımı



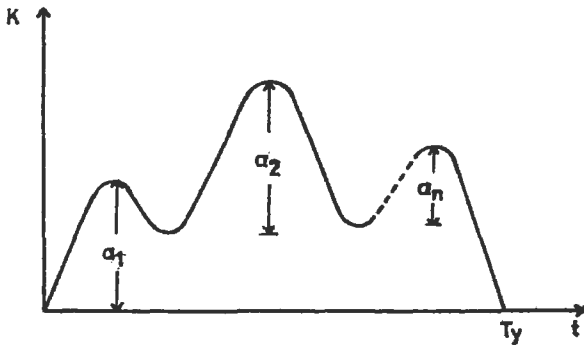
ŞEKİL 2- Kaynak yığılması



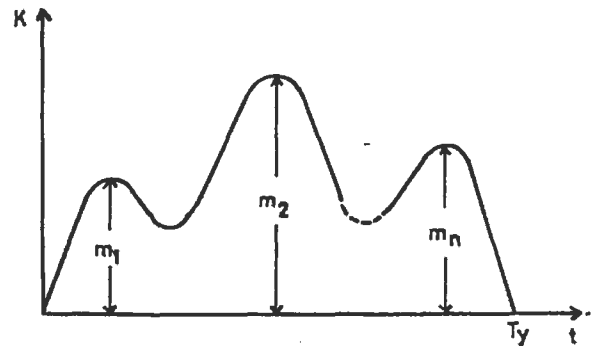
ŞEKİL 3- Kaynağın ortalamadan sapması



ŞEKİL 4- Süreye göre kaynak değişimleri



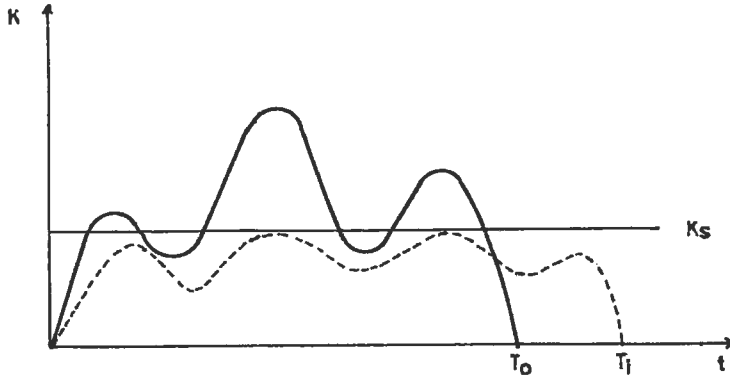
ŞEKİL 5- Süreye göre kaynak artışları



ŞEKİL 6- Profil eğrisinde maksimum işgücünün enküçüklenmesi

1.2.2.2. Sürenin Serbest Kaynağın Kısıtlı Olması Durumu

Yatırımlarda kullanılan kaynakların bir üst sınırı olması halinde kaynak dengelemesi bu kısıta bağlı olarak yapılmak zorundadır. Bu çözümlerde yatırım süresi sabit tutulmaktadır. Gerçekte problemler daha çok böyle olmaktadır. Değişik iş kollarında mevsimsel olarak kullanılan işler işçi kaynağını zaman zaman kısıtlamaktadır. İşlemlerde birden fazla kaynak kullanılması halinde kaynaklar tüm projedeki önceliklerine göre dengelemeye tabi tutulmaktadır. Dengeleme sonunda hiçbir kaynağın verilen limiti aşmaması istenmektedir. Durum Şekil 7'de görülmektedir.



ŞEKİL 7- Kaynağın kısıtlı-sürenin serbest olması durumu

1.2.2.3. Süre ve Kaynağın Serbest Olması Durumu (Optimum Yatırım Süresinin Bulunması)

Yatırımlarda üretime fiilen girmeyen, ancak zamana bağlı olarak sürekli yapılan dolaylı giderler (endirekt değişken giderler) nedeniyle projenin bir an önce gerçekleştirilmesi istenir. Başka bir deyişle üretim hızlandırılmalıdır. İşlemlerin normal sürelerden daha önce bitirilebilmeleri de fazla mesai ya da vardiya gibi (normale göre daha fazla ödemeyi gerektiren) işçilik giderlerinin yapılmasını gerektirmektedir. Üretim giderlerini oluşturan ve birbirinin tersi doğrultusun-

da olan bu giderlerin ağ diyagramlarında süre analizi yardımı ile bir optimumu bulunur. Bu dengelemede süre ve kaynakla ilgili bir kısıtlama yoktur. Amaç minimum giderli yatırım süresinin bulunmasıdır.

Bu dengelemede kullanılan endirekt değişken gider kavramı maliyet muhasebesinde (Bursal, 1975) tanımlandığı gibi değildir. Endirekt giderin değişken olabilmesi için zamanla değişmesi gerekir.

1.2.3. Çözüm Teknikleri

1.2.3.1. Analog (Benzeşik) Yöntemler

Analog yöntemlerde çözüme sezgisel olarak daha kolay yaklaşılr. Bu yöntemler fiziksel ve kuramsal olarak iki temel gruba ayrılmaktadır. Fiziksel yöntemlerde problemin maketi, elektriksel analogu veya dual serimi kurulmaktadır. Bu ayrıntı kısaca şöyle anlatılabilir;

1- Çubuk Diyagramlarına Dayalı Modeller

Projelerde işlemler geleneksel Gantt-çubuk diyagramı ile tanımlanmaktadır. Bu çubukların fiziksel modeli kurulmakta ve işlemler arasındaki bağıntılar böylece sağlanabilmektedir. Oluşan maket fazla karmaşık olmayan küçük projelerde, ancak fikir vermek amacıyla kullanılabilir. Aksi halde çubukları oluşturan elemanların ötelenebilmeleri için, ortaya çıkan sürtünme kuvvetinin karşılanabilmesi olanaksız olmaktadır.

2- Elektriksel Analoglar

Projelerle ilgili serimlerin elektrik serimlerine benzetilerek problemin çözümü yönüne gidilmektedir. Bu çözüm yönteminde şu analoglar yapılmaktadır:

<u>Proje Serimi</u>	<u>Elektrik Serimi</u>
Toplam işçi (kaynak) gün	Güç
Kaynaklar	Akım
Zaman	Potansiyel
Süre	Potansiyel farkı
Kaynakların tüketim hızı	İletkenlik

Bu benzetimlerin olabilmesi için;

a) Elektrik seriminde bazı ek dirençler kullanılmalı ya da,

b) Elektrik seriminde bir benzerlik kurabilmek için, proje serimindeki işlem süreleri ile o işlemde kullanılan kaynaklar arasındaki oran ayarlanmalıdır.

3- Dual Serimler

Bazı doğrusal programlama problemlerinin çözümlenmesi "değişkenlerin durumuna bağlı olarak" zor olmakta bu nedenle modelin duali kurularak çözüm bu model üzerinde gerçekleştirilmektedir (Esin, 1984). Benzer durum serimlerde kaynak dengelemesi probleminde de görülmektedir.

Kaynak dengelemesinin bu yöntemle yapılabilmesi için, başka bir deyişle proje seriminin dualinin çizilebilmesi için, serimin düzlemsel (planer) olması gerekir. Dual serimlerle primal serimler arasında şu bağıntılar vardır (Battersby, 1970):

<u>Primal Serim</u>	<u>Dual Serim</u>
Düğüm	İşlem
İşlem	Düğüm
Süre	İşgücü (kaynak)
Süre bolluğu	Kaynak bolluğu
Maksimum işçi sayısı	Projenin minimum gerçekleştirme süresi

Projedeki kaynakların kullanımı hakkında dual serim incelenerek karar verilebilir. Ancak, dual serimler bir kaynak türü için kurulabilir. Gerektiğinde bir başka kaynak türü için de aynı dual serim (işlem süreleri \Leftrightarrow gerekli işçi sayıları) değiştirilerek kullanılabilir.

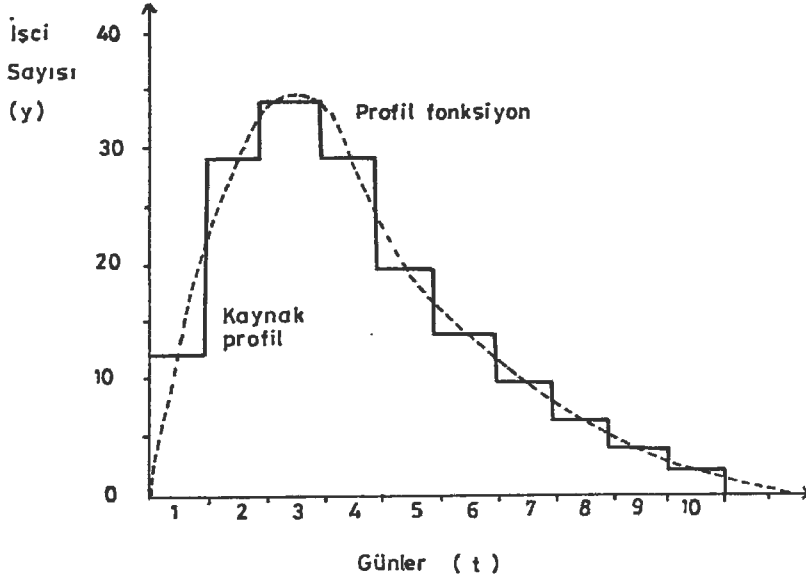
1.2.3.2. Analitik Yöntemler

Problemin kısıtlayıcıları ve amaç fonksiyonu tanımlanabiliyorsa ve değişkenleri bizce belirli ise şu teknikler kullanılabilir (Battersby, 1970):

- 1- Doğrusal programlama,
- 2- Tamsayılı programlama,
- 3- Dinamik programlama,
- 4- Dal-sınır tekniği (Branch and Bound Technique)
- 5- Profil fonksiyonu.

İlk dört teknikle ilgili oldukça geniş çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Ancak, serimlerde kaynak dengelemesini grafik olarak açıklama olanağı vermesi ve tezle benzerliği olması bakımından beşinci teknik ile ilgili kısa bir açıklama yapılması uygun görülmüştür.

Birçok kaynak profili aynı genel şekli gösterir; hızlı bir şekilde tepeye yaklaşır ve yavaş yavaş sifıra gider. Şekil 8'de böyle bir kaynak ve ona uydurulan profil eğrisi gösterilmektedir (Battersby, 1970).



ŞEKİL 8- Profil Fonksiyonu

Dean Norden bu eğriyi,

$$y = K.a.t.e^{-at^2}$$

şeklinde matematiksel bir fonksiyonla tanımlamıştır. Burada,

y : (t) zamanında kullanılan işgücü,

K : Projenin toplam işgücü,

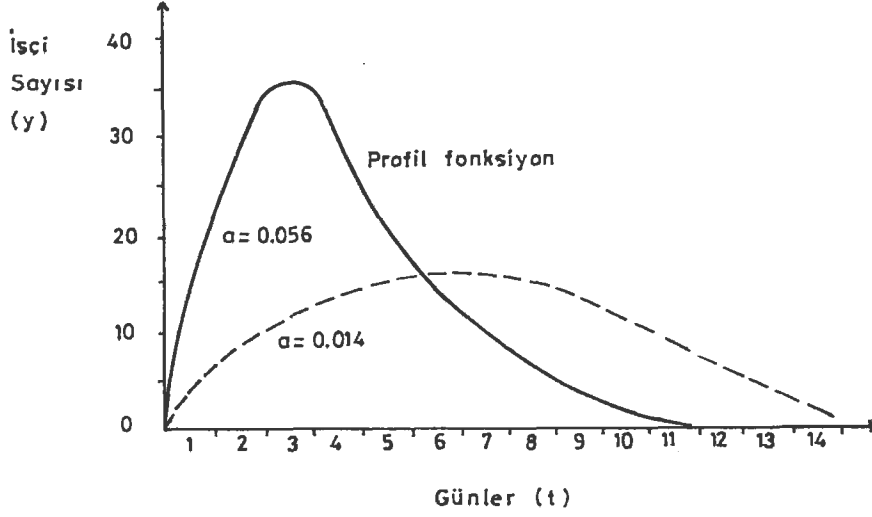
e : Doğal logaritma tabanı, yani 2,718

a : Zorunluluk faktörünü

tanımlamaktadır.

Bu denklemlerle, eğride kullanılan maksimum işgücünü ve kullanıldığı günü bulmak kolayca mümkün olabilmektedir.

Profil eğrisi yardımıyla kaynak dengelenmesi, zorunluluk faktörünün azaltılması ile mümkün olabilmektedir. Böyle bir dengeleme Şekil 9'da görülmektedir.



ŞEKİL 9- Profil fonksiyonunun düzeltilmesi

Bu metod için şu şartlar gereklidir:

a) Uygulanan projenin tümü için Norden'in fonksiyonu geçerli ise yöntem doğrudur. Bazı durumlarda beta, gama dağılımları ya da normal dağılım uygun olabilir.

b) Tutarlı olduğu sürece herhangi bir zaman birimi ve kaynak seviyesi kullanılabilir.

c) a ve b şıkları gözönüne tutularak yöntem birden fazla kaynağa uygulanabilir.

d) Kaynak ve süre ile ilgili verilerin aralıkları ne kadar küçük olursa kaynak profilinin uygunluk şansı o kadar fazla olur.

e) Bu fonksiyon yalnızca hangi zamanda ne kadar kaynak kullanıldığını gösterir, kaynağın cinsini göstermez. Kaynağın cinsi asıl serimden bulunmalıdır.

Bu yöntemle kaynak dengelemesine nasıl yaklaşılabileceği, kaynak sınırlarının ve kısıtlarının nasıl uygulanabileceği ve kümülatif eğrinin değerinin ne olduğu görülebilir.

1.2.3.3. Yaklaşık (Heuristic) Yöntemler

Analog çözüm yöntemlerinin uygulanması her zaman mümkün olamamaktadır. Analitik yöntemlerle en iyinin bulunması için bazen büyük bilgisayarlarla asırlarca çalışmak gerektiğinden, yaklaşık çözüm teknikleri aranmıştır. Bazen analog ve analitik yöntemlerin karışımları ile sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi yaklaşık yöntemler de aşağıdaki üç dengeleme problemine çözüm getirmeye çalışmaktadır;

- a) Sabit süreli, kaynak enküçüklenmesi
- b) Kısıtlı kaynak, süre enküçüklenmesi
- c) Süre ve kaynak serbest, giderin enküçüklenmesi
(Süre-Maliyet Optimizasyonu).

a ve b problemine çözüm getirirken dengelemenin yapılacağı işlemlerin değişik kriterlere bağlı olarak sıralanması gerekmektedir. Bazen bir kriter işlemler arasında karar vermek için yeterli olmaz, bu durumda minör kriter kullanılır. Bu kriterler için değişik yaklaşımlar önerilmektedir.

Bunlar;

- Toplam Bolluk: Kritik olan işleme öncelik vermediği için uygun bir kriterdir. Majör kriter olarak yeğlenir.
- Erken Tamamlanma: Erken başlama ile bağlantılıdır.
- Geç Tamamlanma: Geç başlama ile aynı anlamı taşımaktadır.

- Süre: En kısa işlemlerin öncelikle yapılmasını sağlaması bakımından daha çok minör sıralama kriteri olarak alınır.

Süre-maliyet optimizasyonu ile ilgili yaklaşık çözüm konusunda daha geniş bilgi Davis'in makalesi (1966) ve Whitehouse (1973), Phillips ve Diaz (1981) kitaplarında ve Yüksel (1983) seminer notlarında da rastlanır.

1.3. KAYNAK DENGELEMESİNDE TEZDE YAPILAN YAKLAŞIM

Bu tezde proje süresinin sabit olduğu ve kaynakların sınırsız olarak sağlanabileceği varsayılmaktadır.

Dengelemede kullanılan yöntem Burgess'in yöntemidir (Moder, Phillips 1970 ve Gülerman 1970). İşlemler en erken başlama zamanlarına göre başlatılır ve günlük işçi sayılarının kareleri toplamı bulunur. Bolluğu olan en son işlem bir gün ötelenir. Günlük işçi sayıları kareleri toplamı daha küçük olursa öteleme işlemine devam edilir, kareler toplamı azalmıyorsa bir önceki işleme geçilir ve aynı işlemler yapılır. Bu öteleme bolluğu olan ilk işleme kadar benzer biçimde sürdürülür. Günlük işçi sayıları karelerinin toplamının en küçük olduğu değer, kaynak kullanımının en uygun olduğu çözümü gösterir.

Bu tezde, her üç projede yalnızca işgücü dengelemesi yapılmıştır. Dengelemede kullanılan Burgess'in yönteminde küçük bir değişiklik yapılmış, günlük işçi sayıları kareleri toplamını en küçüklerken yapılan sıralamada önce işlemlerin erken başlaması gözönüne alınmıştır, erken başlaması eşit olan birden fazla işlem bulunduğu, bu işlemler kendi aralarında toplam bolluklarına (azdan-çoğa) göre sıralanmıştır. Daha sonra günlük işçi sayıları kareleri toplamı bulunup, bolluğu olan en son işlem bir gün ötelenmekte, kareler toplamının

azalması ya da eşit olması halinde bu ötelemeye -işlemin bolluğunun izin verdiği ölçüde- devam edilmektedir. Böylece günlük işçi sayıları kareleri toplamı enküçük olan durum elde edilmektedir.

Dengelemenin Burgess'in yönteminden farkları şunlardır:

1- Günlük işçi sayılarının enküçüklenmesi amacıyla bolluğu olan işlemlerin sağa doğru ötelenmesinde yalnızca kareler toplamının azalması durumu göz önüne alınmamakta, eşit olması halinde de işlemin ötelenmesine devam edilmektedir. Böylece kullanılan kapasite yüzdesinin artırılması mümkün olabilmektedir.

2- Bolluğu olan tüm işlemlerin ötelenmesi bittikten sonra işlemlerin mümkün olan en erken başlama zamanında başlamalarının sağlanabilmesi amacıyla öteleme işlemi ters doğrultuda yapılmaktadır. Daha açık deyişle ilk ötelemeden sonra bolluğu olan ilk işlemde son işleme doğru gidilerek kareler toplamının eşit olması halinde işlemler geriye çekilmektedir.

3- Burgess'da yukarıda tanımı yapılan dengeleme bir tek proje için yapılmaktadır. Burada ise birbiriyle işlem bağıntısı olmayan üç ayrı projede "Burgess'in yukarıda açıklaması yapılan değişikliklerle beraber" kaynak dengelemesi yapılmaktadır.

BÖLÜM 2

PROJELER İLE İLGİLİ BİLGİLER VE VARSAYIMLAR

2.1. BİNALAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bu tezde üzerinde çalıştığımız örnekler birbirinden bağımsız olarak yapılan 3 ayrı bina inşaatı projesini kapsamaktadır.

I. proje bir idari bina olup, idare binası (A blok), memur yemek salonu binası (B blok) ve araştırma binası (C blok) olmak üzere 3 bloktan ibarettir.

I. projenin A, B ve C bloklarının kat durumları;

A Blok	Temel + Bodrum Kat
	Zemin Kat
	1. Kat
	2. Kat
	3. Kat
	4. Kat
	5. Kat
B Blok	Temel + Bodrum Kat
	Zemin Kat
	1. Kat
C Blok	Temel + Bodrum Kat
	Zemin Kat

II. projede şube tipi sosyal binası olup, işçilerin yemek salonu ve yatak binası (A blok), memur yemek salonu ve yatak binası (B blok) ve kontrollük binası (C blok) olmak üzere 3 bloktan ibarettir.

II. projenin A, B ve C bloklarının kat durumları;

A Blok	Temel + Bodrum Kat
	Zemin Kat
	1. Kat
B Blok	Temel + Bodrum Kat
	Zemin Kat
C Blok	Temel + Bodrum Kat
	Zemin Kat

III. proje lojman binası olup, tek bir bloktan ibarettir.

III. projenin lojman binasının kat durumları;

Temel + Bodrum Kat
Zemin Kat
1. Kat
2. Kat
3. Kat

İnşaatlarda Temel ve Bodrum Kat işlemleri beraber düşünülmüştür. Bunun nedeni temelde yapılacak olan işlemin az olmasıdır.

Ayrıca, bloklardan oluşan bu projelerde, iş akışını temin yönünden bloklar ayrı olarak katlar seviyesinde ele alınmıştır. İşlemler blokların büyüklüğüne ve kat sayısına göre sıralanmıştır.

TABLO 1- Projelerin Bloklara Göre Kat Alanları

	A Blok		B Blok		C Blok		KAT ALANLARI TOPLAMI (m ²)	İNŞAAT ALANLARI TOPLAMI (m ²)
	Kat Alanı	İnşaat Alanı	Kat Alanı	İnşaat Alanı	Kat Alanı	İnşaat Alanı		
I. PROJE	760	5320	590	1770	280	560	1630	7650
II. PROJE	400	1200	250	500	105	210	755	1910
III. PROJE	680	3400	—	—	—	—	680	3400
							3065	12960

2.2. İŞLEMLER ARASI İLİŞKİ DÜZENİ, İŞLEM, EKİP VE KALIPLA İLGİLİ VARSAYIMLAR

Proje planlamasında ilk yapılan iş, proje işlemlerinin ayrımı olduğundan işlemler arasındaki ilişkiler de saptanarak "işlem listesi" hazırlandı.

Hafriyat

Kalıp hazırlayıp, yerine koyma

Donatı hazırlayıp, yerine koyma

Beton dökümü

Beton kürü

Kalıp bekleme süresi

Kalıp sökülmesi

Duvar örülmesi

Kasa + sıva

Doğrama takılması

Boya + badana

Cam takılması

Döşeme kaplama + denizlik

Çatı

I. projede kalıp hazırlayıp yerine koyma, donatı hazırlayıp yerine koyma ve duvar örülmesi 2 ekip tarafından yapıldı, diğer ekipler ise birer tane alındı.

Ayrıca, II. projede ve III. projede bütün ekiplerden birer tane alındı.

Her ekibin bir sonraki işe başlayabilmesi için kendi işini bitirmiş olması ve başlayacağı işle ilgili bir önceki işlemin bitmiş olması gerekmektedir.

Bir ahşap kalıp en fazla 3 kere kullanıldığından, kat sayısına bağlı olarak I. projede 4 ayrı kalıpla, II. ve III. projelerde 2 ayrı kalıpla çalışılıp inşaatların kalıp ve iskele işlemleri tamamlanmıştır.

İşlemler ayrıldıktan sonra yapılacak iş, işlemler arasındaki ilişkileri kurmaktır.

- Kalıp hazırlığının başlayabilmesi için, bir önceki katın kalıp yerine koyma işleminin, ayrıca kullanılacak kalıbın kalıp sökme işleminin bitmiş,
- Kalıbın yerine konabilmesi için, kalıp hazırlığı işleminin ve bir önceki katın beton dökümü işleminin bitmiş ve beton kür süresini doldurmuş,
- Donatı hazırlığının başlayabilmesi için, bir önceki katın donatı yerine koyma işleminin bitmiş,
- Donatının yerine konabilmesi için, ilgili kalıbın yerine koyma işleminin ve donatı hazırlığının bitmiş,
- Betonun dökülebilmesi için, ise donatının yerine konulmuş olması gereklidir.
- Kalıbın sökülebilmemesi için, beton dökümü işlemi bittikten sonra belirlenen kalıp bekleme süresinin geçmesi,

- Duvar örülmesinin başlayabilmesi, o katın kalıbının sökülmesine ve ekibin bir önceki işinin bitmiş olmasına,
- Kasa + sıva işleminin başlayabilmesi, o katın duvarının örülmesine ve ekibin bir önceki işinin bitmiş olmasına,
- Doğrama takılmasının başlayabilmesi, o katın kasa + sıva işinin bitmesine ve ekibin bir önceki işinin bitmiş olmasına,
- Boya + badananın başlayabilmesi, o katın doğramasının takılmasına ve ekibin bir önceki işinin bitmiş olmasına,
- Cam takılmasının başlayabilmesi, o katın boya + badana işinin bitmesine ve ekibin bir önceki işinin bitmiş olmasına,
- Döşeme kaplama + denizlik işinin başlayabilmesi, o katın cam takılması işinin bitmesine ve ekibin bir önceki işinin bitmiş olması,
- Çatı işlerinin başlayabilmesi için, son katın beton dökümü işlemi bitmiş olması ve kalıbının alınmış olması gereklidir.

Çatı işleri ayrı ayrı olarak değil tek bir işlem olarak ele alınmıştır.

Bazı işlemler kısa sürdüğünden (döşeme kaplama + denizlik ...gibi) bunlar ayrı ayrı işlemler halinde gösterilmemiş olup, tek bir işlem halinde gösterilmiştir.

İşlemlerin çoğu Bayındırlık Bakanlığı iş kalemleri tariflerine uymadığından zaman, miktar ve birim fiyat analizleri yapım sırasına göre parçalanarak elde edilmiştir. Örneğin 21.011 ve 21.054 poz no'ları ile belirlenen, düz düzeyli be-

ton ve betonarme kalıbı ile en yüksek noktası (yüksekliği) 4.00 metreye kadar olan ve yapı sınaı imalata (köprüler hariç) ait ahşap kalıp iskelesinin "hazırlanması", "yerine konulması", "sökülmesi" şeklinde işlemlere bölünmüştür. Bu pozlara göre bulunan sürenin % 35'i kalıp hazırlanması için, % 65'i kalıbın yerine konulması için alınmıştır. Kalıp sökülmesinin süresi işin büyüklüğüne göre 1, 2 ve 3 gün olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca, beton dökümü işlemi bittikten 5 gün sonra bir üst katın kalıbının yerine konulabileceği ve beton döküldükten 21 gün sonra kalıbın alındığı varsayılıyor.

23.001/1 ve 23.002 poz no.ları ile belirlenen, ince betonarme demirlerinin bükülmesi ve yerine konması (\emptyset 8-12 mm lik \emptyset 12 mm dahil) ile \emptyset 14-50 mm'lik kalın betonarme demirlerinin bükülmesi, yerine konması "hazırlanması", "yerine konulması" şeklinde işlemlere bölünmüştür. Bu pozlara göre bulunan sürenin % 40'ı demir hazırlanması için, % 60'ı demirin yerine konulması için alınmıştır.

Her işlemin bir süresi olduğundan her işlem için, yapılacak imalatın metrajını yaklaşık olarak bulduktan sonra Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiat analizlerinden gerekli olan pozlar seçildi.

$$A : \text{İşçi sayısı} \quad A = \frac{V \cdot \alpha_A}{t \cdot d}$$

$$B : \text{Makine kapasitesi} \quad B = \frac{V \cdot \alpha_B}{t \cdot d}$$

V : İşlemin miktarı (ton, m³, m²)

t : İşlemin süresi (gün)

d : Günlük çalışma süresi (saat)

α_A : Bir işçinin birim işlemi bitirme süresi (saat-işçi/ton, m³, m², ...)

α_B : Bir makineyle birim işlemi bitirme süresi (ton-saat/ton, m³, m², ...)

TABLO 2- (Devam)

BİRİNCİ SERİM (B BLOK)									
Poz No	İşlem Adı	Kat Adı	Birim	Miktarı	Usta	Usta Yd.	Düz.İşçi	Süre	
15.001 / 2	Hafriyat	Temel	m ³	2360	—	—	19	4	
16.022 / 1	Beton	Temel•Bodrum	m ³	236	6	—	27	4	
		Zemin	m ³	118	6	—	27	2	
		Normal	m ³	118	6	—	27	2	
18.071	Duvar	Bodrum	m ³	75	4	—	10	7	
18.080		Zemin	m ³	75	4	—	10	7	
		Normal	m ³	113	4	—	10	11	
21.011	Kalıp iskele *	Temel•Bodrum	m ²	720	9	—	8	11	
21.054		Zemin	m ²	590	9	—	8	9	
			m ³	1770					
			Normal	m ²	590	9	—	8	9
		m ³	1770						
22.001	Doğrama ta- kılması *	Temel•Bodrum	m ²	29	4	2	1	1	
22.045 *		Zemin	m ²	88	4	2	1	3	
		Normal	m ²	117	4	2	1	4	
23.001 / 1	Donatı *	Temel•Bodrum	ton	18	4	8	7	12	
23.002 *		Zemin	ton	15	4	8	7	10	
		Normal	ton	15	4	8	7	10	
25.005	Boya•Badana *	Bodrum	m ²	758	6	—	8	5	
25.048 *		Zemin	m ²	1365	6	—	8	9	
		Normal	m ²	2123	6	—	8	14	
25.111	Döşeme kap. *	Bodrum	m ²	370	8	—	20	2	
25.113 *	Denizlik	Zemin	m ²	558	8	—	20	3	
		Normal	m ²	558	8	—	20	3	
27.501	Sıva	Bodrum	m ²	658	17	5	11	5	
		Zemin	m ²	1185	17	5	11	9	
		Normal	m ²	1710	17	5	11	13	
28.001	Cam takılması	Bodrum	m ²	27	3	—	1	1	
28.020		Zemin	m ²	80	3	—	1	3	
		Normal	m ²	80	3	—	1	3	
21.240	Çatı *				9		10	30	
21.220 *									

TABLO 2- (Devam)

BİRİNCİ SERİM (C BLOK)								
Poz No	İşlem Adı	Kat Adı	Birim	Miktarı	Usta	Usta Yd.	Düzlüğü	Süre
15.001/ 2	Hafriyat	Temel	m ³	1120	—	—	19	2
16.022/ 1	Beton	Temel•Bodrum	m ³	112	6	—	27	2
		Zemin	m ³	56	6	—	27	1
		Normal	m ³	—	—	—	—	—
18.071	Duvar	Bodrum	m ³	65	4	—	10	6
18.080		Zemin	m ³	65	4	—	10	6
		Normal	m ³	—	—	—	—	—
21.011	Kalıp • İskele	Temel•Bodrum	m ²	350	9	—	8	5
21.054		Zemin	m ²	1050	9	—	8	4
			m ²	280				
			m ²	840				
	Normal	m ²	—	—	—	—	—	
22.001	Doğrama ta - kılması	Temel•Bodrum	m ²	20	4	2	1	1
22.045		Zemin	m ²	32	4	2	1	1
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
23.001/ 1	Donatı	Temel•Bodrum	ton	8	4	8	7	6
23.002		Zemin	ton	7	4	8	7	5
		Normal	ton	—	—	—	—	—
25.005	Boya•Badana	Bodrum	m ²	500	6	—	9	3
25.048		Zemin	m ²	1000	6	—	9	6
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
25.111	Döşeme kap. • Denizlik	Bodrum	m ²	150	8	—	20	1
25.113		Zemin	m ²	254	8	—	20	1
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
27.501	Sıva	Bodrum	m ²	535	17	5	11	4
		Zemin	m ²	935	17	5	11	7
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
28.001	Cam takılması	Bodrum	m ²	5	3	—	1	1
28.020		Zemin	m ²	25	3	—	1	1
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
21.240	Çatı				9	—	10	14
21.220								

TABLO 2- (Devam)

İKİNCİ SERİM (A BLOK)								
Poz No	İşlem Adı	Kat Adı	Birim	Miktarı	Usta	Usta Yd.	Düz İşçi	Süre
15.001/ 2	Hafriyat	Temel	m ³	1600	—	—	19	3
16.022/ 1	Beton	Temel+ Bodrum	m ³	120	6	—	27	3
		Zemin	m ³	80	6	—	27	2
		Normal	m ³	80	6	—	27	2
18.071	Duvar	Bodrum	m ³	100	4	—	10	9
18.080		Zemin	m ³	100	4	—	10	9
		Normal	m ³	150	4	—	10	14
21.011	Kalıp + İskele	Temel+ Bodrum	m ³	535	9	—	8	8
21.054		Zemin	m ²	400	9	—	8	6
			m ³	1200				
		Normal	m ²	400	9	—	8	6
			m ³	1200				
22.001	Doğrama ta - kılması	Temel+ Bodrum	m ²	38	4	2	1	1
22.045 *		Zemin	m ²	76	4	2	1	2
		Normal	m ²	114	4	2	1	4
23.001/ 1	Donatı	Temel+ Bodrum	ton	13	4	8	7	9
23.002 *		Zemin	ton	10	4	8	7	7
		Normal	ton	10	4	8	7	7
25.005	Boya+Badana	Bodrum	m ²	725	6	—	8	5
25.048		Zemin	m ²	1450	6	—	8	10
		Normal	m ²	2170	6	—	8	15
25.111	Döşeme kap. + Denizlik	Bodrum	m ²	190	8	—	20	1
25.113 *		Zemin	m ²	380	8	—	20	2
		Normal	m ²	376	8	—	20	2
27.501	Sıva	Bodrum	m ²	780	17	5	11	6
		Zemin	m ²	1300	17	5	11	10
		Normal	m ²	1950	17	5	11	14
28.001	Cam takılması	Bodrum	m ²	25	3	—	1	1
28.020		Zemin	m ²	50	3	—	1	2
		Normal	m ²	50	3	—	1	2
21.240	Çatı				9	—	10	20
21.220								

TABLO 2- (Devam)

İKİNCİ SERİM (C BLOK)								
Poz No	İşlem Adı	Kat Adı	Birim	Miktarı	Usta	UstaYd.	Düzİşçi	Süre
15.001 / 2	Hafriyat	Temel	m ³	420	—	—	19	1
16.022/ 1	Beton	Temel• Bodrum	m ³	30	6	—	27	1
		Zemin	m ³	20	6	—	27	1
		Normal	m ³	—	—	—	—	—
18.071	Duvar	Bodrum	m ³	35	4	—	10	3
18.080		Zemin	m ³	35	4	—	10	3
		Normal	m ³	—	—	—	—	—
21.011	Kalıp - İskele	Temel• Bodrum	m ²	130	9	—	8	5
21.054		Zemin	m ²	105	9	—	8	4
			m ³	315	—	—	—	—
			Normal	m ²	—	—	—	—
		m ³	—	—	—	—	—	
22.001	Doğrama ta- kılması	Temel• Bodrum	m ²	25	4	2	1	1
22.045		Zemin	m ²	55	4	2	1	2
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
23.001 / 1	Donatı	Temel• Bodrum	ton	4	4	8	7	3
23.002		Zemin	ton	3	4	8	7	2
		Normal	ton	—	—	—	—	—
25.005	Boya• Badana	Bodrum	m ²	300	6	—	8	2
25.048		Zemin	m ²	600	6	—	8	4
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
25.111	Döşeme kap. Denizlik	Bodrum	m ²	50	8	—	20	1
25.113		Zemin	m ²	85	8	—	20	1
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
27.501	Sıva	Bodrum	m ²	240	17	5	11	2
		Zemin	m ²	485	17	5	11	4
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
28.001	Cam takılması	Bodrum	m ²	10	3	—	1	1
28.020		Zemin	m ²	30	3	—	1	1
		Normal	m ²	—	—	—	—	—
21.240 21.220	Çatı				9	—	10	5

2.4. METRAJLA İLGİLİ ÖRNEKLER

Örnek 1

21.011 Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı (m²)

21.054 En yüksek noktası (yüksekliği) 4.00 metreye kadar olan ve yapı sınaî imalata (köprüler hariç) ait ahşap kalıp iskelesi

V₁ = 760 m² kalıp Tablo 2'de (Birinci Serim A blok)

α_A = 0.75 (usta) Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiat Analizlerinden

α_{A1} = 0.75 (işçi) Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiat Analizlerinden

V₂ = 2280 m³ iskele

α_A = 0.084 + 0.036 (usta) Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiat Analizlerinden

α_{A1} = 0.036 + 0.024 (işçi) Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiat Analizlerinden

A = 9 usta seçildi

d = 8 saat

$$t = \frac{760 \times 0.75 + 2280 (0.084 + 0.036)}{9 \times 8} = 12 \text{ gün}$$

$$A_1 = \frac{760 \times 0.75 + 2280 (0.036 + 0.024)}{12 \times 8} = 8 \text{ işçi}$$

<u>Ekip Büyüklüğü</u>	<u>Süre</u>	<u>% 35 Hazırlık</u>	<u>% 65 Yerine Koyma</u>
9 usta	12 gün	4 gün	8 gün
8 işçi			

Örnek 2

23.001/1 ince betonarme demirlerinin bükülmesi ve yerine konması (Ø 8-12 mm'lik Ø 12 mm dahil)

23.002 Ø 14-50 mm'lik kalın betonarme demirlerinin bükülmesi, yerine konması

V = 19 ton Tablo 2'de (Birinci Serim A blok)

$\alpha_A = 22,5$ (usta)

$\alpha_{A1} = 45$ (usta yardımcısı)

$\alpha_{A2} = 37,5$ (işçi)

A = 4 usta seçildi

d = 8 saat

$$t = \frac{19 \times 22,5}{4 \times 8} = 13 \text{ gün}$$

$$A_1 = \frac{19 \times 45}{13 \times 8} = 8 \text{ usta yardımcısı}$$

$$A_2 = \frac{19 \times 37,5}{13 \times 8} = 7 \text{ işçi}$$

<u>Ekip Büyüklüğü</u>	<u>Süre</u>	<u>Hazırlık</u>	<u>Yerine Koyma</u>
4 usta	13 gün	5 gün	8 gün
8 usta yardımcısı			
7 işçi			

Örnek 3

27.501 250/300 çimento dozlu harçla düz sıva

$$V = 2000 \text{ m}^2 \quad \text{Tablo 2'de (Birinci Serim A blok)}$$

$$\alpha_A = 1 \text{ (usta)}$$

$$\alpha_{A1} = 0,30 \text{ (usta yardımcısı)}$$

$$\alpha_{A2} = 0,65 \text{ (işçi)}$$

$$A = 17 \text{ usta seçildi}$$

$$d = 8 \text{ saat}$$

$$t = \frac{2000 \times 1}{17 \times 8} = 15 \text{ gün}$$

$$A_1 = \frac{2000 \times 0,30}{15 \times 8} = 5 \text{ usta yardımcısı}$$

$$A_2 = \frac{2000 \times 0,65}{15 \times 8} = 11 \text{ işçi}$$

<u>Ekip Büyüklüğü</u>	<u>Süre</u>
17 usta	15 gün
5 usta yardımcısı	
11 işçi	

Bazı işlemlerde bulunan işçi sayıları fazla çıktığından bunlar uygun bir şekilde değiştirilmiştir. Bunun nedeni ise Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiyat analizlerinde bir işçinin veya makinenin birim işlemi bitirme süresinin çok olmasıdır.

2.5. KULLANILAN BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE İLGİLİ BİLGİLER

Mikrobilgisayara göre hazırlanmış bu programla ilgili bilgiler şöyle özetlenebilir.

1- Programın uygulamadaki değişime uyarlanabilmesi.

Değişik inşaat safhalarında, değişik işler programa dahil edilebilmektedir.

Özellikle çok büyük ya da karmaşık işlerde düğümlerin ardışık ve artan sırada numaralanmasının mümkün olamayacağı düşünülerek, rassal bir numaralama yapılabilmektedir.

Projelerin başlangıçları değişik zamanlarda alınabilmektedir.

İşlemlerle ilgili bilgiler rassal biçimde verilebilmektedir.

2- Bilgisayarın kullanım kapasitesi 32 K.B'dir. Programın kendisi yaklaşık 60 K.B'lik yer işgal etmektedir. Mevcut bellek ile mümkün olan ölçüde büyük projelerin çözümlenebilmesi için şu önlemler alınmaktadır:

Program değişik çıktılara göre parçalara ayrılmaktadır. Böylece bilgisayarda kullanılan parçanın işgal ettiği yer minimum olmaktadır.

Nümerik ve alfabetik veriler diskete yazdırılıp gerektiğinde oradan alınarak kullanılmaktadır.

Problemde kullanılan değişkenler tamsayı olduğu için, bilgisayarda sayılar tamsayı olarak tanımlanmakta ve böylece büyük ölçüde hafıza kazancı olmaktadır.

Gerektiğinde bir matris boşaltılıp başka bir amaçla kullanılmaktadır.

Birçok kez ortaya çıkan sıralamalar minimum hafıza kaybını gerektiren Shellsort ve Quicksort gibi yöntemlerle yapılmaktadır.

3- Programın sınırları.

Program mevcut kapasiteye göre toplam işlem sayısı 1400 olan bir ya da birkaç serimin süre ve kaynak dengelemesi hesaplarını yapabilmektedir. Her serimin düğüm sayısı en fazla 250 olabilmekte, ancak bu sayı bellekteki boşluğa bağlı olarak artırılabilir.

4- Girdilerin veriliş biçimleri.

Nümerik datanın veriliş sırası her işlem için şu sırayla yapılmaktadır:

- Başlangıç düğümü
- İşlem süresi
- Bitiş düğümü
- İşçi sayısı
- Blok ve kat adı
- İşlemtürü

Alfanümerik data, çıktıya bağlı olarak bir düzene konularak verilebilir.

Her serimin başlangıç bitiş düğümleri ve başlangıç günleri ile,

Çıktıların türüne ve düzenine bağlı olarak değişik data verilir.

5- Çıktı türleri.

Programda gün, takvim ve çubuk diyagramı olarak süreye

göre şu tip hesaplama çıktıları alınabilmektedir:

- Başlangıç (ve bitiş) düğümlerine göre,
- İşlemlerin erken başlamasına (ve toplam bolluğa) göre,
- İşlemlerin toplam bolluklarına (ve başlangıç düğümlerine) göre,
- İşlem türüne (ve başlangıç düğümüne) göre,
- Blok ve kat adına (ve işlem türüne) göre sıralama yapılabilmektedir.

Parantez içindeki yazılar ikinci sıralama kıstasını vermektedir.

Aynı çıktıların dengelemeden sonra da alınması mümkündür: Program aynı zamanda işçi-süre profil eğrisini de (dengelemeden önce ve sonra) verebilmektedir.

2.6. MODELİN KURULMASI, PROBLEMİN ÇÖZÜMLENMESİ VE ÇIKTILARIN AÇIKLANMASI

Kaynak dengelemesi ile ilgili değişik görüşler, proje ile ilgili gerekli tanımlar ve varsayımlar daha önce verilmişti.

Bu bilgilerden yararlanılarak, üç ayrı proje için Tablo 3'de görülen serimler çizilmiştir. Bu tabloda, her üç proje için ekip ve iş sirkülasyonu görülmektedir. Tablonun sağ alt köşesindeki küçük bloklar tek ve çift ekip sirkülasyonlarını ve kalıpların kullanım yerlerini tanımlamaktadır.

Tablo 2'deki metrajlardan yararlanılarak her işlem için, elde edilen süre ve işçi sayıları blok-kat ve işlem tanımları ile birlikte Tablo 4'de gösterilmiştir. Bu tablodaki

düğümler —uygulama da düşünülerek— daha önce Tablo 5, 6 ve 7 de görüleceği üzere rassal bir biçimde numaralanmış, ancak kullanım ve bilgisayar hesap süresinin azaltılması amacıyla değiştirilmiştir.

Bu nedenle Tablo 4'deki düğüm numaraları artan fakat, ardışık olmayan bir düzende gösterilmiştir.

Serimlerdeki işlemler bilgisayarda —yukarıda açıklan-
dığı gibi— altı değişik veri ile tanımlanmıştır. Tablo 8, 9
ve 10'da bu veriler görülmektedir. Üç bloktan oluşan bu tablo-
larda sütunlar sırayla işlemlerin;

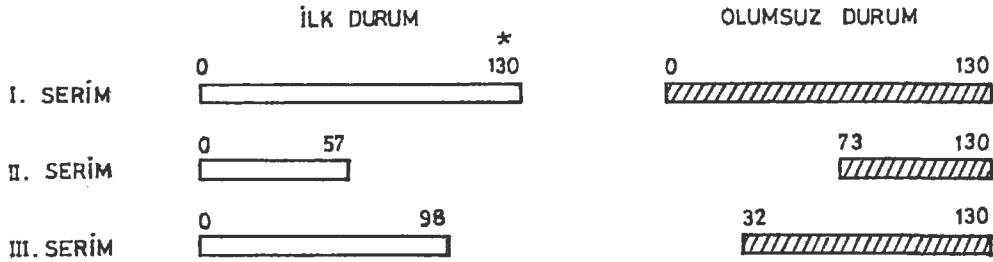
- 1- Başlangıç düğümlerini,
- 2- İşlem sürelerini,
- 3- Bitiş düğümlerini,
- 4- İşçi sayılarını,
- 5- Blok ve kat adlarını,
- 6- İşlem adlarını

göstermektedir. İşlemlerin başlangıç ve bitiş düğümleri numara-
larının, düzeltilmiş olduğuna dikkat edilmelidir. Bu tablo-
larda satırlar önce başlangıç ve sonra da bitiş düğümlerine
göre sıralanmışlardır. 5. ve 6. sütunlarındaki blok-kat ve
işlem adlarını alfanümerik karşılıkları Tablo 11'de verilmiş-
tir.

Bu tezde, daha önce de belirtildiği gibi her üç proje-
de yalnızca işgücü dengelemesi yapılmış ve dengelemede
Burgess yönteminin benzeri kullanılmıştır. Burgess'in önerdi-
ği bu yöntem sırayla birinci, ikinci ve üçüncü serimlere uy-
gulanmış, her üç projede çalışan günlük işçi sayıları karele-
ri toplamının azalması sürdükçe, öteleme ve daha sonra da geri
çekme işlemleri ardışık olarak yinelenmiştir. Bu uygulama,
kareler toplamında bir azalma olmayıncaya kadar sürdürülmüş,

işlemleri geri alma taraması da aynı biçimde hiçbir serimde değişiklik olmayıncaya kadar yapılmıştır. Milyarlarca kıyaslamayı gerektiren (Gülerman,1983) bu taramanın elle yapılmasının mümkün olamayacağı görülmektedir.

Her üç serimde yapılan bu dengelemenin sonuçları -serimlere göre sırasıyla- Tablo 15, 16 ve 17'de gösterilmektedir. Bu tabloda dengelemeden önceki ve sonraki erken başlangıçlar ve bolluklar izlendiğinde ötelemeler rahatça görülebilir. Tabloların, olası en olumsuz durumu sergilediğini hemen belirtmek gerekir. Tablo 12, 13 ve 14'de her serim için çizilmiş olan işçi-süre profil eğrilerinin maksimumlarına karşılık gelen günlerin üst üste çakıştırılmasıyla bu olumsuz başlangıçlara ulaşılmıştır. Buna göre birinci serim 0., ikinci serim 73. ve üçüncü serim de 32. günde başlatılmıştır.



ŞEKİL 10- En olumsuz duruma göre serimlerin başlangıç günlerinin tayini

*Çubukların bitişlerindeki sayılar maksimum işçi sayılarının bulunduğu günleri göstermektedir.

Tablo 15, 16 ve 17'de dengelemeden önceki ve sonraki sonuçlar, bu çoklu dengelemenin profil eğrisi biçimindeki gösterimi ise izleyen tablolarda verilmiştir. Buna göre Tablo 18 de en olumsuz başlangıçlara göre dengelemeden önceki durumu, Tablo 19'da dengelemeden sonraki durumu göstermektedir.

Fazla yer tutacağı düşüncesiyle başlama ve bitişlerin tablolar halinde gösterilmeyen eşzamanlı başlangıçlara göre

yapılan çoklu proje dengelemesi sonuçları, Tablo 20 ve 21'de profil eğrileri biçiminde görülmektedir.

Tablo 12, 13, 14, 18, 19, 20 ve 21'deki işçi-süre profil eğrilerinde tamsayı kullanıldığından ve ayrıca yaklaşık 3'er gün arayla günlük işçi sayıları toplamı gösterilebildiğinden, grafikte gösterilmeyen diğer günlerin durumları eğrinin gerçek biçimde görülmesini engellemektedir. Bu nedenle adı geçen tablolar yalnızca fikir vermek amacıyla düzenlenmişlerdir.

Olumsuz başlangıçlara göre yapılan dengelemedeki işlemlerin bolluklarındaki değişimlerin durumları serimlere göre ayrı ayrı Tablo 22'de bulunmaktadır. Proje bitim sürelerinde hiçbir değişiklik yapılmayıp, yalnızca toplam bollukların kullanılmasıyla elde edilen bu dengelemede, kritik işlemlerdeki artışların ve ayrıca değişime uğrayan işlem sayısının da pek fazla olmadığı aynı tablodan görülebilir.

S O N U Ç

Burgess'in önerdiği sınırsız kaynak ve sabit süreli kaynak dengelemesi yönteminin birbirinden bağımsız, yani aralarında işçi alışverişi olmayan 3 ayrı projeye uygulanması, şantiye ortak sosyal tesislerinin boyutlandırılması açısından şu sonucu vermektedir.

Şantiye sosyal tesislerinin böyle bir dengeleme yapılmaması halinde 400 kişiye göre, dengeleme yapılması halinde ise 234 kişiye göre boyutlandırılması gerekecektir. Buna göre bu boyutlar;

$$(400 - 234)/400 \cong 0,42$$

oranında azalacaktır. Aynı oran en olumsuz başlangıçlara göre değil de eşzamanlı başlangıçlara göre

$$(303 - 214)/303 \cong 0,29$$

olmaktadır. Olumsuz başlangıç hali için yaklaşık bir maliyet hesabı yapılacak olursa şu sonuçlar elde edilebilir.

Kişi başına düşen sosyal tesis alanları yaklaşık olarak;

Yatakhane	4,5 m ²
Yemekhane	1,5 m ²
Diğerleri	<u>1,0 m²</u>
TOPLAM	7,0 m ²

alınırsa ve bu değer 24 Aralık 1984 tarih ve 18615 sayılı Resmi Gazete'de tanımı yapılan 3. Sınıf Yığma Yarı Kargir Yapı türü için m² bedeli olan 12.800.- TL ile kuruslandırılırsa, dengelemeden önce ve sonraki giderlerin durumu şöyle olacaktır.

Masraf Türü	Dengelemeden Önceki (TL)	Dengelemeden Sonraki (TL)	Fark (TL)
1- Sosyal tesis gideri: 7 x 12.800 x 400 (234)	35.840.000.-	20.966.400.-	14.873.600.-
2- Gerekli sosyal tesis malzemesi: 15.000 x 400 (234)	6.000.000.-	3.510.000.-	2.490.000.-
3- Günlük giderler: 2.500 x 44.976 (41.085)	<u>112.440.000.-</u>	<u>102.712.500.-</u>	<u>9.727.500.-</u>
	154.280.000.-	127.188.900.-	27.091.100.-

Aynı Resmi Gazete'de 1. sınıf Betonarme Karkas bina türü için m² bedelinin 46.300.- TL olduğu belirtilmektedir. Tablo 1'de gösterilen projelerin inşaat alanları toplamı olan 12.960 m²'nin bu fiyatla maliyeti bulunacak olursa;

$$12.960 \times 46.300 = 600.048.000.- \text{ TL}$$

elde edilir. Bu durumda dengeleme yapılması halinde bina maliyetinde

$$27.091.100/600.048.000 \approx 0,05$$

oranında tasarruf yapılacağı görülmektedir. Bu sonucu elde

etmek için de ilave herhangi bir kaynak kullanılmamakta ya da proje süresinde herhangi bir değişiklik yapılmamaktadır. Tablo 22'de de görüldüğü gibi 362 işlemin bulunduğu bu üçlü projede dengeleme sonunda kritik işlem sayısı 29 işlemden artmaktadır.

Serimlerin hazırlanması ve datanın bilgisayara verilmesi zaman olarak yaklaşık 5 gün almaktadır. Bu kadar kısa süren bir hizmet sonucunda toplam maliyetin % 5'ine varan bir tasarruf elde edilmektedir.

Serim hazırlanması ile ilgili bu hizmetlerin bedelinin yurtdışında yaklaşık % 0,1 olduğu (O'Brien, 1965) göz önüne alınırsa;

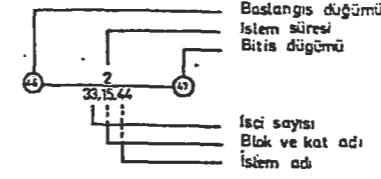
$$600.048.000 \times 0,001 = 600.048.- \text{ TL}$$

karşılığında 27.091.100.- TL'lik bir kazanç elde edilmektedir.

Çoklu projelerde bundan sonra yapılacak çalışmalarda ekip türleri için ya da kısıtlı işgücü kullanılması halinde benzer çalışmaların yapılması uygulama açısından önemli kazançlar olduğunu gösterecektir.

TABLO 4- Serimlerdeki işlemlerin tanımlanması

I. SERİM



Döşeme kaplı + deniz

Cam takılması

Boya + badana

Doğrama takılması

Kasa + siva

Duvar örülmesi
(Duvar ekibi I)

Hafriyat, Duvar örül.
(Duvar ekibi II)

Kalıp sökülmesi

Kalıp (haz., yer. koy.)
(Kalıp ekibi I)

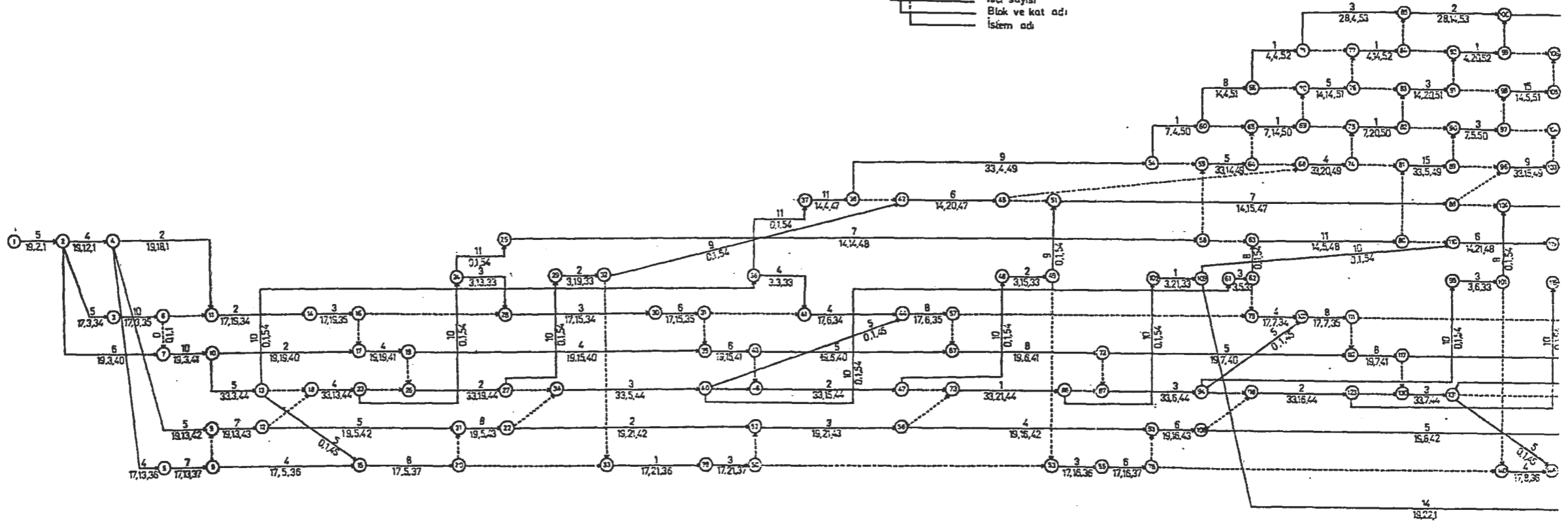
Donatı (haz., yer. koy.)
(Donatı ekibi I)

Beton dökümü

Donatı (haz., yer. koy.)
(Donatı ekibi II)

Kalıp (haz., yer. koy.)
(Kalıp ekibi II)

Çatı



Döşeme kaplı + deniz

Cam takılması

Boya + badana

Doğrama takılması

Kasa + siva

Duvar örülmesi
(Duvar ekibi I)

Hafriyat, Duvar örül.
(Duvar ekibi II)

Kalıp sökülmesi

Kalıp (haz., yer. koy.)
(Kalıp ekibi I)

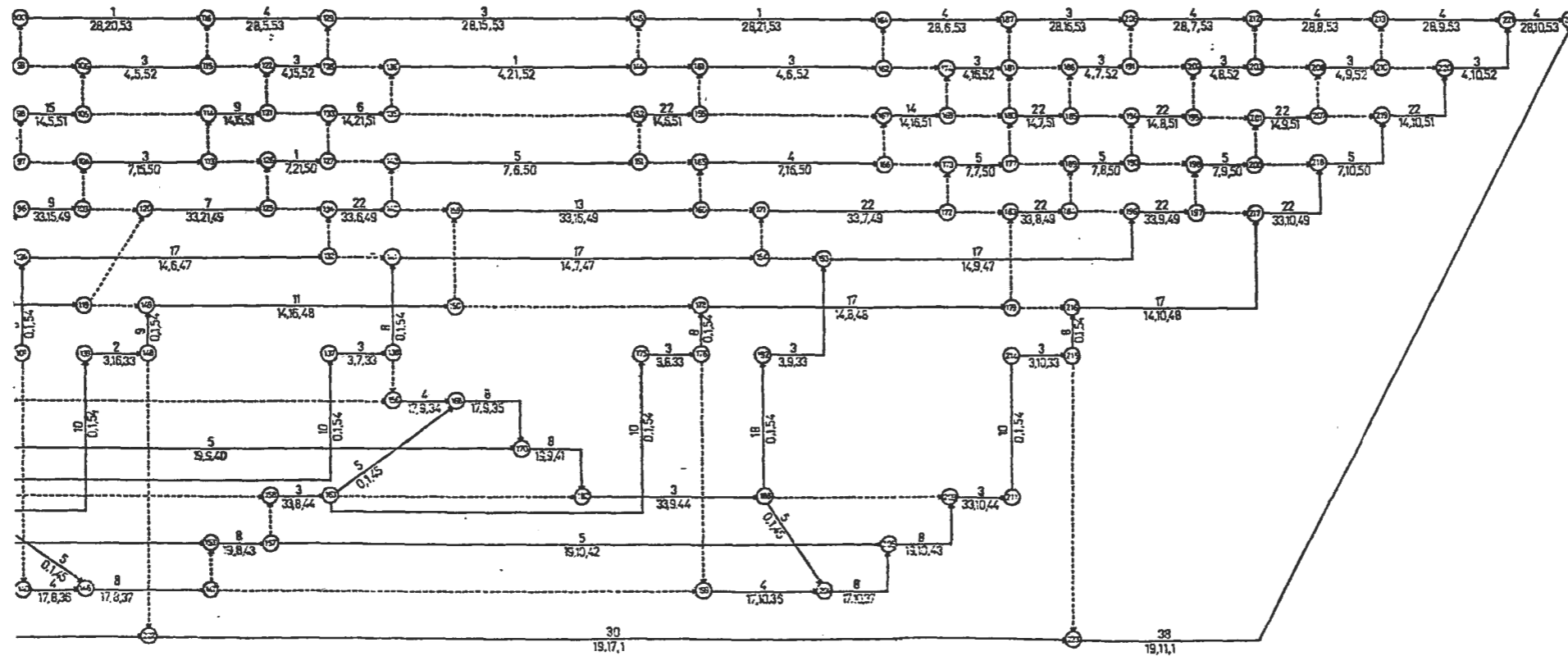
Donatı (haz., yer. koy.)
(Donatı ekibi I)

Beton dökümü

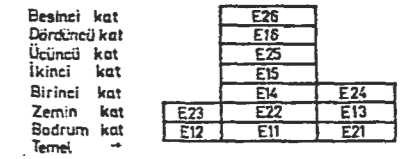
Donatı (haz., yer. koy.)
(Donatı ekibi II)

Kalıp (haz., yer. koy.)
(Kalıp ekibi II)

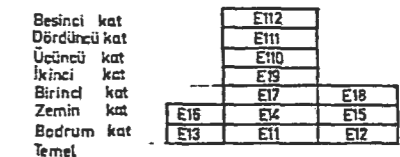
Çatı



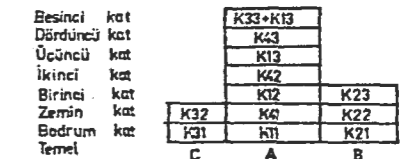
Çift ekip için işlem sırası



Tek ekip için işlem sırası

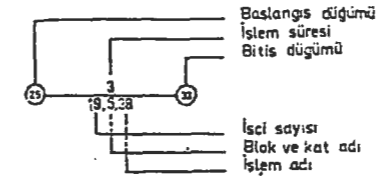


Kalıp kullanım yerleri

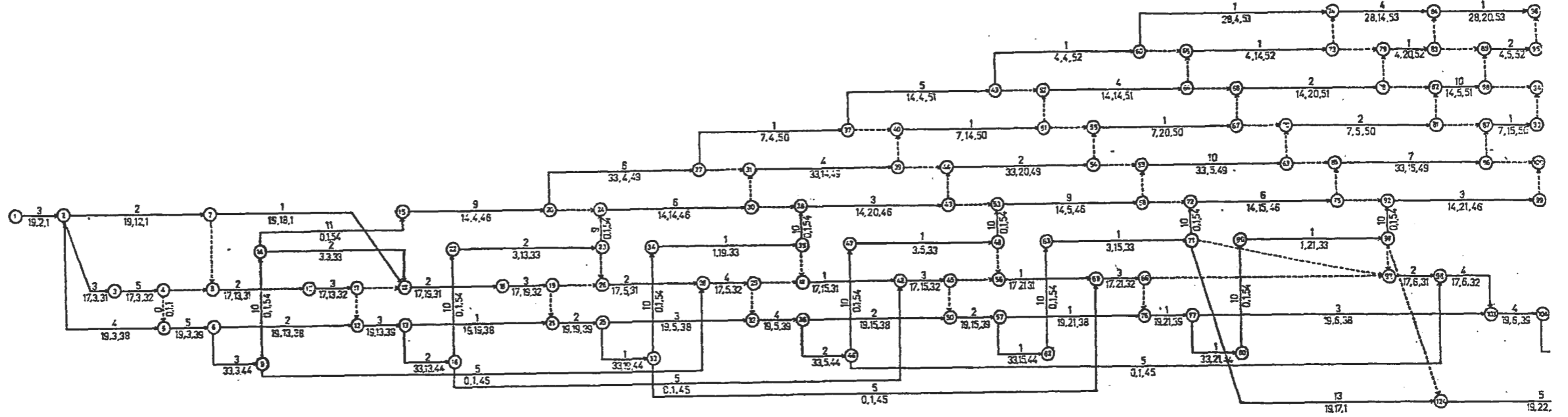


TABLO 4- (devam)

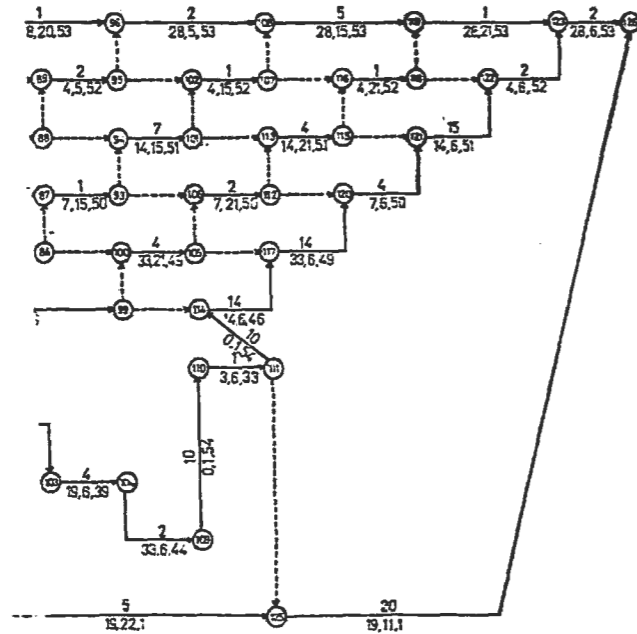
II. SERİM



- Döşeme kaplı deniz.
- Cam takılması
- Boya-badana
- Doğrama takılması
- Kasa+sıva
- Hafriyat, Duvar örül
- Kalıp sökülmesi
- Kalıp (haz.yer.koy.)
- Donatı(haz.yer.koy.)
- Beton dökümü
- Catı



- Döşeme kaplı deniz.
- Cam takılması
- Boya-badana
- Doğrama takılması
- Kasa+sıva
- Hafriyat, Duvar örül
- Kalıp sökülmesi
- Kalıp (haz.yer.koy.)
- Donatı(haz.yer.koy.)
- Beton dökümü
- Catı



Tek ekip için işlem sırası

E17		
E15	E14	E16
E12	E11	E13

Kalıp kullanım yerleri

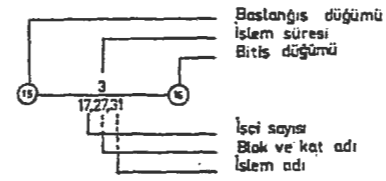
K13+K23		
K13	K22	K23
K21	K11	K12
B	A	C

Birinci kat
Zemin kat
Badrum kat
Temel

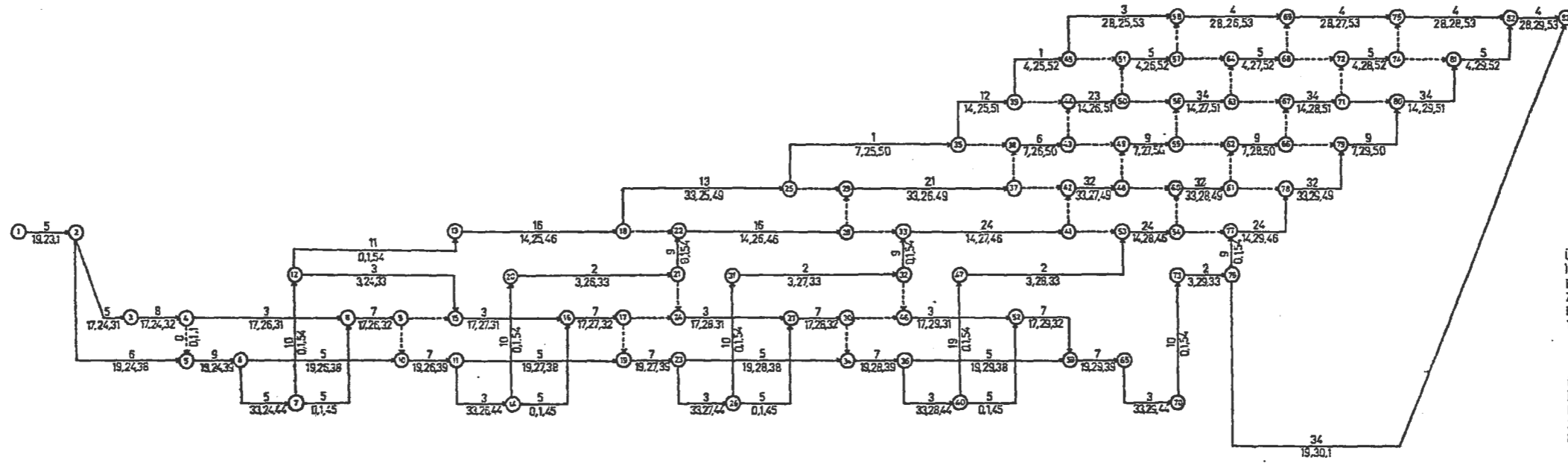
Birinci kat
Zemin kat
Badrum kat
Temel

TABLO 4- (devam)

III. SERİM



- Döşeme kaplı + deniz.
- Cam takılması
- Boya + badana
- Değrama takılması
- Kasa + sıva
- Hafriyat, Duvar örül.
- Kalıp sökülmesi
- Kalıp (naz., yer. koy.)
- Donatı. (naz., yer. koy.)
- Beton dökümü
- Catı



Tek ekip için işlem sırası

- Üçüncü kat
- İkinci kat
- Birinci kat
- Zemin kat
- Bodrum kat
- Temel

E15
E14
E13
E12
E11

Kalıp kullanım yerleri

- Üçüncü kat
- İkinci kat
- Birinci kat
- Zemin kat
- Bodrum kat
- Temel

K13
K22
K12
K21
K11

TABLO 5- Birinci Serimde Dügüm Numarası Değişiklikleri

DÜĞÜM NO.LARININ DEĞİSTİRİLMESİ-BİRİNCİ SERİM

ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI
*****	*****	*****	*****	*****	*****
1 1	39 56	77 77	115 115	153 188	191 217
2 2	40 47	78 123	116 116	154 154	192 200
3 3	41 44	79 117	117 157	155 171	193 201
4 4	42 42	80 80	118 158	156 204	194 203
5 5	43 67	81 81	119 125	157 193	195 212
6 7	44 57	82 82	120 126	158 205	196 218
7 6	45 45	83 83	121 121	159 166	197 207
8 8	46 53	84 84	122 122	160 167	198 208
9 9	47 49	85 85	123 163	161 162	199 219
10 10	48 51	86 131	124 132	162 164	200 210
11 11	49 55	87 110	125 134	163 209	201 213
12 12	50 86	88 88	126 127	164 172	202 220
13 13	51 72	89 89	127 133	165 173	203 221
14 14	52 78	90 90	128 128	166 169	204 224
15 15	53 93	91 91	129 129	167 174	205 24
16 17	54 54	92 92	130 156	168 211	206 29
17 16	55 100	93 140	131 138	169 179	207 36
18 23	56 94	94 101	132 141	170 183	208 40
19 19	57 109	95 124	133 142	171 177	209 102
20 20	58 58	96 96	134 143	172 180	210 61
21 21	59 59	97 97	135 135	173 181	211 95
22 22	60 60	98 98	136 136	174 187	212 139
23 27	61 79	99 99	137 168	175 223	213 137
24 28	62 62	100 100	138 150	176 215	214 175
25 25	63 63	101 146	139 159	177 216	215 192
26 33	64 64	102 119	140 170	178 184	216 214
27 32	65 65	103 103	141 182	179 189	217 18
28 30	66 66	104 104	142 151	180 185	218 26
29 39	67 107	105 105	143 152	181 186	219 34
30 35	68 68	106 106	144 144	182 196	220 46
31 31	69 69	107 222	145 145	183 190	221 73
32 50	70 70	108 148	146 199	184 194	222 87
33 52	71 71	109 149	147 176	185 191	223 118
34 40	72 112	110 120	148 178	186 206	224 130
35 43	73 111	111 147	149 160	187 197	
36 41	74 74	112 153	150 165	188 198	
37 37	75 75	113 113	151 155	189 195	
38 38	76 76	114 114	152 161	190 202	
*****	*****	*****	*****	*****	*****

TABLO 6- İkinci Serimde Düğüm Numarası Değişiklikleri

DÜĞÜM NO.LARININ DEĞİSTİRİLMESİ-İKİNCİ SERİM

ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI
*****	*****	*****	*****	*****	*****
1 1	22 26	43 43	64 64	85 98	106 113
2 2	23 23	44 44	65 65	86 86	107 107
3 3	24 24	45 57	66 80	87 87	108 108
4 5	25 33	46 56	67 67	88 88	109 125
5 4	26 28	47 48	68 68	89 89	110 111
6 6	27 27	48 53	69 69	90 103	111 120
7 8	28 32	49 49	70 70	91 99	112 115
8 7	29 29	50 62	71 75	92 100	113 116
9 9	30 30	51 51	72 85	93 93	114 121
10 10	31 31	52 52	73 73	94 94	115 118
11 12	32 36	53 61	74 74	95 95	116 119
12 11	33 41	54 54	75 97	96 96	117 122
13 13	34 35	55 55	76 91	97 104	118 123
14 17	35 38	56 76	77 92	98 114	119 126
15 15	36 46	57 66	78 78	99 105	120 14
16 16	37 37	58 58	79 79	100 106	121 22
17 18	38 42	59 59	80 124	101 101	122 34
18 21	39 39	60 60	81 81	102 102	123 47
19 19	40 40	61 77	82 82	103 109	124 63
20 20	41 50	62 71	83 83	104 117	125 90
21 25	42 45	63 72	84 84	105 112	126 110
*****	*****	*****	*****	*****	*****

TABLO 7- Üçüncü Serimde Düğüm Numarası Değişiklikleri

DÜĞÜM NO.LARININ DEĞİSTİRİLMESİ-ÜÇÜNCÜ SERİM

ESKİ-YENİ	ESKİ-YENİ	ESKİ-YENİ	ESKİ-YENİ	ESKİ-YENİ	ESKİ-YENİ
*****	*****	*****	*****	*****	*****
1 1	15 16	29 29	43 43	57 57	71 71
2 2	16 19	30 36	44 44	58 58	72 72
3 3	17 17	31 46	45 45	59 76	73 80
4 5	18 18	32 32	46 65	60 77	74 74
5 4	19 23	33 33	47 53	61 61	75 75
6 6	20 24	34 40	48 48	62 62	76 81
7 7	21 21	35 35	49 49	63 63	77 82
8 8	22 22	36 52	50 50	64 64	78 83
9 10	23 26	37 37	51 51	65 78	79 12
10 9	24 27	38 38	52 70	66 66	80 20
11 11	25 25	39 39	53 54	67 67	81 31
12 15	26 34	40 59	54 60	68 68	82 47
13 13	27 30	41 41	55 55	69 69	83 73
14 14	28 28	42 42	56 56	70 79	
*****	*****	*****	*****	*****	*****

TABLO 8- Birinci Serimde Veriler

BIRINCI SERIM'DE VERILER

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
1	5	2	19	2	1	23	10	24	0	1	54	47	0	73	0	1	1
2	5	3	17	3	34	23	0	26	0	1	1	48	2	49	3	15	33
2	4	4	19	12	1	24	11	25	0	1	54	49	9	51	0	1	54
2	6	7	19	3	40	24	3	28	3	13	33	49	0	53	0	1	1
3	10	6	17	3	35	25	7	58	14	14	48	50	0	52	0	1	1
4	4	5	17	13	36	26	2	27	33	19	44	50	0	53	0	1	1
4	5	9	19	13	42	27	10	29	0	1	54	51	7	88	14	15	47
4	2	11	19	18	1	27	0	34	0	1	1	52	3	56	19	21	43
5	7	8	17	13	37	28	3	30	17	15	34	53	3	55	17	16	36
6	0	7	0	1	1	29	2	32	3	19	33	54	0	59	0	1	1
6	0	11	0	1	1	30	6	31	17	15	35	54	1	60	7	4	50
7	10	10	19	3	41	31	0	35	0	1	1	55	6	78	17	16	37
8	0	9	0	1	1	31	0	41	0	1	1	56	0	73	0	1	1
8	4	15	17	5	36	32	0	33	0	1	1	56	4	93	19	16	42
9	7	12	19	13	43	32	9	42	0	1	54	57	0	67	0	1	1
10	5	13	33	3	44	33	1	39	17	21	36	57	0	79	0	1	1
10	2	17	19	19	40	34	3	40	33	5	44	58	0	59	0	1	1
11	2	14	17	19	34	35	6	43	19	15	41	58	0	63	0	1	1
12	0	18	0	1	1	36	11	37	0	1	54	59	5	64	33	14	49
12	5	21	19	5	42	36	4	41	3	3	33	60	0	65	0	1	1
13	5	15	0	1	45	37	11	38	14	4	47	60	8	66	14	4	51
13	0	18	0	1	1	38	0	42	0	1	1	61	3	62	3	5	33
13	10	36	0	1	54	38	9	54	33	4	49	62	8	63	0	1	54
14	3	16	17	19	35	39	3	50	17	21	37	62	0	79	0	1	1
15	8	20	17	5	37	40	5	44	0	1	45	63	11	80	14	5	48
16	0	17	0	1	1	40	0	46	0	1	1	64	0	65	0	1	1
16	0	28	0	1	1	40	10	61	0	1	54	64	0	68	0	1	1
17	4	19	19	19	41	41	4	44	17	6	34	65	1	69	7	14	50
18	4	23	33	13	44	42	6	45	14	20	47	66	0	70	0	1	1
19	0	26	0	1	1	43	0	46	0	1	1	66	1	71	4	4	52
19	4	35	19	15	40	43	5	67	19	6	40	67	8	72	19	6	41
20	0	21	0	1	1	44	8	57	17	6	35	68	4	74	33	20	49
20	0	33	0	1	1	45	0	51	0	1	1	69	0	70	0	1	1
21	8	22	19	5	43	45	0	68	0	1	1	69	0	75	0	1	1
22	0	34	0	1	1	46	2	47	33	15	44	70	5	76	14	14	51
22	2	52	19	21	42	47	10	48	0	1	54	71	0	77	0	1	1

TABLO 8- (devam)

BIRINCI SERİM'DE VERİLER(devam)

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
71	3	85	28	4	53	94	0	118	0	1	1	119	0	120	0	1	1
72	0	87	0	1	1	95	3	101	3	6	33	119	0	149	0	1	1
72	5	112	19	7	40	96	9	103	33	15	49	120	7	125	33	21	49
73	1	86	33	21	44	97	0	98	0	1	1	121	0	122	0	1	1
74	0	75	0	1	1	97	0	104	0	1	1	121	0	133	0	1	1
74	0	81	0	1	1	98	15	105	14	5	51	122	3	128	4	15	52
75	1	82	7	20	50	99	0	100	0	1	1	123	0	130	0	1	1
76	0	77	0	1	1	99	0	106	0	1	1	123	10	139	0	1	54
76	0	83	0	1	1	100	1	116	28	20	53	124	17	132	14	6	47
77	1	84	4	14	52	101	8	124	0	1	54	125	0	126	0	1	1
78	0	93	0	1	1	101	0	140	0	1	1	125	0	134	0	1	1
78	0	140	0	1	1	102	1	109	3	21	33	126	1	127	7	21	50
79	4	107	17	7	34	103	0	104	0	1	1	127	0	133	0	1	1
80	0	81	0	1	1	103	0	120	0	1	1	127	0	143	0	1	1
80	0	110	0	1	1	104	3	113	7	15	50	128	0	129	0	1	1
81	15	89	33	5	49	105	0	106	0	1	1	128	0	136	0	1	1
82	0	83	0	1	1	105	0	114	0	1	1	129	3	145	28	15	53
82	0	90	0	1	1	106	3	115	4	5	52	130	3	131	33	7	44
83	3	91	14	20	51	107	8	111	17	7	35	131	18	137	0	1	54
84	0	85	0	1	1	108	0	118	0	1	1	131	5	146	0	1	45
84	0	92	0	1	1	108	5	153	19	8	42	131	0	158	0	1	1
85	2	100	28	14	53	109	10	110	0	1	54	132	0	134	0	1	1
86	0	87	0	1	1	109	14	222	19	22	1	132	0	141	0	1	1
86	10	102	0	1	54	110	6	119	14	21	48	133	6	135	14	21	51
87	3	94	33	6	44	111	0	112	0	1	1	134	22	142	33	6	49
88	0	96	0	1	1	111	0	156	0	1	1	135	0	136	0	1	1
88	0	124	0	1	1	112	8	117	19	7	41	135	0	152	0	1	1
89	0	90	0	1	1	113	0	114	0	1	1	136	1	144	4	21	52
89	0	96	0	1	1	113	0	126	0	1	1	137	3	138	3	7	33
90	3	97	7	5	50	114	9	121	14	15	51	138	8	141	0	1	54
91	0	92	0	1	1	115	0	116	0	1	1	138	0	156	0	1	1
91	0	98	0	1	1	115	0	122	0	1	1	139	2	148	3	16	33
92	1	99	4	20	52	116	4	129	28	5	53	140	4	146	17	8	36
93	6	108	19	16	43	117	0	130	0	1	1	141	17	154	14	7	47
94	10	95	0	1	54	117	5	170	19	9	40	142	0	143	0	1	1
94	5	107	0	1	45	118	2	123	33	16	44	142	0	159	0	1	1

TABLO 8- (devam)

BIRINCI SERIM'DE VERILER(devami)

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
143	5	151	7	6	50	166	0	173	0	1	1	190	0	198	0	1	1
144	0	145	0	1	1	167	14	169	14	16	51	191	0	202	0	1	1
144	0	161	0	1	1	168	8	170	17	9	35	191	0	206	0	1	1
145	1	164	28	21	53	169	0	174	0	1	1	192	3	193	3	9	33
146	8	147	17	8	37	169	0	180	0	1	1	193	17	196	14	9	47
147	0	153	0	1	1	170	8	182	19	9	41	194	22	195	14	8	51
147	0	199	0	1	1	171	22	172	33	7	49	195	0	201	0	1	1
148	9	149	0	1	54	172	0	173	0	1	1	195	0	202	0	1	1
148	0	222	0	1	1	172	0	183	0	1	1	196	22	197	33	9	49
149	11	150	14	16	48	173	5	177	7	7	50	197	0	198	0	1	1
150	0	159	0	1	1	174	3	181	4	16	52	197	0	217	0	1	1
150	0	178	0	1	1	175	3	176	3	8	33	198	5	200	7	9	50
151	0	152	0	1	1	176	8	178	0	1	54	199	4	204	17	10	36
151	0	165	0	1	1	176	0	199	0	1	1	200	0	201	0	1	1
152	22	155	14	6	51	177	0	180	0	1	1	200	0	218	0	1	1
153	8	157	19	8	43	177	0	189	0	1	1	201	22	207	14	9	51
154	0	171	0	1	1	178	17	179	14	8	48	202	3	203	4	8	52
154	0	193	0	1	1	179	0	183	0	1	1	203	0	208	0	1	1
155	0	161	0	1	1	179	0	216	0	1	1	203	0	212	0	1	1
155	0	167	0	1	1	180	0	181	0	1	1	204	8	205	17	10	37
156	4	168	17	9	34	180	22	185	14	7	51	205	8	209	19	10	43
157	0	158	0	1	1	181	0	186	0	1	1	206	4	212	28	7	53
157	5	205	19	10	42	181	0	187	0	1	1	207	0	208	0	1	1
158	3	163	33	8	44	182	3	188	33	9	44	207	0	219	0	1	1
159	13	160	33	16	49	183	22	184	33	8	49	208	3	210	4	9	52
160	0	165	0	1	1	184	0	189	0	1	1	209	3	211	33	10	44
160	0	171	0	1	1	184	0	196	0	1	1	210	0	213	0	1	1
161	3	162	4	6	52	185	0	186	0	1	1	210	0	220	0	1	1
162	0	164	0	1	1	185	0	194	0	1	1	211	10	214	0	1	54
162	0	174	0	1	1	186	3	191	4	7	52	212	4	213	28	8	53
163	5	168	0	1	45	187	3	206	28	16	53	213	4	221	28	9	53
163	10	175	0	1	54	188	18	192	0	1	54	214	3	215	3	10	33
163	0	182	0	1	1	188	5	204	0	1	45	215	8	216	0	1	54
164	4	187	28	6	53	188	0	209	0	1	1	215	0	223	0	1	1
165	4	166	7	16	50	189	5	190	7	8	50	216	17	217	14	10	48
165	0	167	0	1	1	190	0	194	0	1	1	217	22	218	33	10	49

TABLO 9- İkinci Serimde Veriler

İKİNCİ SERİM'DE VERİLER

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
1	3	2	19	2	1	24	6	30	14	14	46	48	10	53	0	1	54
2	3	3	17	3	31	25	3	32	19	5	38	48	0	56	0	1	1
2	4	5	19	3	38	25	1	33	33	19	44	49	0	52	0	1	1
2	2	7	19	12	1	26	2	28	17	5	31	49	1	60	4	4	52
3	5	4	17	3	32	27	0	31	0	1	1	50	2	57	19	15	39
4	0	5	0	1	1	27	1	37	7	4	50	51	0	52	0	1	1
4	0	8	0	1	1	28	4	29	17	5	32	51	0	55	0	1	1
5	5	6	19	3	39	29	0	32	0	1	1	52	4	64	14	14	51
6	3	9	33	3	44	29	0	41	0	1	1	53	9	58	14	5	46
6	2	12	19	13	38	30	0	31	0	1	1	54	0	55	0	1	1
7	0	8	0	1	1	30	0	38	0	1	1	54	0	59	0	1	1
7	1	17	19	18	1	31	4	39	33	14	49	55	1	67	7	20	50
8	2	10	17	13	31	32	4	36	19	5	39	56	1	61	17	21	31
9	10	14	0	1	54	33	10	34	0	1	54	57	1	62	33	15	44
9	5	28	0	1	45	33	5	61	0	1	45	57	1	76	19	21	38
10	3	11	17	13	32	34	1	35	1	19	33	58	0	59	0	1	1
11	0	12	0	1	1	35	10	38	0	1	54	58	0	72	0	1	1
11	0	17	0	1	1	35	0	41	0	1	1	59	10	69	33	5	49
12	3	13	19	13	39	36	2	46	33	5	44	60	0	65	0	1	1
13	2	16	33	13	44	36	2	50	19	15	38	60	1	74	28	4	53
13	1	21	19	19	38	37	0	40	0	1	1	61	3	66	17	21	32
14	11	15	0	1	54	37	5	49	14	4	51	62	10	63	0	1	54
14	2	17	3	3	33	38	3	43	14	20	46	63	1	71	3	15	33
15	9	20	14	4	46	39	0	40	0	1	1	64	0	65	0	1	1
16	10	22	0	1	54	39	0	44	0	1	1	64	0	68	0	1	1
16	5	42	0	1	45	40	1	51	7	14	50	65	1	73	4	14	52
17	2	18	17	19	31	41	1	42	17	15	31	66	0	76	0	1	1
18	3	19	17	19	32	42	3	45	17	15	32	66	0	97	0	1	1
19	0	21	0	1	1	43	0	44	0	1	1	67	0	68	0	1	1
19	0	25	0	1	1	43	0	53	0	1	1	67	0	70	0	1	1
20	0	24	0	1	1	44	2	54	33	20	49	68	2	78	14	20	51
20	6	27	33	4	49	45	0	50	0	1	1	69	0	70	0	1	1
21	2	25	19	19	39	45	0	56	0	1	1	69	0	85	0	1	1
22	2	23	3	13	33	46	10	47	0	1	54	70	2	81	7	5	50
23	9	24	0	1	54	46	5	98	0	1	45	71	10	72	0	1	54
23	0	26	0	1	1	47	1	48	3	5	33	71	0	97	0	1	1

TABLO 9- (devam)

İKİNCİ SERİM'DE VERİLER(devami)

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
71	13	124	19	17	1	88	0	94	0	1	1	106	2	112	7	21	50
72	6	75	14	15	46	89	2	95	4	5	52	107	0	108	0	1	1
73	0	74	0	1	1	90	1	91	1	21	33	107	0	116	0	1	1
73	0	79	0	1	1	91	10	92	0	1	54	108	5	119	28	15	53
74	4	84	28	14	53	91	0	97	0	1	1	109	10	110	0	1	54
75	0	85	0	1	1	91	0	124	0	1	1	110	1	111	3	6	33
75	0	92	0	1	1	92	3	99	14	21	46	111	10	114	0	1	54
76	1	77	19	21	39	93	0	94	0	1	1	111	0	125	0	1	1
77	1	80	33	21	44	93	0	106	0	1	1	112	0	113	0	1	1
77	3	103	19	6	38	94	7	101	14	15	51	112	0	120	0	1	1
78	0	79	0	1	1	95	0	96	0	1	1	113	4	115	14	21	51
78	0	82	0	1	1	95	0	102	0	1	1	114	14	117	14	6	46
79	1	83	4	20	52	96	2	100	20	5	53	115	0	116	0	1	1
80	10	90	0	1	54	97	2	98	17	6	31	115	0	121	0	1	1
81	0	82	0	1	1	98	4	103	17	6	32	116	1	118	4	21	52
81	0	87	0	1	1	99	0	100	0	1	1	117	14	120	33	6	49
82	10	88	14	5	51	99	0	114	0	1	1	118	0	119	0	1	1
83	0	84	0	1	1	100	4	105	33	21	49	118	0	122	0	1	1
83	0	89	0	1	1	101	0	102	0	1	1	119	1	123	28	21	53
84	1	96	28	20	53	101	0	113	0	1	1	120	4	121	7	6	50
85	7	86	33	15	49	102	1	107	4	15	52	121	15	122	14	6	51
86	0	87	0	1	1	103	4	104	19	6	39	122	2	123	4	6	52
86	0	100	0	1	1	104	2	109	33	6	44	123	2	126	20	6	53
87	1	93	7	15	50	105	0	106	0	1	1	124	5	125	19	22	1
88	0	89	0	1	1	105	0	117	0	1	1	125	20	126	19	11	1

TABLO 10- Üçüncü Serimde Veriler

UCUNCU SERİM'DE VERİLER

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
1	5	2	19	23	1	25	0	29	0	1	1	48	0	49	0	1	1
2	5	3	17	24	31	25	1	35	7	25	50	48	0	60	0	1	1
2	6	5	19	24	38	26	5	27	0	1	45	49	9	55	7	27	50
3	8	4	17	24	32	26	10	31	0	1	54	50	0	51	0	1	1
4	0	5	0	1	1	27	7	38	17	28	32	50	0	56	0	1	1
4	3	8	17	26	31	28	0	29	0	1	1	51	5	57	4	26	52
5	9	6	19	24	39	28	0	33	0	1	1	52	7	59	17	29	32
6	5	7	33	24	44	29	21	37	33	26	49	53	24	54	14	28	46
6	5	10	19	26	38	30	0	34	0	1	1	54	0	60	0	1	1
7	5	8	0	1	45	30	0	46	0	1	1	54	0	77	0	1	1
7	10	12	0	1	54	31	2	32	3	27	33	55	0	56	0	1	1
8	7	9	17	26	32	32	9	33	0	1	54	55	0	62	0	1	1
9	0	10	0	1	1	32	0	46	0	1	1	56	34	63	14	27	51
9	0	15	0	1	1	33	24	41	14	27	46	57	0	58	0	1	1
10	7	11	19	26	39	34	7	36	19	28	39	57	0	64	0	1	1
11	3	14	33	26	44	35	0	38	0	1	1	58	4	69	28	26	53
11	5	19	19	27	38	35	12	39	14	25	51	59	7	65	19	29	39
12	11	13	0	1	54	36	3	40	33	28	44	60	32	61	33	28	49
12	3	15	3	24	33	36	5	59	19	29	38	61	0	62	0	1	1
13	16	18	14	25	46	37	0	38	0	1	1	61	0	78	0	1	1
14	5	16	0	1	45	37	0	42	0	1	1	62	9	66	7	28	50
14	10	20	0	1	54	38	6	43	7	26	50	63	0	64	0	1	1
15	3	16	17	27	31	39	0	44	0	1	1	63	0	67	0	1	1
16	7	17	17	27	32	39	1	45	4	25	52	64	5	68	4	27	52
17	0	19	0	1	1	40	19	47	0	1	54	65	3	70	33	29	44
17	0	24	0	1	1	40	5	52	0	1	45	66	0	67	0	1	1
18	0	22	0	1	1	41	0	42	0	1	1	66	0	79	0	1	1
18	13	25	33	25	49	41	0	53	0	1	1	67	34	71	14	28	51
19	7	23	19	27	39	42	32	48	33	27	49	68	0	69	0	1	1
20	2	21	3	26	33	43	0	44	0	1	1	68	0	72	0	1	1
21	9	22	0	1	54	43	0	49	0	1	1	69	4	75	28	27	53
21	0	24	0	1	1	44	23	50	14	26	51	70	10	73	0	1	54
22	16	28	14	26	46	45	0	51	0	1	1	71	0	72	0	1	1
23	3	26	33	27	44	45	3	58	28	25	53	71	0	80	0	1	1
23	5	34	19	28	38	46	3	52	17	29	31	72	5	74	4	28	52
24	3	27	17	28	31	47	2	53	3	28	33	73	2	76	3	29	33

TABLO 10- (devam)

UCUNCU SERIM'DE VERILER(devami)

i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA	i	t	j	IS	KA	IA
74	0	75	0	1	1	76	34	83	19	30	1	80	34	81	14	29	51
74	0	81	0	1	1	77	24	78	14	29	46	81	5	82	4	29	52
75	4	82	28	28	53	78	32	79	33	29	49	82	4	83	28	29	53
76	9	77	0	1	54	79	9	80	7	29	50						

TABLO 11- Serimlerdeki Alfanümerik Veriler (Blok ve İşlem Adları)

ALFANÜMERİK VERİLER

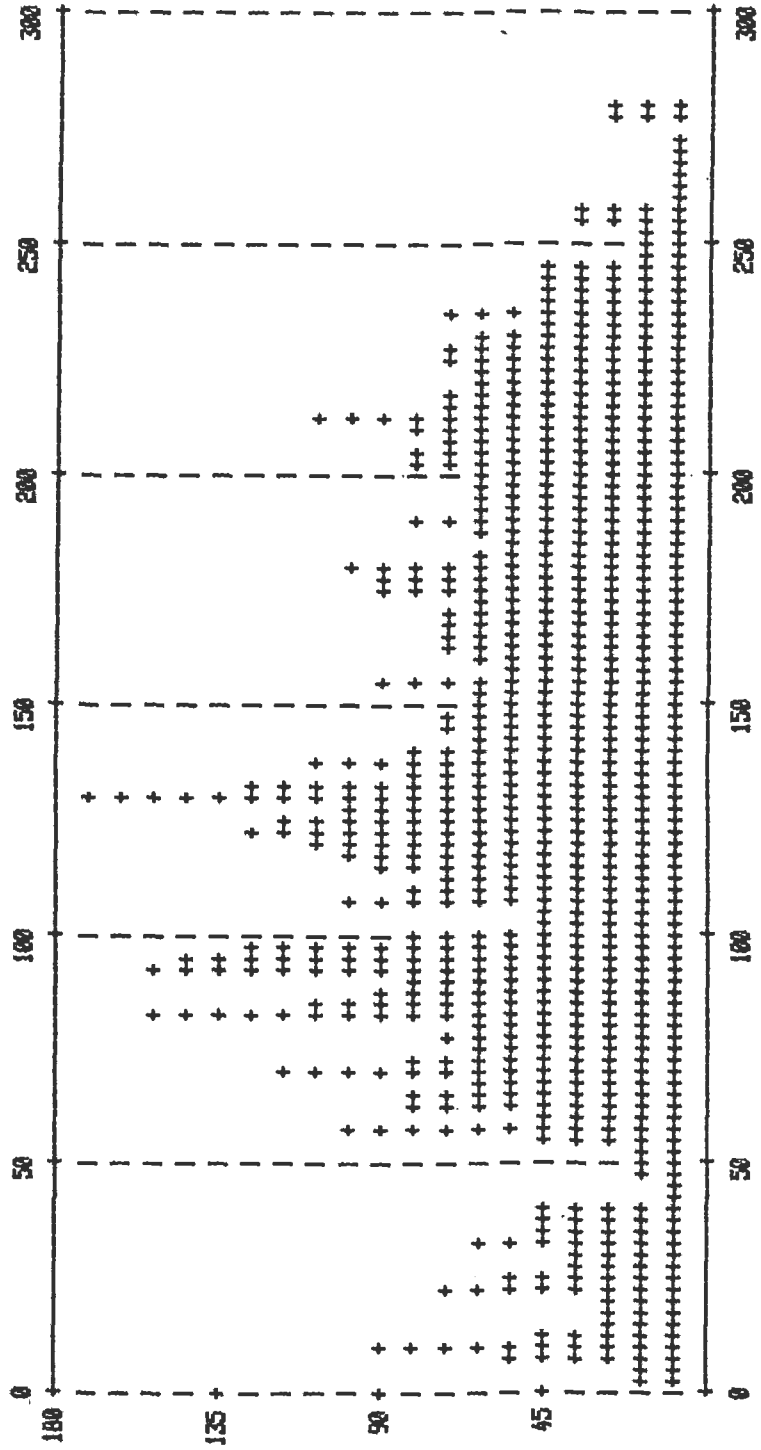
```
*****
1          28    2.kat
2  A hafriyati          29    3.kat
3  A Bodrum+Temel      30    Cati
4  A bodrum            31    -kalip hazirligi
5  A zemin kat         32    -kalip yerine koyma
6  A 1.kat             33    -kalip sokulmesi
7  A 2.kat             34    -kalip hazirligi E.1
8  A 3.kat             35    -kalip y.koyma E.1
9  A 4.kat             36    -kalip hazirligi E.2
10 A 5.kat             37    -kalip y.koyma E.2
11 A cati              38    -donati hazirlik
12 B hafriyati         39    -donati yerine koyma
13 B Bodrum+Temel     40    -donati hazirlik E.1
14 B bodrum           41    -donati y.koyma E.1
15 B zemin kat        42    -donati hazirlik E.2
16 B 1.kat            43    -donati y.koyma E.2
17 B cati              44    -beton dokulmesi
18 C hafriyati         45    Beton kuru
19 C Bodrum+Temel     46    -duvar orulmesi
20 C bodrum           47    -duvar orulmesi E.1
21 C zemin kat        48    -duvar orulmesi E.2
22 C cati              49    -kasa+siva
23 Hafriyat           50    -dograma takilmasi
24 Bodrum+Temel       51    -boya+badana
25 Bodrum             52    -cam takilmasi
26 Zemin kat          53    -döşeme kap.+denizlik
27 1.kat              54    Kalip bekleme süresi
*****
```

TABLO 12- Birinci Serimde İsci-Süre Profil Eğrisi

İSÇİ-SÜRE PROFİL EĞRİSİ
BİRİNCİ SERİM

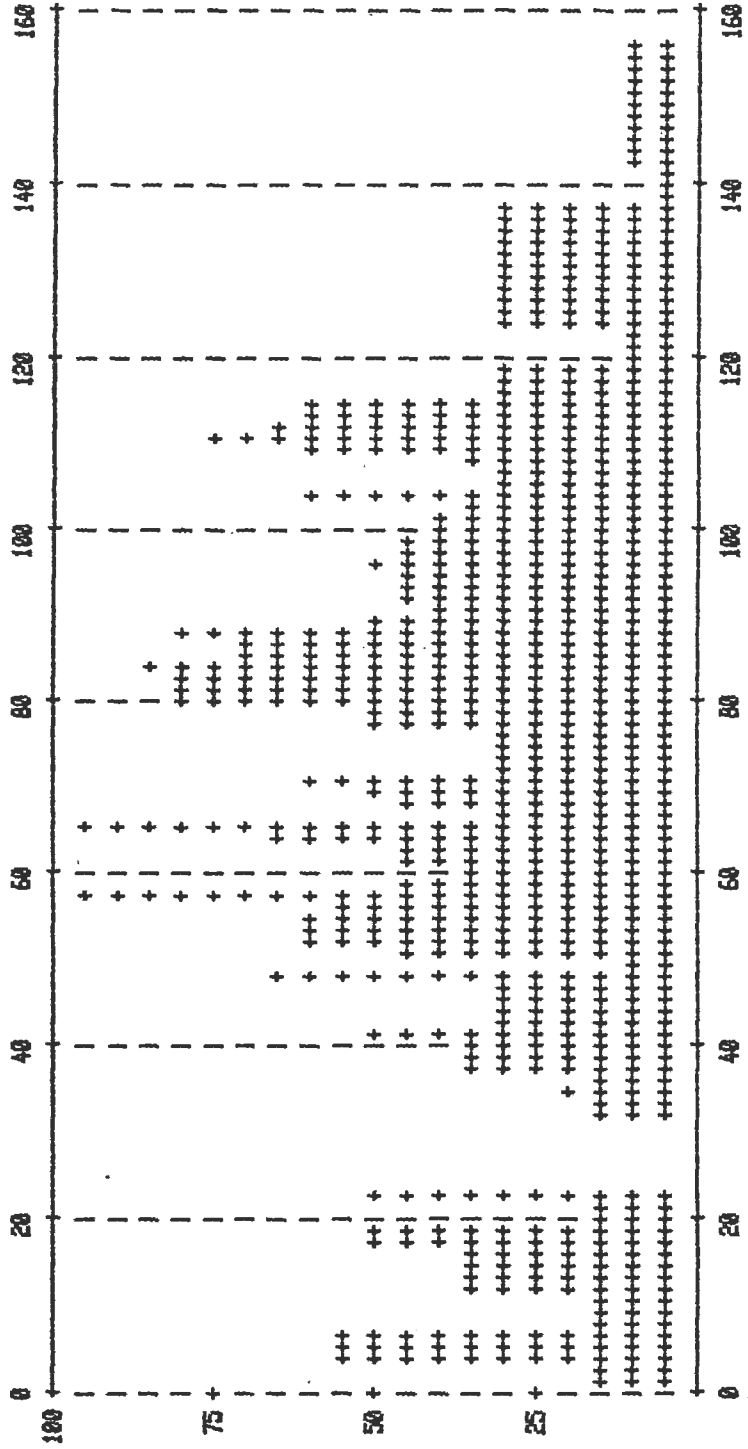
Max isçi sayısı : 174 Kum.calisan isçi : 19206
Ort.isçi sayısı : 101 Kum.toplam isçi : 28158
Yığılma oranı : 1.73 Kullanılan kapasite: 0.682
Max isçi olduğu gün : 130
İsin süresi : 280 Kareler toplamı : 1.63E+06

Dengelemadan önceki durum



TABLO 13- İkinci Serimde İşçi-Süre Profil Eğrisi

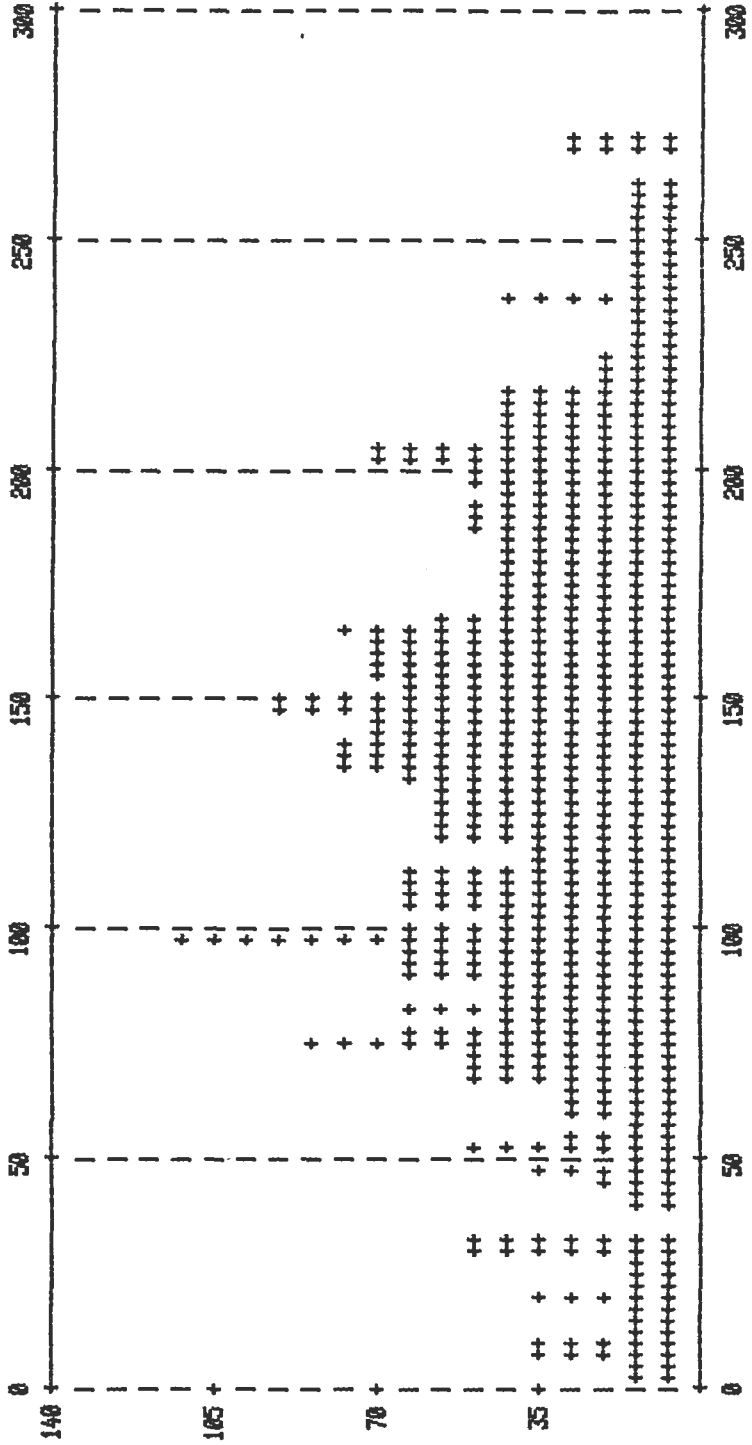
İŞÇİ-SÜRE PROFİL EĞRİSİ		Max işçi sayısı : 93	Kum. çalışan işçi : 6081
İKİNCİ SERİM		Ort. işçi sayısı : 59	Kum. toplam işçi : 9365
		Yığılma oranı : 1.69	Kullanılan kapasite: 0.649
		Max işçi olduğu gün : 57	
Dengelemeden önceki durum		İsin süresi : 160	Kareler toplamı : 3.12E+05



TABLO 14- Üçüncü Serimde İşçi-Süre Profil Eğrisi

İŞÇİ-SÜRE PROFİL EĞRİSİ	Max işçi sayısı : 127	Kum. çalışan işçi : 11951
ÜÇÜNCÜ SERİM	Ort. işçi sayısı : 64	Kum. toplam işçi : 17581
	Yığılma oranı : 1.97	Kullanılan kapasite: 0.680
	Max işçi olduğu gün : 98	
	İşin süresi : 273	Kareler toplamı : 6.83E+05

Dengelemeler önceki duruma



TABLO 15- Birinci Serimde En Olumsuz Başlangıçlara Göre Dengelemeden Önceki ve Sonraki Durumlar

BİRİNCİ SERİM (Süreye göre planlama)
İşlem sayısı : 330

NO	İSLEMİN ADI	Dengelemeden önceki durum					Dengelemeden sonraki durum						
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	İS
1	A hafriyatı	5	0	5	0	5	0	0	5	0	5	0	19
2	A Bodrum+Temel-kalip hazırlığı E.1	5	5	10	5	10	0	5	10	5	10	0	17
2	B hafriyatı	4	5	9	13	17	8	5	9	13	17	8	19
2	A Bodrum+Temel-donati hazırlığı E.1	6	5	11	14	20	9	5	11	14	20	9	19
3	A Bodrum+Temel-kalip y.koyma E.1	10	10	20	10	20	0	10	20	10	20	0	17
4	B Bodrum+Temel-kalip hazırlığı E.2	4	9	13	17	21	8	16	20	17	21	1	17
4	B Bodrum+Temel-donati hazırlığı E.2	5	9	14	23	28	14	11	16	23	28	12	19
4	C hafriyatı	2	9	11	43	45	34	9	11	43	45	34	19
5	B Bodrum+Temel-kalip y.koyma E.2	7	13	20	21	28	8	13	20	21	28	8	17
7	A Bodrum+Temel-donati y.koyma E.1	10	20	30	20	30	0	20	30	20	30	0	19
8	A zemin kat-kalip hazırlığı E.2	4	20	24	36	40	16	20	24	36	40	16	17
9	B Bodrum+Temel-donati y.koyma E.2	7	20	27	28	35	8	23	30	28	35	5	19
10	A Bodrum+Temel-beton dokulmesi	5	30	35	30	35	0	30	35	30	35	0	33
10	C Bodrum+Temel-donati hazırlığı E.1	2	30	32	48	50	18	30	32	48	50	18	19
11	C Bodrum+Temel-kalip hazırlığı E.1	2	20	22	45	47	25	20	22	45	47	25	17
12	A zemin kat-donati hazırlığı E.2	5	27	32	43	48	16	27	32	43	48	16	19
13	Beton kuru	5	35	40	35	40	0	35	40	35	40	0	0
13	Kalip bekleme süresi	10	35	45	41	51	6	35	45	41	51	6	0
14	C Bodrum+Temel-kalip y.koyma E.1	3	22	25	47	50	25	22	25	47	50	25	17
15	A zemin kat-kalip y.koyma E.2	8	40	48	40	48	0	40	48	40	48	0	17
17	C Bodrum+Temel-donati y.koyma E.1	4	32	36	50	54	18	32	36	50	54	18	19
18	B Bodrum+Temel-beton dokulmesi	4	35	39	35	39	0	35	39	35	39	0	33
19	B zemin kat-donati hazırlığı E.1	4	36	40	58	62	22	36	40	58	62	22	19
21	A zemin kat-donati y.koyma E.2	8	48	56	48	56	0	48	56	48	56	0	19

TABLO 15- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dengelenmeden önceki durum				Dengelenmiş durum							
		t	EB	ET	68	6T	78	EB	ET	68	6T	78	79
44	A 1.kat-kalip y.koyma E.1	8	65	73	65	73	0	65	73	0	17		
46	B zemin kat-beton dokulmesi	2	67	69	75	77	8	67	69	75	77	8	33
47	Kalip bekleme suresi	10	69	79	77	87	8	69	79	77	87	8	0
48	B zemin kat-kalip sokulmesi	2	79	81	87	89	8	79	81	87	89	8	3
49	Kalip bekleme suresi	9	81	90	89	98	8	81	90	89	98	8	0
51	B zemin kat-duvar orulmesi E.1	7	90	97	98	105	8	90	105	98	105	0	14
52	C zemin kat-donati y.koyma E.2	3	58	61	77	80	19	58	61	77	80	19	19
53	B 1.kat-kalip hazirligi E.2	3	81	84	94	97	13	81	84	94	97	13	17
54	A bodrum-dograna takilmasi	1	76	77	102	103	26	76	77	102	103	26	7
55	B 1.kat-kalip y.koyma E.2	6	84	90	97	103	13	85	91	97	103	12	17
56	B 1.kat-donati hazirligi E.2	4	61	65	99	103	38	64	68	99	103	35	19
59	B bodrum-kasatsiya	5	76	81	82	87	6	76	81	82	87	6	33
60	A bodrum-boya+badana	8	77	85	103	111	26	77	85	103	111	26	14
61	A zemin kat-kalip sokulmesi	3	69	72	69	72	0	69	72	69	72	0	3
62	Kalip bekleme suresi	8	72	80	72	80	0	72	80	72	80	0	0
63	A zemin kat-duvar orulmesi E.2	11	80	91	80	91	0	80	91	80	91	0	14
65	B bodrum-dograna takilmasi	1	81	82	110	111	29	81	82	110	111	29	7
66	A bodrum-cam takilmasi	1	85	86	242	243	157	85	86	242	243	157	4
67	A 1.kat-donati y.koyma E.1	8	73	81	73	81	0	73	81	73	81	0	19
68	C bodrum-kasatsiya	4	81	85	87	91	6	81	85	87	91	6	33
70	B bodrum-boya+badana	5	85	90	111	116	26	85	90	111	116	26	14
71	A bodrum-doseme kap.+denizlik	3	86	89	243	246	157	86	89	243	246	157	28
72	A 2.kat-donati hazirligi E.1	5	81	86	98	103	17	86	91	98	103	12	19
73	C zemin kat-beton dokulmesi	1	69	70	80	81	11	72	73	80	81	8	33

TABLO 15- (devam)

NO	İSLEMİN ADI	Dengelenen onceki durum						Dengelenen durum					
		t	EB	ET	6B	6T	TB	EB	ET	6B	6T	TB	IS
75	82 C bodrum-dograma takilmasi	1	85	86	115	116	30	85	86	115	116	30	7
77	84 B bodrum-cam takilmasi	1	90	91	244	245	154	92	93	244	245	152	4
79	107 A 2.kat-kalip hazirligi E.1	4	73	77	91	95	18	73	77	91	95	18	17
81	89 A zemin kat-kasasiva	15	91	106	91	106	0	91	106	91	106	0	33
83	91 C bodrum-boya+badana	3	90	93	116	119	26	90	93	116	119	26	14
85	100 B bodrum-doseme kap.+denizlik	2	91	93	246	248	153	92	94	246	248	154	28
86	102 Kalip bekleme suresi	10	70	80	88	98	18	70	80	88	98	18	0
87	94 A 1.kat-beton dokulmesi	3	81	84	81	84	0	81	84	81	84	0	33
90	97 A zemin kat-dograma,takilmasi	3	106	109	116	119	10	110	113	116	119	6	7
92	99 C bodrum-cam takilmasi	1	93	94	245	246	152	93	94	245	246	152	4
93	108 B 1.kat-donati y.koyma E.2	6	90	96	103	109	13	96	102	103	109	7	19
94	95 Kalip bekleme suresi	10	84	94	84	94	0	84	94	84	94	0	0
94	107 Beton kuru	5	84	89	90	95	6	84	89	90	95	6	0
95	101 A 1.kat-kalip sokulmesi	3	94	97	94	97	0	94	97	94	97	0	3
96	103 B zemin kat-kasasiva	9	106	115	106	115	0	106	115	106	115	0	33
98	105 A zemin kat-boya+badana	15	109	124	119	134	10	109	124	119	134	10	14
100	116 C bodrum-doseme kap.+denizlik	1	94	95	248	249	154	95	96	248	249	153	28
101	124 Kalip bekleme suresi	8	97	105	97	105	0	97	105	97	105	0	0
102	109 C zemin kat-kalip sokulmesi	1	80	81	98	99	18	80	81	98	99	18	3
104	113 B zemin kat-dograma takilmasi	3	115	118	131	134	16	115	118	131	134	16	7
106	115 A zemin kat-cam takilmasi	3	124	127	246	249	122	124	127	246	249	122	4
107	111 A 2.kat-kalip y.koyma E.1	8	89	97	95	103	6	89	97	95	103	6	17
108	153 A 3.kat-donati hazirligi E.2	5	96	101	122	127	26	100	105	122	127	22	19
109	110 Kalip bekleme suresi	10	81	91	99	109	18	81	91	99	103	18	0

TABLO 15- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dengelemeden önceki durum				Dengelemeden sonraki durum			
		t	EB	ET	6B 6T 7B	EB	ET	6B 6T 7B	IS
109	222 C cati	14	81	95	198	212	117	19	
110	119 C zemin kat-duvar orulmesi E.2	6	91	97	109	115	18	14	
112	117 A 2.kat-donati y. koyma E.1	8	97	105	103	111	6	19	
114	121 B zemin kat-boya+badana	9	124	133	134	143	10	14	
116	129 A zemin kat-doseme kap.+denizlik	4	127	131	249	253	122	28	
117	170 A 4.kat-donati hazirligi E.1	5	105	110	146	151	41	19	
118	123 B 1.kat-beton dokulmesi	2	96	98	109	111	13	33	
120	125 C zemin kat-kasatsiva	7	115	122	115	122	0	33	
122	128 B zemin kat-caam takilmasi	3	133	136	250	253	117	4	
123	139 Kalip bekleme suresi	10	98	108	113	123	15	0	
124	132 A 1.kat-duvar orulmesi E.1	17	105	122	105	122	0	14	
126	127 C zemin kat-dograma takilmasi	1	122	123	142	143	20	7	
129	145 B zemin kat-doseme kap.+denizlik	3	136	139	253	256	117	28	
130	131 A 2.kat-beton dokulmesi	3	105	108	111	114	6	33	
131	137 Kalip bekleme suresi	10	108	118	120	130	12	0	
131	146 Beton kuru	5	108	113	114	119	6	0	
133	135 C zemin kat-boya+badana	6	133	139	143	149	10	14	
134	142 A 1.kat-kasatsiva	22	122	144	122	144	0	33	
136	144 C zemin kat-caam takilmasi	1	139	140	253	254	114	4	
137	138 A 2.kat-kalip sokulmesi	3	118	121	130	133	12	3	
138	141 Kalip bekleme suresi	8	121	129	133	141	12	0	
139	148 B 1.kat-kalip sokulmesi	2	108	110	123	125	15	3	
140	146 A 3.kat-kalip hazirligi E.2	4	97	101	115	119	18	17	
141	154 A 2.kat-duvar orulmesi E.1	17	129	146	141	158	12	14	
			81	95	198	212	117	19	
			93	99	109	115	16	14	
			97	105	103	111	6	19	
			134	143	134	143	0	14	
			133	137	249	253	116	28	
			105	110	146	151	41	19	
			96	98	109	111	13	33	
			115	122	115	122	0	33	
			134	137	250	253	116	4	
			98	108	113	123	15	0	
			105	122	105	122	0	14	
			122	123	142	143	20	7	
			138	141	253	256	115	28	
			106	109	111	114	5	33	
			108	118	120	130	12	0	
			108	113	114	119	6	0	
			143	149	143	149	0	14	
			122	144	122	144	0	33	
			146	147	253	254	107	4	
			118	121	130	133	12	3	
			121	129	133	141	12	0	
			109	111	123	125	14	3	
			99	103	115	119	16	17	
			141	158	141	158	0	14	

TABLO 15- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dengelenmeden önceki durum				Dengelenmiş durum							
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
143	A 1.kat-döğrama takılması	5	144	149	144	149	0	144	149	144	149	0	7
145	C zemin kat-döşeme kap.+denizlik	1	140	141	256	257	116	141	142	256	257	115	28
146	A 3.kat-kalip y.koyma E.2	6	113	121	119	127	6	113	121	119	127	6	17
148	Kalip bekleme süresi	9	110	119	125	134	15	110	119	125	134	15	0
149	B 1.kat-duvar örülmesi E.2	11	119	130	134	145	15	119	130	134	145	15	14
152	A 1.kat-boya+badana	22	149	171	149	171	0	149	171	149	171	0	14
153	A 3.kat-domati y.koyma E.2	6	121	129	127	135	6	121	129	127	135	6	19
156	A 4.kat-kalip hazırlığı E.1	4	121	125	139	143	18	121	125	139	143	18	17
157	A 5.kat-domati hazırlık E.2	5	129	134	170	175	41	130	135	170	175	40	19
158	A 3.kat-beton dokülmesi	3	129	132	135	138	6	131	134	135	138	4	33
159	B 1.kat-kasatsıva	13	144	157	145	158	1	145	158	145	158	0	33
161	A 1.kat-cam takılması	3	171	174	254	257	83	171	174	254	257	83	4
163	Beton kuru	5	132	137	138	143	6	132	137	138	143	6	0
163	Kalip bekleme süresi	10	132	142	142	152	10	132	142	142	152	10	0
164	A 1.kat-döşeme kap.+denizlik	4	174	178	257	261	83	174	178	257	261	83	28
165	B 1.kat-döğrama takılması	4	157	161	167	171	10	161	165	167	171	6	7
167	B 1.kat-boya+badana	14	171	185	171	185	0	171	185	171	185	0	14
168	A 4.kat-kalip y.koyma E.1	8	137	145	143	151	6	143	151	143	151	0	17
170	A 4.kat-domati y.koyma E.1	8	145	153	151	159	6	145	153	151	159	6	19
171	A 2.kat-kasatsıva	22	157	179	158	180	1	158	180	158	180	0	33
173	A 2.kat-döğrama takılması	5	179	184	180	185	1	180	185	180	185	0	7
174	B 1.kat-cam takılması	3	185	188	258	261	73	187	190	258	261	71	4
175	A 3.kat-kalip sokulmesi	3	142	145	152	155	10	146	149	152	155	6	3
176	Kalip bekleme süresi	8	145	153	155	163	10	145	153	155	163	10	0

TABLO 15- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dengelenmeden önceki durum				Dengelenmiş durum												
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS					
178	179	A	3	kat-duvar	orulumesi	E.2	17	153	170	163	180	10	158	175	163	180	5	14
180	185	A	2	kat-boya+badana		22	185	207	185	207	0	0	185	207	185	207	0	14
182	188	A	4	kat-beton	dokulmesi	3	153	156	159	162	6	6	153	156	159	162	6	33
183	184	A	3	kat-kasa+siva		22	179	201	180	202	1	1	180	202	180	202	0	33
186	191	A	2	kat-cam	takılması	3	207	210	261	264	54	54	209	212	261	264	52	4
187	206	B	1	kat-doseme	kap.+denizlik	3	188	191	261	264	73	73	193	196	261	264	68	28
188	192			Kalip	bekleme suresi	18	156	174	164	182	8	8	156	174	164	182	8	0
188	204			Beton	kuru	5	156	161	162	167	6	6	156	161	162	167	6	0
189	190	A	3	kat-dograma	takılması	5	201	206	202	207	1	1	202	207	202	207	0	7
192	193	A	4	kat-kalip	sokulmesi	3	174	177	182	185	8	8	178	181	182	185	4	3
193	196	A	4	kat-duvar	orulumesi	E.1	17	177	194	185	202	8	165	202	185	202	0	14
194	195	A	3	kat-boya+badana		22	207	229	207	229	0	0	207	229	207	229	0	14
196	197	A	4	kat-kasa+siva		22	201	223	202	224	1	1	202	224	202	224	0	33
198	200	A	4	kat-dograma	takılması	5	223	228	224	229	1	1	224	229	224	229	0	7
199	204	A	5	kat-kalip	hazirligi	E.2	4	145	149	163	167	18	145	149	163	167	18	17
201	207	A	4	kat-boya+badana		22	229	251	229	251	0	0	229	251	229	251	0	14
202	203	A	3	kat-cam	takılması	3	229	232	265	268	36	36	229	232	265	268	36	4
204	205	A	5	kat-kalip	y.koyma	E.2	8	161	169	167	175	6	161	169	167	175	6	17
205	209	A	5	kat-donati	y.koyma	E.2	8	169	177	175	183	6	169	177	175	183	6	19
206	212	A	2	kat-doseme	kap.+denizlik	4	210	214	264	268	54	54	210	214	264	268	54	28
208	210	A	4	kat-cam	takılması	3	251	254	269	272	18	18	260	263	269	272	9	4
209	211	A	5	kat-beton	dokulmesi	3	177	180	183	186	6	6	177	180	183	186	6	33
211	214			Kalip	bekleme suresi	10	180	190	186	196	6	6	180	190	186	196	6	0
212	213	A	3	kat-doseme	kap.+denizlik	4	232	236	268	272	36	36	238	242	268	272	30	28

TABLO 15- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dugunlere gore siralanis(devami)	Dengelenen oncesi durum					Dengelenenmis durum						
			t	EB	ET	EB	GT	TB	EB	ET	EB	GT	TB	IS
213	221	A 4. kat-doseme kap. tdenizilik	4	254	258	272	276	18	263	267	272	276	9	28
214	215	A 5. kat-kalip sokulmesi	3	190	193	196	199	6	192	195	196	199	4	3
215	216	Kalip bekleme suresi	8	193	201	199	207	6	193	201	199	207	6	0
216	217	A 5. kat-duvar orulmesi E.2	17	201	218	207	224	6	207	224	207	224	0	14
217	218	A 5. kat-kasatsiva	22	223	245	224	246	1	224	246	224	246	0	33
218	219	A 5. kat-dograna takilmasi	5	245	250	246	251	1	246	251	246	251	0	7
219	220	A 5. kat-boyat+badana	22	251	273	251	273	0	251	273	251	273	0	14
220	221	A 5. kat-cam takilmasi	3	273	276	273	276	0	273	276	273	276	0	4
221	224	A 5. kat-doseme kap. tdenizilik	4	276	280	276	280	0	276	280	276	280	0	28
222	223	B cati	30	110	140	212	242	102	110	140	212	242	102	19
223	224	A cati	38	193	231	242	280	49	242	280	242	280	0	19

TABLO 16- İkinci Serimde En Olumsuz Başlangıçlara Göre Dengelemeden Önceki ve Sonraki Durumlar

İKİNCİ SERİM (Sureye göre planlama)
İşlem sayısı : 183

NO	İSLEMİN ADI	Dengelemeden önceki durum						Dengelemeden sonraki durum					
		t	EB	ET	GB	GT	TB	t	EB	ET	GB	GT	TB
1	A hafriyatı	3	73	76	73	76	0	73	76	73	76	0	19
2	A Bodrum+Temel-kalip hazırlığı	3	76	79	76	79	0	76	79	76	79	0	17
2	A Bodrum+Temel-donati hazırlık	4	76	80	80	84	4	77	81	80	84	3	19
2	B hafriyatı	2	76	78	85	87	9	76	78	85	87	9	19
3	A Bodrum+Temel-kalip yerine koyma	5	79	84	79	84	0	79	84	79	84	0	17
5	A Bodrum+Temel-donati yerine koyma	5	84	89	84	89	0	84	89	84	89	0	19
6	A Bodrum+Temel-beton dokulmesi	3	89	92	89	92	0	89	92	89	92	0	33
6	B Bodrum+Temel-donati hazırlık	2	89	91	90	92	1	89	91	90	92	1	19
7	C hafriyatı	1	78	79	103	104	25	78	79	103	104	25	19
8	B Bodrum+Temel-kalip hazırlığı	2	84	86	87	89	3	84	86	87	89	3	17
9	Kalip bekleme süresi	10	92	102	92	102	0	92	102	92	102	0	0
9	Beton kuru	5	92	97	106	111	14	92	97	106	111	14	0
10	B Bodrum+Temel-kalip yerine koyma	3	86	89	89	92	3	85	89	89	92	3	17
12	B Bodrum+Temel-donati yerine koyma	3	91	94	92	95	1	91	94	92	95	1	19
13	B Bodrum+Temel-beton dokulmesi	2	94	96	95	97	1	94	96	95	97	1	33
13	C Bodrum+Temel-donati hazırlık	1	94	95	103	110	15	94	95	103	110	15	19
14	Kalip bekleme süresi	11	102	113	135	146	33	102	113	135	146	33	0
14	A Bodrum+Temel-kalip sokulmesi	2	102	104	102	104	0	102	104	102	104	0	3
15	A bodrum-duvar orulmesi	9	113	122	146	155	33	113	122	146	155	33	14
16	Kalip bekleme süresi	10	96	106	97	107	1	96	106	97	107	1	0
16	Beton kuru	5	96	101	124	129	28	96	101	124	129	28	0
17	C Bodrum+Temel-kalip hazırlığı	2	104	106	104	106	0	104	106	104	106	0	17
18	C Bodrum+Temel-kalip yerine koyma	3	106	109	106	109	0	106	109	106	109	0	17
20	A bodrum-kasa+siva	6	122	128	163	169	41	122	128	163	169	41	33

TABLO 16- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dengelemeden önceki durum				Dengelemis durum							
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
21	C Bodrum+Temel-donati yerine koyma	2	109	111	110	112	1	109	111	110	112	1	19
22	B Bodrum+Temel-kalip sokulmesi	2	106	108	107	109	1	107	109	107	109	0	3
23	24 Kalip bekleme suresi	9	108	117	146	155	38	108	117	146	155	38	0
24	30 B bodrum-duvar orulmesi	6	122	128	155	161	33	122	128	155	161	33	14
25	32 A zemin kat-donati hazirlilik	3	111	114	112	115	1	112	115	112	115	0	19
25	33 C Bodrum+Temel-beton dokulmesi	1	111	112	116	117	5	111	112	116	117	5	33
26	28 A zemin kat-kalip hazirligi	2	109	111	109	111	0	109	111	109	111	0	17
27	37 A bodrum-dograma takilmasi	1	128	129	181	182	53	128	129	181	182	53	7
28	29 A zemin kat-kalip yerine koyma	4	111	115	111	115	0	111	115	111	115	0	17
31	39 B bodrum-kasa+siva	4	128	132	169	173	41	130	134	169	173	39	33
32	36 A zemin kat-donati yerine koyma	4	115	119	115	119	0	115	119	115	119	0	19
33	34 Kalip bekleme suresi	10	112	122	117	127	5	112	122	117	127	5	0
33	61 Beton kuru	5	112	117	128	133	16	112	117	128	133	16	0
34	35 C Bodrum+Temel-kalip sokulmesi	1	122	123	127	128	5	125	126	127	128	2	1
35	38 Kalip bekleme suresi	10	123	133	151	161	28	123	133	151	161	28	0
36	46 A zemin kat-beton dokulmesi	2	119	121	119	121	0	119	121	119	121	0	33
36	50 B zemin kat-donati hazirlilik	2	119	121	131	133	12	120	122	131	133	11	19
37	49 A bodrum-boya+badana	5	129	134	182	187	53	136	141	182	187	46	14
38	43 C bodrum-duvar orulmesi	3	133	136	161	164	28	134	137	161	164	27	14
40	51 B bodrum-dograma takilmasi	1	132	133	186	187	54	132	133	186	187	54	7
41	42 B zemin kat-kalip hazirligi	1	123	124	128	129	5	123	124	128	129	5	17
42	45 B zemin kat-kalip yerine koyma	3	124	127	129	132	5	124	127	129	132	5	17
44	54 C bodrum-kasa+siva	2	136	138	173	175	37	137	139	173	175	36	33
46	47 Kalip bekleme suresi	10	121	131	121	131	0	121	131	121	131	0	0

TABLO 16- (devam)

NO	ISLERİN ADI	Dengelemeden önceki durum				Dengelemeden sonraki durum							
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
46	Beton kuru	5	121	126	146	151	25	121	126	146	151	25	0
47	A zemin kat-kalip sokulmesi	1	131	132	131	132	0	131	132	131	132	0	3
48	Kalip bekleme suresi	10	132	142	154	164	22	132	142	154	164	22	0
49	A bodrum-cam takılması	1	134	135	216	217	82	134	135	216	217	82	4
50	B zemin kat-donati yerine koyma	2	127	129	133	135	6	127	129	133	135	6	19
52	B bodrum-boya+badana	4	134	138	187	191	53	141	145	187	191	46	14
53	A zemin kat-duvar orulmesi	9	142	151	164	173	22	142	151	164	173	22	14
55	C bodrum-dograma takılması	1	130	139	190	191	52	139	140	190	191	51	7
56	C zemin kat-kalip hazirligi	1	132	133	132	133	0	132	133	132	133	0	17
57	B zemin kat-beton dokulmesi	1	129	130	137	138	8	129	130	137	138	8	33
57	C zemin kat-donati hazirlilik	1	129	130	135	136	6	130	131	135	136	5	19
59	A zemin kat-kasa+siva	10	151	161	175	185	24	151	161	175	185	24	33
60	A bodrum-doseme kap.+denizlilik	1	135	136	217	218	82	135	136	217	218	82	28
61	C zemin kat-kalip yerine koyma	3	133	136	133	136	0	133	136	133	136	0	17
62	Kalip bekleme suresi	10	130	140	138	148	8	130	140	138	148	8	0
63	B zemin kat-kalip sokulmesi	1	140	141	148	149	8	144	145	148	149	4	3
65	B bodrum-cam takılması	1	138	139	217	218	79	144	145	217	218	73	4
68	C bodrum-boya+badana	2	139	141	191	193	52	140	142	191	193	51	14
70	A zemin kat-dograma takılması	2	161	163	191	193	30	161	163	191	193	30	7
71	Kalip bekleme suresi	10	141	151	163	173	22	141	151	163	173	22	0
71	B cati	13	141	154	195	208	54	146	159	195	208	49	19
72	B zemin kat-duvar orulmesi	6	151	157	173	179	22	152	158	173	179	21	14
74	B bodrum-doseme kap.+denizlilik	4	139	143	218	222	79	140	144	218	222	78	28
76	C zemin kat-donati yerine koyma	1	136	137	136	137	0	136	137	136	137	0	19

TABLO 16- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dengelenmeden önceki durum				Dengelenmiş durum								
		İ	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	İS	
77	80	C zemin kat-beton dokulmesi	1	137	138	137	138	0	137	138	137	138	0	33
77	103	A 1.kat-donati hazirlik	3	137	140	152	155	15	138	141	152	155	14	19
79	83	C bodrum-cam takilmasi	1	141	142	220	221	79	144	145	220	221	76	4
80	90	Kalip bekleme suresi	10	138	148	138	148	0	138	148	138	148	0	0
82	88	A zemin kat-boya+badana	10	163	173	193	203	30	165	175	193	203	28	14
84	96	C bodrum-doseme kap.+denizlik	1	143	144	222	223	79	144	145	222	223	78	28
85	86	B zemin kat-kasatsiva	7	161	168	185	192	24	161	168	185	192	24	33
87	93	B zemin kat-dograma takilmasi	1	168	169	202	203	34	168	169	202	203	34	7
89	95	A zemin kat-cam takilmasi	2	173	175	221	223	48	173	175	221	223	48	4
90	91	C zemin kat-kalip sokulmesi	1	148	149	148	149	0	148	149	148	149	0	1
91	92	Kalip bekleme suresi	10	149	159	169	179	20	149	159	169	179	20	0
92	99	C zemin kat-duvar orulmesi	3	159	162	179	182	20	163	166	179	182	16	14
94	101	B zemin kat-boya+badana	7	173	180	203	210	30	183	190	203	210	20	14
96	108	A zemin kat-doseme kap.+denizlik	2	175	177	223	225	48	175	177	223	225	48	28
97	98	A 1.kat-kalip hazir-ligi	2	149	151	149	151	0	149	151	149	151	0	17
98	103	A 1.kat-kalip yerine koyma	4	151	155	151	155	0	151	155	151	155	0	17
100	105	C zemin kat-kasatsiva	4	168	172	192	196	24	168	172	192	196	24	33
102	107	B zemin kat-cam takilmasi	1	180	181	224	225	44	180	181	224	225	44	4
103	104	A 1.kat-donati yerine koyma	4	155	159	155	159	0	155	159	155	159	0	19
104	109	A 1.kat-beton dokulmesi	2	159	161	159	161	0	159	161	159	161	0	33
106	112	C zemin kat-dograma takilmasi	2	172	174	208	210	36	172	174	208	210	36	7
108	119	B zemin kat-doseme kap.+denizlik	5	181	186	225	230	44	181	186	225	230	44	28
109	110	Kalip bekleme suresi	10	161	171	161	171	0	161	171	161	171	0	0
110	111	A 1.kat-kalip sokulmesi	1	171	172	171	172	0	171	172	171	172	0	3

TABLO 16- (devam)

NO	ISLEMIN ADI	Dugualere gore siralanis (devami)	Dengalemeden oncesi durum				Dengalemeden durum								
			t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS	
111	114	Kalip bekleme suresi	10	172	182	172	182	0	0	172	182	172	182	0	0
113	115	C zemin kat-boyatbadana	4	180	184	210	214	30	14	189	193	210	214	21	14
114	117	A 1.kat-duvar onulmesi	14	182	196	182	196	0	14	182	196	182	196	0	14
116	118	C zemin kat-cam takilmasi	1	184	185	228	229	44	4	187	188	228	229	41	4
117	120	A 1.kat-kasatsiya	14	196	210	196	210	0	33	196	210	196	210	0	33
119	123	C zemin kat-doseme kap.+denizilik	1	186	187	230	231	44	28	186	187	230	231	44	28
120	121	A 1.kat-dograna takilmasi	4	210	214	210	214	0	7	210	214	210	214	0	7
122	122	A 1.kat-boyatbadana	15	214	229	214	229	0	14	214	229	214	229	0	14
122	123	A 1.kat-cam takilmasi	2	229	231	229	231	0	4	229	231	229	231	0	4
123	126	A 1.kat-doseme kap.+denizilik	2	231	233	231	233	0	28	231	233	231	233	0	28
124	125	C cati	5	154	159	208	213	54	19	158	163	208	213	50	19
125	126	A cati	20	172	192	213	233	41	19	213	233	213	233	0	19

TABLO 17- Üçüncü Serimde En Olumsuz Başlangıçlara Göre Dengelemeden Önceki ve Sonraki Durumlar

ÜÇÜNCÜ SERİM (Sureye göre planlama)
İşlem sayısı : 119

NO	İSLEMİN ADI	Dengelemeden önceki durum				Dengelemeden önceki durum							
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
1	Hafriyat	5	32	37	32	37	0	32	37	37	0	19	0
2	Bodrum+Temel-kalip hazirligi	5	37	42	37	42	0	37	42	37	0	17	0
2	Bodrum+Temel-donati hazirlilik	6	37	43	44	50	7	39	45	44	50	5	19
3	Bodrum+Temel-kalip yerine koyma	8	42	50	42	50	0	42	50	42	50	0	17
4	Zemin kat-kalip hazirligi	3	50	53	56	69	16	50	53	56	69	16	17
5	Bodrum+Temel-donati yerine koyma	9	50	59	50	59	0	50	59	50	59	0	19
6	Bodrum+Temel-beton dokulmesi	5	59	64	59	64	0	59	64	59	64	0	33
6	Zemin kat-donati hazirlilik	5	59	64	71	76	12	61	66	71	76	10	19
7	Beton kuru	5	64	69	64	69	0	64	69	64	69	0	0
7	Kalip bekleme suresi	10	64	74	75	85	11	64	74	75	85	11	0
8	Zemin kat-kalip yerine koyma	7	69	76	69	76	0	69	76	69	76	0	17
10	Zemin kat-donati yerine koyma	7	76	83	76	83	0	76	83	76	83	0	19
11	Zemin kat-beton dokulmesi	3	83	86	83	86	0	83	86	83	86	0	33
11	1.kat-donati hazirlilik	5	83	88	93	98	10	84	89	93	98	9	19
12	Kalip bekleme suresi	11	74	85	86	97	12	74	85	86	97	12	0
12	Bodrum+Temel-kalip sokulmesi	3	74	77	85	88	11	74	77	85	88	11	3
13	Bodrum-duvar orulmesi	16	85	101	97	113	12	85	101	97	113	12	14
14	Beton kuru	5	86	91	86	91	0	86	91	86	91	0	0
14	Kalip bekleme suresi	10	86	96	92	102	6	86	96	92	102	6	0
15	1.kat-kalip hazirligi	3	77	80	88	91	11	77	80	88	91	11	17
16	1.kat-kalip yerine koyma	7	91	98	91	98	0	91	98	91	98	0	17
18	Bodrum-kasatsiva	13	101	114	119	132	18	101	114	119	132	18	33
19	1.kat-donati yerine koyma	7	98	105	98	105	0	98	105	98	105	0	19
20	Zemin kat-kalip sokulmesi	2	96	98	102	104	6	97	99	102	104	5	3

TABLO 17- (devam)

NO	ISLENİN ADI	Dengelemeden önceki durum						Dengelemis durum					
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
21	22 Kalip bekleme suresi	9	98	107	104	113	6	98	107	104	113	6	0
22	28 Zemin kat-duvar orulmesi	16	107	123	113	129	6	107	123	113	129	6	14
23	26 1.kat-beton dokulmesi	3	105	108	105	108	0	105	108	105	108	0	33
23	34 2.kat-donati hazirlilik	5	105	110	127	132	22	105	110	127	132	22	19
24	27 2.kat-kalip hazirligi	3	98	101	122	125	24	98	101	122	125	24	17
25	35 Bodrum-dograva takilmasi	1	114	115	158	159	44	114	115	158	159	44	7
26	27 Beton kuru	5	108	113	120	125	12	108	113	120	125	12	0
26	31 Kalip bekleme suresi	10	108	118	108	118	0	108	118	108	118	0	0
27	30 2.kat-kalip yerine koyma	7	113	120	125	132	12	113	120	125	132	12	17
29	37 Zemin kat-kasa+siva	21	123	144	132	153	9	123	146	132	153	7	33
31	32 1.kat-kalip sokulmesi	2	118	120	118	120	0	118	120	118	120	0	3
32	33 Kalip bekleme suresi	9	120	129	120	129	0	120	129	120	129	0	0
33	41 1.kat-duvar orulmesi	24	129	153	129	153	0	129	153	129	153	0	14
34	36 2.kat-donati yerine koyma	7	120	127	132	139	12	120	127	132	139	12	19
35	39 Bodrum-boya+badana	12	115	127	159	171	44	115	127	159	171	44	14
36	40 2.kat-beton dokulmesi	3	127	130	139	142	12	127	130	139	142	12	33
36	59 3.kat-donati hazirlilik	5	127	132	161	166	34	128	133	161	166	33	19
38	43 Zemin kat-dograva takilmasi	6	144	150	165	171	21	147	153	165	171	18	7
39	45 Bodrum-cam takilmasi	1	127	128	200	281	153	127	128	200	281	153	4
40	47 Kalip bekleme suresi	19	130	149	142	161	12	130	149	142	161	12	0
40	52 Beton kuru	5	130	135	154	159	24	130	135	154	159	24	0
42	48 1.kat-kasa+siva	32	153	185	153	185	0	153	185	153	185	0	33
44	50 Zemin kat-boya+badana	23	150	173	171	194	21	171	194	171	194	0	14
45	58 Bodrum-doseme kap.+denizlik	3	128	131	286	289	158	128	131	286	289	158	28

TABLO 17- (devam)

NO	İSLEMİN ADI	Dengelenmeden önceki durum				Dengelenmiş durum							
		t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
46	3.kat-kalip hazırlığı	3	120	123	156	159	36	122	125	156	159	34	17
47	2.kat-kalip sokulmesi	2	149	151	161	163	12	149	151	161	163	12	3
49	1.kat-dograna takılması	9	185	194	185	194	0	185	194	185	194	0	7
51	Zemin kat-çam takılması	5	173	178	281	286	108	173	178	281	286	108	4
52	3.kat-kalip yerine koyma	7	135	142	159	166	24	136	143	159	166	23	17
53	2.kat-duvar örülmesi	24	153	177	163	187	10	163	187	163	187	0	14
56	1.kat-boya+badana	34	194	228	194	228	0	194	228	194	228	0	14
58	Zemin kat-doseme kap.+demizlik	4	178	182	289	293	111	178	182	289	293	111	28
59	3.kat-donati yerine koyma	7	142	149	166	173	24	142	149	166	173	24	19
60	2.kat-kasafsiva	32	185	217	187	219	2	187	219	187	219	0	33
62	2.kat-dograna takılması	9	217	226	219	228	2	219	228	219	228	0	7
64	1.kat-çam takılması	5	228	233	286	291	58	229	234	286	291	57	4
65	3.kat-beton dokulmesi	3	149	152	173	176	24	149	152	173	176	24	33
67	2.kat-boya+badana	34	228	262	228	262	0	228	262	228	262	0	14
69	1.kat-doseme kap.+demizlik	4	233	237	293	297	60	234	238	293	297	59	28
70	Kalip bekleme suresi	10	152	162	176	186	24	152	162	176	186	24	0
72	2.kat-çam takılması	5	262	267	291	296	29	267	272	291	296	24	4
73	3.kat-kalip sokulmesi	2	162	164	186	188	24	166	168	186	188	20	3
75	2.kat-doseme kap.+demizlik	4	267	271	297	301	30	272	276	297	301	25	28
76	Kalip bekleme suresi	9	164	173	188	197	24	164	173	188	197	24	0
76	Cati	34	164	198	271	305	107	271	305	271	305	0	19
77	3.kat-duvar örülmesi	24	177	201	197	221	20	189	213	197	221	8	14
78	3.kat-kasafsiva	32	217	249	221	253	4	221	253	221	253	0	33
79	3.kat-dograna takılması	9	249	258	253	262	4	253	262	253	262	0	7

TABLO 17- (devam)

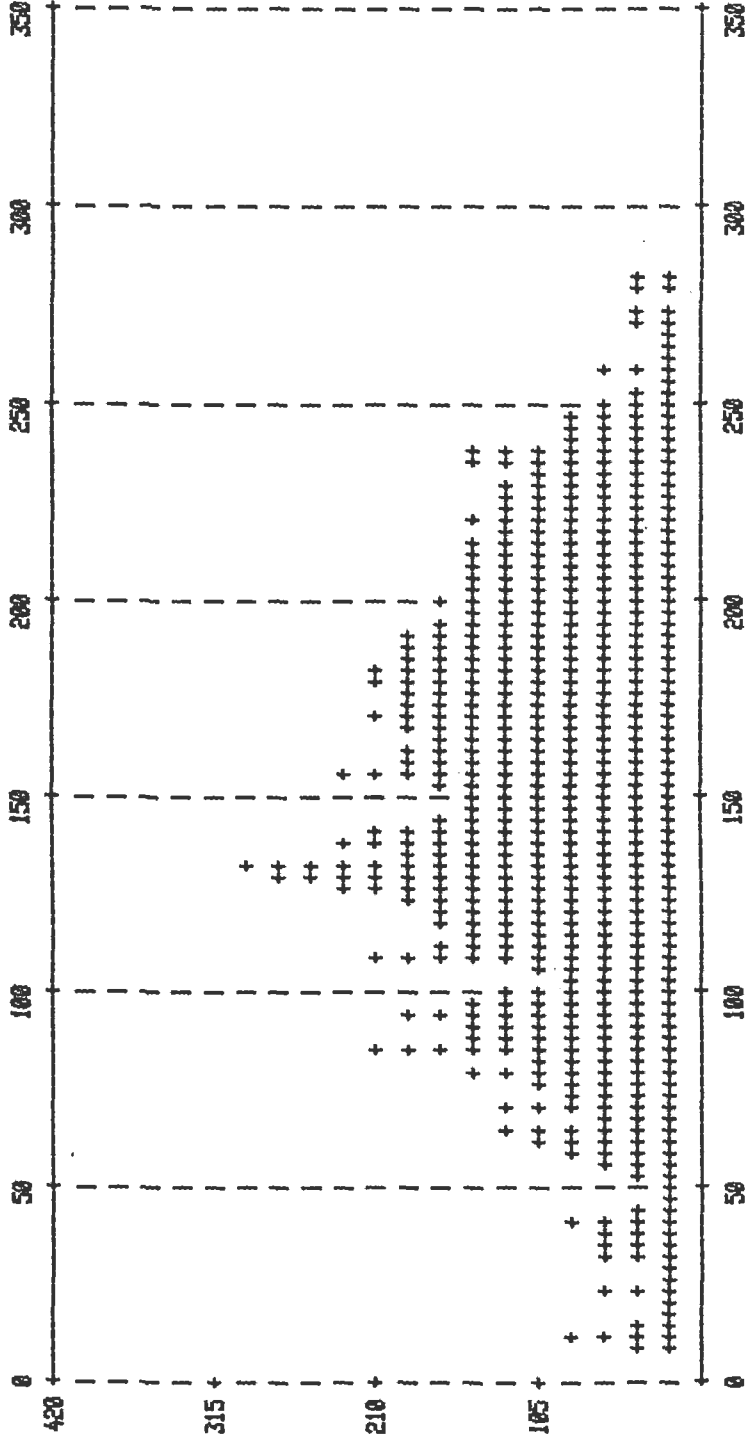
NO	Dugualere gora siralamis (devam)	ISLEMIN ADI	Dengelemeden orceki durum					Dengelemis durum						
			t	EB	ET	GB	GT	TB	EB	ET	GB	GT	TB	IS
80	81	3. kat-boya+badana	34	262	296	262	296	0	262	296	262	296	0	14
81	82	3. kat-cam takilmasi	5	296	301	296	301	0	296	301	296	301	0	4
82	83	3. kat-doseme kap. +demizlik	4	301	305	301	305	0	301	305	301	305	0	28

TABLO 18- En Olumsuz Başlangıçlara Göre Dengelemeden Önceki İşçi-Süre Profil Eğrisi

İŞÇİ-SÜRE PROFİL EGRİSİ
ÇOKLU PROJE

Max işçi sayısı : 400 Kum.calışan işçi : 37238
Ort. işçi sayısı : 147 Kum.toplam işçi : 44976
Yığılma oranı : 2.71 Kullanılan kapasite: 0.828
Max işçi olduğu gün : 130
İsin süresi : 305 Kareler toplamı : 6.25E+06

Dengelemeden önceki durum

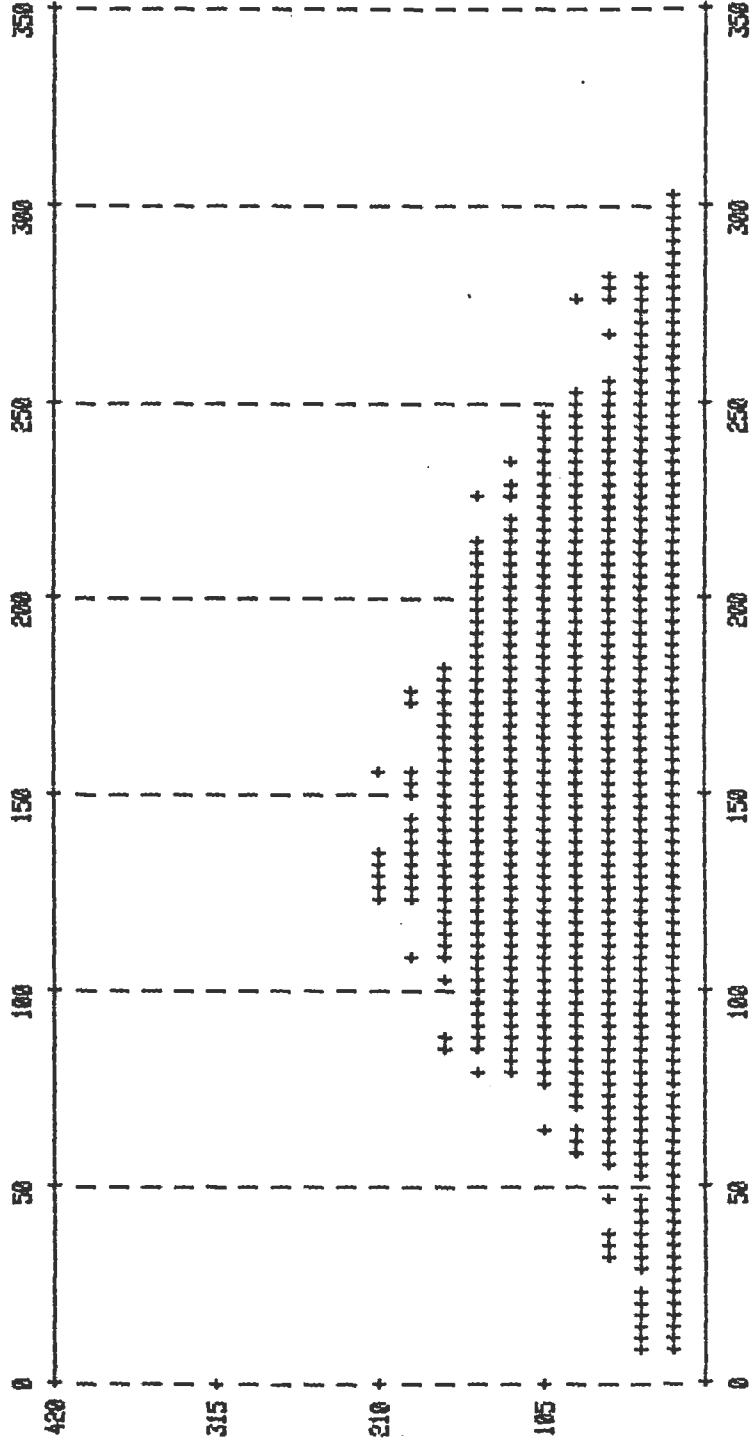


TABLO 19- En Olumsuz Başlangıçlara Göre Dengelemeden Sonraki İşçi-Süre Profil Eğrisi

İŞÇİ-SÜRE PROFİL EĞRİSİ
DOKLU PROJE

Max işçi sayısı : 234 Kum.calisan işçi : 37238
 Ort.işçi sayısı : 135 Kum.toplam işçi : 41085
 Yığılma oranı : 1.74 Kullanılan kapasite: 0.906
 Max işçi olduğu gün : 123
 İşin süresi : 305 Kareler toplamı : 5.66E+06

Dengeleme durumu

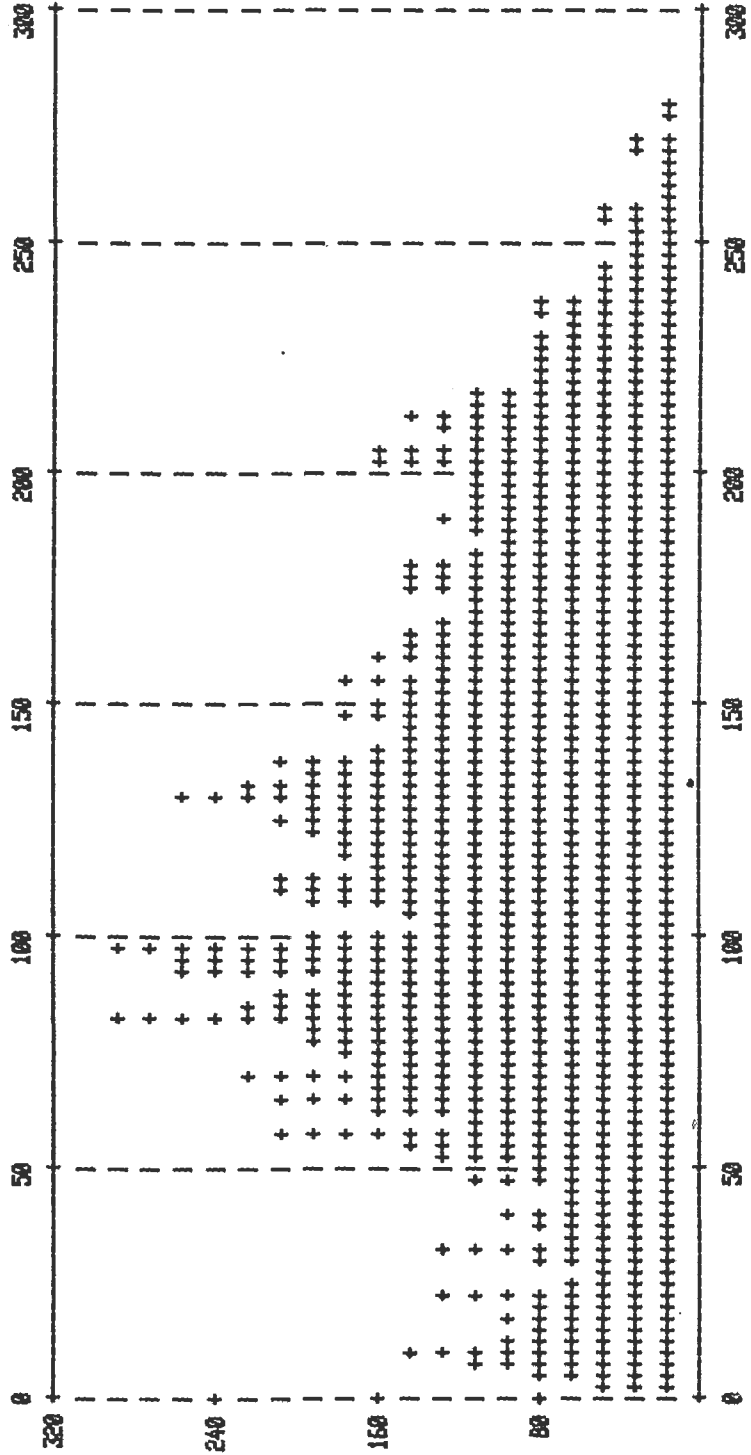


TABLO 20- Eşzamanlı Başlangıçlara Göre İşçi-Süre Profil Eğrisi (Dengelemeden Önce)

İŞÇİ-SÜRE PROFİL EĞRİSİ
ÇOKLU PROJE

Max işçi sayısı : 303 Kum. çalışan işçi : 37238
 Ort. işçi sayısı : 166 Kum. toplam işçi : 46491
 Yığılma oranı : 1.82 Kullanılan kapasite: 0.801
 Max işçi olduğu gün : 82
 İşin süresi : 280 Kareler toplamı : 6.09E+05

Dengelemeden önceki durum

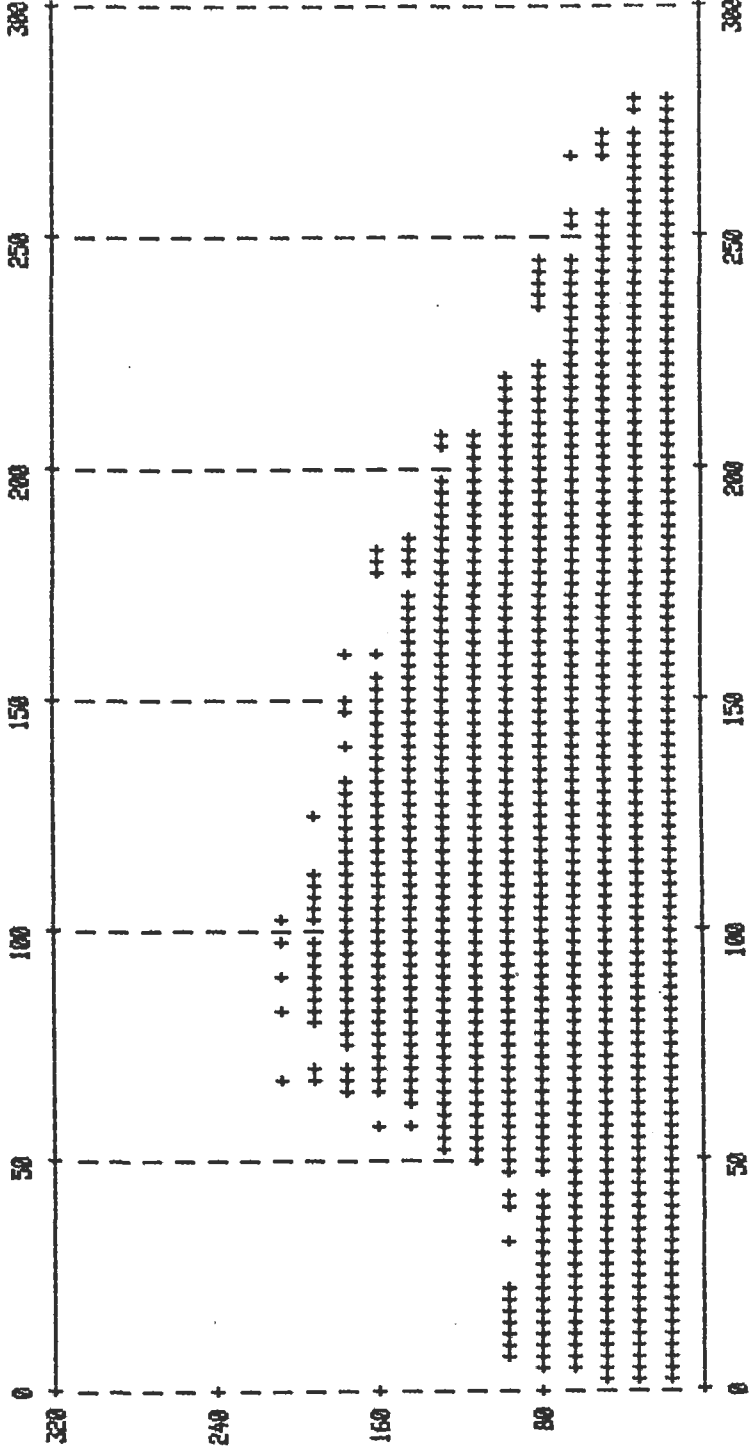


TABLO 21- Eşzamanlı Başlangıçlara Göre İşçi-Süre Profil Eğrisi (Dengelemeden Sonra)

İŞÇİ-SÜRE PROFİL EĞRİSİ
ÇOKLU PROJE

Max işçi sayısı : 214 Kum.calışan işçi : 37238
 Ort. işçi sayısı : 144 Kum. toplam işçi : 48214
 Yığılma oranı : 1.49 Kullanılan kapasite: 0.926
 Max işçi olduğu gün : 91
 İşin süresi : 280 Kareler toplamı : 5.69E+06

Dengelenmiş durum



YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Battersby,A.B., Network Analysis for Planning and Scheduling, Macmillan Press, Ltd., 1970.
2. Bayındırlık Bakanlığı Genel Fiyat Analizleri, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 1982.
3. Bursal,N., Maliyet Muhasebesi, Fakülteler Matbaası, İstanbul, 1975.
4. Çetmeli,E., Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metotları, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1972.
5. Davis,Edward W., "Resource Allocation in Project Network Models - A Survey", Journal of Industrial Engineering, Vol.XVII, No.4, pp.177-188, April 1966.
6. Davis,Edward W. and Heidorn,George E. "An Algorithm For Optimal Project Scheduling Under Multiple Resource Constraints", Management Science, Vol.17, No.12, pp.B-803-816, August 1971.
7. Davis,Edward W., "Project Scheduling under Resource Constraints - Historical Review and Categorization of Procedures", AIIE Transactions, Vol.5, No.4, pp.297-313, December 1973.

8. Davis,Edward W. and Patterson,James H., "A Comparison of Heuristic and Optimum Solutions In Resource - Constrained Project Scheduling", Management Science, Vol.21, No.8, pp.944-955, April 1975.
9. Esin,A., Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri, Gazi Üniversitesi Yayın No: 41, Basın-Yayın Yüksekokulu Basımevi, Ankara, 1984.
10. Fendley,L.G., "Toward the Development of a Complete Multiproject Scheduling System", The Journal of Industrial Engineering, Vol.XIX, No.10, pp.505-515, October 1968.
11. Gülerman,A., PERT Maliyet Tekniği, İşletmede Bir Yönetim Aracı Olarak Kullanılması, A.İ.T.İ.A. Yayın No: 37, Sevinç Matbaası, Ankara, 1970.
12. Gülerman,A., "Kaynak Tahsis Eğrisinin Düzleştirilmesi (Analitik Bir İlgücü Modeli)", 9 Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 3, Sayfa 47-59, Kasım 1983.
13. Lambourn,S., "Resource Allocation and Multiproject Scheduling (RAMPS)-A New Tool in Planning and Control", The Computer Journal, pp.300-304, January 1963.
14. Levin,R.İ. ve Kirkpatrick,C.A., PERT ve CPM ile Planlama ve Denetim, O.D.T.Ü.İdari Bilimler Fakültesi, Yayın No: 12, Ankara, 1973.
15. Moder,J.J. and Phillips,C.R., Project Management with CPM and PERT, Van Nostrand Reinhold Company, 1970.
16. O'Brien,J.J., CPM in Construction Management, Mc Graw-Hill Book Co., 1965.

17. Patterson, James H., "Alternate Methods of Project Scheduling with Limited Resources", Naval Research Logistics Quarterly, Vol.20, No.4, pp.767-784, December 1973.
18. Phillips, D.T. and Garcia Diaz, A. Fundamentals of Network Analysis, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1981.
19. Resmi Gazete, Sayı 18615, 24 Aralık 1984.
20. Talbot, F. Brian, "Resource-Constrained Project Scheduling With Time-Resource Tradeoffs: The Nonpreemptive Case", Management Science, Vol.28, No.10, pp.1197-1210, October 1982.
21. Whitehouse, Gary E., Systems Analysis and Design Using Network Techniques, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1973.
22. Yüksel, O., Yapı Mühendisliğinde Çağdaş Planlama Tekniklerinin (CPM-PERT) Uygulanması (Betonarme Projesi ve Kaba İnşaat Planlaması), Eskişehir, 1976.
23. Yüksel, O., Bilimsel Modellerin Serimlerle (Network) Geliştirilmesi ve Analizi Seminer Notları, Ankara, 23-27 Mayıs 1983.