

İNŞAAT YATIRIMLARINDA
SINIRLI KAYNAK KULLANIMI

T. C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
MÜHÜR KÜTÜPHANESİ

Selim Banar

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Orhan Yüksel

T. C.
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

Ocak-1987

Selim Banar'ın YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı
"İnşaat Yatırımlarında Sınırlı Kaynak Kullanımı" başlıklı
bu çalışma, jürimizce Lisansüstü Yönetmeliği'nin ilgili
maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

17.02.1987

Üye : Doç. Orhan Yuksel

Üye : Doç. Saadettin Çay

Üye : Doç. Ömer Rıza Akgün

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17.2.1987.....
gün ve ..140/2..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Rüstem KAYA
Enstitü Müdürü

ÖZET

Günümüzde inşaat endüstrisinde kısıtlı kaynak kullanımına, CPM'in diğer konularına göre daha çok ilgi duyulmaktadır. Bunun bir nedeni, projenin gerçekleştirilmesinde gerekli olan kaynak giderlerinin enflasyon tarafından oldukça yukarıya çekilmesidir. Diğer bir nedeni, yüksek faiz oranlarının borç giderlerini önemli ölçüde arttırması ve bunun da birçok büyük inşaat projesini doğrudan etkilemesidir. Bu tezde birisi yedi, diğeri iki kattan oluşan iki bloklu bir inşaat projesinde kısıtlı kaynak dengelemesi problemi incelenmiştir. Bu projeyi planlamak için 229 işlemden oluşan bir CPM şebekesi kullanılmıştır. İşgücü, malzeme ve makineden 18 temel kaynak seçilmiştir. Her işlem en fazla 10 değişik kaynak içeren bir ekiple gerçekleştirilmiş ve bütün projede böyle 29 ekip oluşturulmuştur. Bir kaynağın, işlemlerdeki en büyük değeri o kaynağın kısıtı olarak alınmıştır. İşlemlerin programlanmasında Weist yöntemi kullanılmıştır. Bilgisayar programı Monroe EC 8800 için yazılmıştır. Dengeleme işlemi 5 dakika almış ve proje süresi ilk süreye göre % 42 artmıştır.

ABSTRACT

Resource allocation is probably receiving more attention today than any other aspect of CPM in construction industry. One reason for this is inflation which has pushed the cost of resources required for project execution higher and higher. Another reason is that soaring interest rates have significantly increased the cost of borrowing money which directly affects many large construction projects. In this thesis resource allocation problem of the construction project with two blocks one of them having seven stories and the other two is studied. For planning this project a CPM network which has 229 activities is used. Eighteen basic resources are chosen from labors, materials and equipments. Each activity is realized by one crew which does not include more than ten different resources and for the whole project 29 crews are established. The greatest value of a resource in activities is taken as resource constraint. Weist's procedure is used to schedule the activities. The computer program is written for Monroe EC 8800. Allocation operation takes 5 minutes and the project duration increases 42 % according to the initial duration.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLOLAR DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ, TARİHSEL GELİŞİM	1
2. PLANLAMA VE PLANLAMA TEKNİKLERİ	9
2.1 Yönetim Açısından Planlama	9
2.2 Yatırımların Yeni Tekniklerle Planlaması ..	11
2.3 Kaynaklar, Kaynak Kullanımı, Kısıtlı Kaynak Kullanımı	15
3. PROJE İLE İLGİLİ BİLGİLER VE VARSAYIMLAR	23
3.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler	23
3.2 İşlemler Arası İlişki Düzeni, İşlem, Ekip ve Kalıpla İlgili Varsayımlar	25
4. KULLANILAN YÖNTEM, PROGRAM VE ALINAN ÇIKTILARLA İLGİLİ AÇIKLAMALAR	34
4.1 Kullanılan Yöntemin Tanıtılması	34
4.2 Kullanılan Bilgisayar Programıyla İlgili Bilgiler	38
4.3 Tablolar ve Çıktılarla İlgili Açıklamalar .	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
KAYNAKLAR DİZİNİ	104

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
1	Kapasite kullanımı	19
2	Toplam üretim giderleri	20
3	Kaynağın kısıtlı olması halinde kaynak optimi- zasyonu	21
4	Vaziyet planı	24
5	Başlama bitme ilişkileri	36

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1. Battersby'e Göre Kaynakların Sınıflandırılması .	16
2. Bloklara Göre Kat Alanları	25
3. Projede Kullanılan Pozlar ve Tanımları	45
4.1 Döşeme Kaplama+Denizlik Metraji	46
4.2 Boya+Badana Metraji	47
4.3 Cam Metraji	48
4.4 Dış Sıva+İskele Metraji	48
4.5 Doğrama Metraji	49
4.6 Kasa+Sıva Metraji	50
4.7 Tuğla Duvar Metraji	51
4.8 Hafriyat Metraji	51
4.9 Kalıp+İskele Metraji (Hazırlık)	52
4.10 Kalıp+İskele Metraji (Yerleştirme)	53
4.11 Kalıp+İskele Metraji (Sökme)	54
4.12 Donatı Metraji (Hazırlama)	55
4.13 Donatı Metraji (Yerleştirme)	55
4.14 Beton Metraji	56
4.15 Çatı Metraji	56
5 Yatırıma İlişkin Serim	57
6 Kaynaklar ve Kaynak Kısıtları	58
7 Ekiplerin Oluşumu	59
8 Düğüm Numarası Değişiklikleri	60
9 Serimdeki Veriler	61
10 Serimdeki Alfanümerik Veriler (Blok, Kat ve İşlem Adları)	63

TABLOLAR DİZİNİ (Devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
11 İşlemlerin Dengelemeden Önceki Durumları	64
12 İşlemlerin Dengelemeden Sonraki Durumları	68
13 Dengelemeden Önceki Çubuk Diyagramı	72
14 Dengelemeden Sonraki Çubuk Diyagramı	77
15.1 Kaynak Profil Eğrisi (Düz İşçi)	82
15.2 Kaynak Profil Eğrisi (Beton Ustası)	83
15.3 Kaynak Profil Eğrisi (Donatı Ustası)	84
15.4 Kaynak Profil Eğrisi (Duvarcı)	85
15.5 Kaynak Profil Eğrisi (Tuğla)	86
15.6 Kaynak Profil Eğrisi (Çimento)	87
15.7 Kaynak Profil Eğrisi (Demir)	88
15.8 Kaynak Profil Eğrisi (Kum Çakıl)	89
15.9 Kaynak Profil Eğrisi (Kalıpcı)	90
15.10 Kaynak Profil Eğrisi (Sıvacı)	91
15.11 Kaynak Profil Eğrisi (Boyacı)	92
15.12 Kaynak Profil Eğrisi (Camcı)	93
15.13 Kaynak Profil Eğrisi (Doğramacı)	94
15.14 Kaynak Profil Eğrisi (Tenekeci)	95
15.15 Kaynak Profil Eğrisi (Kazı Makinesi)	96
15.16 Kaynak Profil Eğrisi (Kereste)	97
15.17 Kaynak Profil Eğrisi (Aliminyum Ustası)	98
15.18 Kaynak Profil Eğrisi (Tecrit Ustası)	99
16 Kaynakların Aylık Dökümleri	100

KISALTMALAR DİZİNİ

CPM	Critical Path Method (Kritik Yörünge Metodu)
EB	İşlemin en erken başlama zamanı
EC	Ekip cinsi
ET	İşlemin en erken tamamlanma zamanı
GB	İşlemin en geç başlama zamanı
GT	İşlemin en geç tamamlanma zamanı
IA	İşlem adı
IB	İşlemin ilk başlama zamanı
IT	İşlemin ilk tamamlanma zamanı
i	İşlemin başlangıç düğümü
j	İşlemin bitiş düğümü
KA	Kat adı
OB	İşlemin ötelenmiş başlama zamanı
OM	İşlemin ötelenme miktarı
OT	İşlemin ötelenmiş tamamlanma zamanı
PİK	Programlanabilir işlemler kümesi
t, t_{ij}	İşlem süresi
TB	Toplam bolluk
T_i	PİK de işlemin programlanacağı gün
T_i^E	i düğümünün en erken tamamlanma zamanı
T_i^G	i düğümünün en geç tamamlanma zamanı
UİK	Uygun işlemler kümesi

1. GİRİŞ, TARİHSEL GELİŞİM

Günümüz yatırımlarında kaynakları en uygun biçimde kullanmak gittikçe önem kazanmaktadır. İşçilik ve malzeme fiyatlarının artması yatırımı en ekonomik biçimde gerçekleştirebilmeyi zorunlu kılmaktadır. Şantiyelerde ve hatta daha proje hazırlanırken değişik yöntemler kullanarak işin ekonomisi düşünülmektedir. Bunun yanında eldeki bir takım kısıtlı imkanlarla mevcut bir işi optimum sürede tamamlamak gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Projenin büyüklüğü ve karmaşıklığı arttıkça bu tür planlamaları yapmak ta güçleşmiş ve daha gelişmiş birtakım yöntemler araştırılmıştır. Aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmış değişik yöntemler ortaya atılmıştır. Bu yöntemlerin temeli süre, işgücü, para v.b. kaynakları birtakım kısıtlar altında veya kısıtsız olarak uygun biçimde kullanmaya ve işi çözümlenmeye dayanmaktadır.

Tezde İller Bankası'na ait, Ankara'da yapılacak olan 7 katlı misafirhane ve 2 katlı çocuk yuvasından oluşan binanın kaynak kısıtı altında planlaması yapılmıştır.

Planlama yapılırken Weist'in kısıtlı kaynak yöntemi kullanılmıştır.

Kaynak kısıtı olarak ana inşaat malzemeleri, değişik ustalar ve işçilik esas alınmıştır. Bu kaynakların, plan-

lanlama sırasında bulunan en yüksek değerleri kısıtlarını oluşturmuştur. Bu kısıtlar altında yatırımın sũresinin fazlaca uzaması konusuyla ilgilenilmemiş, yalnızca belirlenen kısıtlar altında planlamanın nasıl yapılacağı gũsterilmeye çalışılmıştır.

Tũm projede 18 kaynak kulllanılmıştır. Bu kaynakların değişik onlu kombinezonlarından 29 ekip oluşturulmuş ve ekiplerdeki kaynak miktarlarının işlem sũresince sabit kaldığı varsayılmıştır.

Romalılar ve Mısırlılar yaşadıkları dũnemlerde mucizeler yarattılar (O'Brien,1971). Pek çok programlama problemini felsefeyle özũlemeye çalıştılar. Proje yũnetiminin kũkleri piramitlerin yapıldığı devirlerden çok daha ũncelere kadar uzanmaktadır. Tarihteki proje yũneticilerinden birkaç tanesi Noah, Solaman ve Babel kulesini yapan adı bilinmeyen mimarlardır (Davis,1973). Yapımı hakkında birçok belge olduğu halde yapının kontrolũ hakkında çok az bir belge mevcuttur. Ondokuzuncu yũzyılın ortalarında bugũnkũ çubuk diyagramına çok benzeyen iş-zaman grafik gũsterimleri bir yazar tarafından kullanılmıştır. Buna rağmen bu tũr yũntemler 1900'lu yıllara kadar pek popũler değildi. Henry L. Gantt ve Frederick W. Taylor'un kendi yũntemlerini tanıttıkları 1900'lu yıllardan sonra bu yũntemler popũler olmaya başlamıştır. Gantt'ın geliştirdiği GANTT Chart'lar bugũnkũ çubuk diyagramlarının temelini oluşturmaktadır. Taylor ve Gantt'ın çalışmaları iş programlaması konusunda ilk bilimsel çalışmalar sayılmaktadır. Bu alışmalar esas olarak ũretim kontrolũ ve ilerlemenin kaydedilmesini amaçlamaktadır. Bu çalışmaların bir sonucu olan çubuk diyagramları geçmişte de bugũn de işlemlerin grafik olarak en mũkemmek gũsterimidir.

ubuk diyagramları yapı işlemlerinin gũsterilmesinde bu kadar mũkemmek olmalarına rağmen neden bir diğer plan-

lama tekniği aranmaktadır? Buna neden olarak çubuk diyagramlarının kapsamlarının sınırlı olması gösterilebilir.

Çubuk diyagramlarının hazırlanmasında programlayıcı işlemin tamamlanma zamanın düşünerek istenen tamamlanma zamanından geriye doğru bir program hazırlamak zorunda kalmaktadır. Sonuçta ortaya çıkan plan ve program bir arzudan öteye gidememektedir. Bu nedenle değişik ve daha gelişmiş planlama teknikleri araştırılmıştır.

Programlamadaki büyük gelişmeler ancak 1950'li yıllarda, dijital bilgisayarların ortaya çıkması ve sistem teorilerindeki gelişmeler sayesinde olmuştur. Bu gelişmeler şebeke esaslı yönetim metodolojisi devrini de beraberinde getirmiştir.

1956 yılında Flagle tahminde ve planlamada olasılığın kullanıldığı ve PERT yönteminin müjdecisi olan bir yöntemin tanıtıldığı bir makale yazmıştır. Yine aynı yılda ET Du Pont de Nemours Company yeni yönetim tekniklerinin uygulama alanlarını incelemek üzere bir araştırma grubu kurmuştur. Grup, inşaat işleri programlamasında bilgisayarların potansiyelini tespit etmek amacıyla Univac I bilgisayarlarını kullanmıştır.

1957 ve 1958 yılları arasında iki ayrı araştırma grubunca proje şebekesi şeklen tanımlanmıştır. D.G. Malcom, J.H. Roseboom, C.E. Clark ve W. Fazar'dan oluşan grup PERT' i geliştirirken J. Kelley, M.R. Walker ve J.S. Sayer'den oluşan grup CPM üzerinde çalışmaktaydı (Moder, et.al,1970).

1957'nin başlarında Dr. Jhon W. Mauchly yönetimindeki UNIVAC Application Center, James E. Kelly ve Du Pont'dan Morgan Walker'la işbirliği yaparak CPM'nin orijinal temel esaslarını oluşturmuşlardır.

U.S.A. Navy, 1950'li yılların sonuna doğru Polaris Fleet Balastic Missile projesini hızlandırmak amacıyla PERT'i geliştirmiştir. Polaris füzesi sistem programı, Lockheed Aircraft Şirketi'nin temsilcileri, Navy'nın Proje Ofisi ve Booz Allen and Hamilton danışmanlık firmalarının koordineli çalışması sonucunda ortaya çıkmıştır. Polaris füzesi projesini geliştirmede birçok küçük yüklenici ve devlet kuruluşu da rol almıştır. Proje daha önce hiç yapılmamış birçok bölümü kapsadığı gibi araştırma ve geliştirme çalışmalarını da kapsamıştır. Böylece maliyetin ne zaman, nerede doğru tahmin edilemediğini, dolayısıyla nelerde olasılık kavramını gerektiren bir programa ihtiyaç duyulduğunu belirlemek mümkün olmuştur. Projede PERT ile oluşturulan koordinasyon o kadar mükemmeldi ki tüm proje programlanan zamandan iki yıl önce bitmiştir (Çetmeli.1972).

CPM ve PERT'in yaratıcısı olan ilk gruplar 1959'lu yılların başına kadar birbirinden habersiz olarak çalışmışlardır. Halbuki ikisinin de temel dayanağı proje şebeke diyagramı olmuştur.

Kelley ve Walker tarafından geliştirilen ilk CPM kaba bir maliyet optimizasyonu yaklaşımı olmaktadır. Optimum proje süresi ve maliyetin bulunması amaçlanmaktadır. Diğer bir deyişle minimum toplam maliyeti veren proje süresi araştırılmıştır. Halbuki pratikte proje, sınırlı sayıda olan ve planlamanın amaçlarını, zaman tahminlerini, programlamayı, ilerleyiş kontrolünü direkt olarak etkileyen birden fazla kaynak kullanımı gerektirmektedir. Dolayısıyla çeşitli kaynak kullanımı problemi ortaya çıkmaktadır.

1958 yılında Dr. Mauchly, Mauchly Association'ı oluşturmuş ve yine bu yıl Kelley ve Walker'a bağlanmıştır. Du Pont CPM'i geliştirmeye ve kendi işlerinde kullanmaya devam etmiştir. Mauchly yaptığı bu çalışmalarda özellikle sınırlı kaynak kullanımını ve maliyet problemlerinin

CPM'le çözümlenmesi konusu üzerinde durmuştur. Keza Kelley ve Walker grubu bilgisayar kullanarak CPM'li iş gücünün planlanması üzerine programlar geliştirmişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda "Resource Planning and Scheduling Method" (RPSM) ortaya çıkmıştır.

Bundan önceki paragraflarda CPM ve PERT'in tarihsel gelişimi kısaca özetlenmiştir. Bugün, CPM ve PERT'in kısıtlı kaynak kullanımı probleminin çözümünde kullanılması, dikkatleri üzerine çekmiş ve çalışmalar bu yöne kaydırılmaya başlanmıştır.

CPM'in kısıtlı kaynak probleminde kullanımı yeni yeni gelişmeye başlamıştır. Dolayısıyla belli zamanlar vererek bu ilerlemenin öncülüğünü yapanları belirlemek oldukça güç olmaktadır.

Kısıtlı kaynak programlama prosedürleri birçok şekilde sınıflandırılabilir. Prosedürlerin kullanımıyla elde edilen sonuçlara göre sınıflandırma yapılmak istenirse optimal ve heuristic (yaklaşık) prosedürler olmak üzere iki ana grupta toplanabilirler.

Lineer programlama ve sayma (enumeration) teknikleri (bunlar optimizasyon prosedürlerinin birer alt gruplarıdır) kısıtlı kaynak programlamasında ilk olarak 1960'lı yılların başlarında kullanılmıştır. Bunların ilk kullanıcısı da Weist'tir. Weist problemin lineer formülasyonunu yapmıştır. Fakat 55 işlemden oluşan ve dört farklı kaynağın bulunduğu bir şebekeyi lineer programlamayla çözmek için 5000 den fazla eşitlik ile 1600 değişken kullanmış ve lineer programlamaya dayanan yöntemlerin uygulamada pek de pratik olmadığını göstermiştir. Daha sonraki araştırmacılar bu ilk formülasyonu geliştirmeye ve daha büyük problemleri çözmeye yönelmişlerdir. Son yıllarda bilgisayarların artan kapasiteleri ve azalan maliyetleri göz önüne alınarak bazı araştırmacılar tarafından tekrar lineer programlamaya dayanan yöntemlerin

kullanımı üzerinde çalışmalar başlamıştır. Bu yöntemler yalnız bir temel tekniğ dayandığı gibi birden fazla tekniğin birleşimine de dayanabilmektedir. Örneğin Patterson ve Huber (1974)'in bahsettikleri yöntem lineer programlama ile dalsınır yönteminin bir karışımı olup, minimum proje süresini bulmak için hesaplama süresini azaltmayı amaçlamaktadır.

Son yıllarda geliştirilen bir yaklaşım da Talbot'un yaklaşımıdır (Talbot B. and Patterson J.,1978). Lineer programlama ve tam sayma (implicit Enumeration) yönteminin ikisini de kısıtlı kaynak programlaması probleminin çözümünde kullanmıştır. Burada işlem süresi kullanılan kaynak miktarının bir fonksiyonu olduğundan toplam maliyet amaç fonksiyonu olarak seçilmiştir. Yaptığı denemeler optimal tekniklerin küçük problemlerin çözümünde, yaklaşık yöntemin ise daha büyük problemlerin çözümünde kullanılabileceğini göstermiştir.

Kısaca her iki teknik üzerinde de yapılan çalışmalar, (Optimal ve Yaklaşık) optimal tekniklerin küçük problemlerin çözümüne yaklaşık yöntemin ise daha büyük problemlerin çözümüne uygun olduğunu göstermektedir.

Kısıtlı kaynak kullanımında yaklaşık esaslara dayanan yöntemlerin ortaya çıkışı CPM ve PERT'in ilk kullanılmaya başlandığı dönemlere kadar uzanmaktadır. Bu tür yöntemlerin kullanımının bahsedildiği ilk makale belki de Kelly'nin makalesidir (Davis,1973). Kelly IBM 650 bilgisayarla kullanılabilecek herbir işlem için dört, herbir proje için ise dokuz farklı kaynağın kullanılabildiği bir program hazırlamıştır. 1961 yılına kadar yöntem pek çok proje üzerine uygulanmış, sonuç olarak işçi sayısında % 35'den % 50'ye kadar varan azalma ve proje süresinde sadece % 5'lik bir artma gözlenmiştir (Davis,1973).

Tarihsel açıdan ilk yaklaşık esaslı yöntem CEIR Inc ve Du Pont Company tarafından 1960 yılında gerçekleştirilen

RAMPS programıdır. Bu "Kaynak dengelemesi ve Çoklu programlama" programı kısıtlı kaynak kullanımı problemi için yapılmış ilk ana çalışmadır. Programın işleyişi hakkında daha ayrıntılı bilgi Weist tarafından 1963 yılında yazılan makaleden edinilebilir (Davis,1973).

1963 yılında Kelly verilen kaynak kısıtları altında, minimum uzunluktaki programı bulmayı amaçlayan bir heuristik algoritma önermiştir. Burgess'in geliştirdiği yöntemle arasındaki tek fark birim süre de istenen kaynak miktarını azaltıp çoğaltarak işlemlerin sürelerini uzatması ve kısaltmasıdır. Tıpkı Burgess'daki gibi ortaya çıkan sonuçlar işlemlerin programlanma sırasına bağlıdır. Dolayısıyla Kelly şebekedeki işlemlerin farklı sıralarla birkaç kez tekrarlanmasını önermektedir. Kelly'in makalesinde bahsettiği bir diğer nokta da "treshold" kaynak kullanımınıdır (Bir işlemi başlatmak için gerekli minimum kaynak miktarı kısıtı getirmek). Bu yaklaşımın tatbik edilebilmesi için ayrıca bir de bilgisayar programı makalede tanıtılmıştır (Davis, 1966).

Birbirinden bağımsız araştırmacılar tarafından geliştirilmiş bir diğer yaklaşık programlama yöntemi de SPAR 1 dir. Diğer yöntemler için bir model görevi yapmaktadır. Yöntem de her bir iş bir maksimum ve minimum kaynak kullanım seviyesine sahiptir. Böylece birkaç bin işten oluşan ve birkaç düzine farklı kaynak kullanımını gerektiren bir veya birden fazla proje, birtakım özel kabuller yapılarak programlanabilmektedir. Bu kabuller işlem bölmek, kaydırmak veya kaydırmamak olabilir (Weist,1967).

Mikrobilgisayarların kapasitelerinin giderek artması, fiyatlarının düşmesi, araştırmacı ve kullanıcıların onlardan yararlanma imkanlarını giderek arttırmaktadır. Dün büyük bilgisayarlarla ancak çözülebileceği söylenen birçok problem bugün PC'lerle rahatça çözülebilmektedir. Mikrobilgisayar-

lardaki bu gelişme beraberinde birçok araştırmayı da gerekli kılmıştır. Sıralama yöntemlerindeki araştırmalar, birçok problemin yaklaşık çözümlerinin araştırılması buna örnek olarak gösterilebilir. Bunun yanında problemlerin analitik çözümleri (Doğrusal programlama, dal-sınır yöntemi v.b.) yerini yaklaşık çözümlere bırakması da yukarıda sözü edilen gelişmelerdendir. Böylece gelişmiş bir PC ile her bir işlemde 15 ~ 20, tüm projede 80 ~ 90 kaynağın kullanıldığı 4-5 bin işlemlili yatarımların süre ve kaynak yönünden planlanması ve kontrolü mümkün olabilmektedir. Bu konuda birçok program hazırlanmış ve hazırlanmaktadır. Yurt dışında 2000 ve daha fazla işlemlili projelerde kısıtlı kaynak problemini çözebilen programlar 15000 \$ civarında satılabilmektedir (Wright,1985).

Türkiye'de kısıtlı kaynak dengelemesine ilişkin yayına henüz rastlanamamıştır ancak CPM ile ilgili temel kavramları edinebilmek için yeterli miktarda yayın vardır (Yeşilada,1975; Çetmeli,1972; Yüksel,1973; Gülerman,1970). Bu sahada bazı tercümelere de rastlanmaktadır (Levin et.al, 1973; Martino,1965a,b,c).

2. PLANLAMA VE PLANLAMA TEKNİKLERİ

2.1 Yönetim Açısından Planlama

Yönetim'in beş evreden oluştuğu belirtilmektedir (Tosun, 1974). Planlama, organizasyon, yürütme, kontrol ve koordinasyon. Görüldüğü gibi bu safhalarda ilkini planlama oluşturmaktadır.

Planlamayı basit olarak "neyin, ne zaman, nasıl, nerede ve kimin tarafından yapılacağına önceden kararlaştırılması" olarak tanımlamak mümkündür. Tezin konusu planlama olduğu için planlamanın özellikleri, yarar ve zararlarını belirtmekte fayda vardır (Yüksel,1983).

Planlamanın özellikleri:

- Planlama bir seçim ve yeğleme sürecidir.
- Plan bir kararlar toplamıdır.
- Plan geleceğe yöneliktir. Amaca ulaşmak için, bir süre gereklidir.
- Planlamada ileriye doğru görmenin önemi büyüktür.
- Plan bilinçli bir seçim sürecidir.

-Planlama yönetimin belirleyici veya yasallaştırıcı nitelikte işlevidir.

Planın yararları şunlardır:

- Zaman ve emek savrukluğunu azaltır.
- Yöneticinin dikkatini amaca yöneltir.
- Uyumlu çalışma olanağı sağlar.
- Çabaların amaca uygunluğunun denetlenmesine ortam hazırlar.
- Olumsuz etkenler önceden görülüp önlem alınabilir.
- Rasyonel kural ve yöntemlerin geliştirilmesine yardımcı olur.
- Yetki devrini kolaylaştırır.
- Denetimin standartlaşmasına katkısı olur.

Planın sakıncaları da şöyle belirlenebilir:

- Gerekli işgücü ve araçlar kaliteli ve pahalıdır (Bilgisayarlar v.b. aletler).
- Amaçlardan çok dilek ve istekleri içerebilir.
- Kişiyi gelecekte yaşatır, bugünü bir anlamda unutturabilir.
- Uygulayıcıların girişim gücünü azaltır.
- Getirdiği yeni düzene direnmeler olur.

- Yeterli hız ve doğrulukta yapılmayan planların amaca ulaşması güçleşir.

- Planın kapsadığı süre ve ayrıntı derecesi sakıncalar doğurabilir.

2.2 Yatırımların Yeni Tekniklerle Planlanması

Yukarıda tanımı, özellikleri, yarar ve zararları açıklanmaya çalışılan planlama yöneticinin en fazla önem verdiği gereken bir evredir.

Tarihsel gelişmesi daha önce anlatılan teknikler yöneticiye yalnızca planlama açısından değil yönetimin diğer evrelerinde de yardımcı olacaktır. Bu teknikleri yatırım cinsine bağlı olarak şöyle sınıflamak mümkündür.

Bu sınıflamada aynı zamanda tekniklerden neler beklenebileceği de verilecektir.

i) Deterministik yatırımlar:

Bu yatırımlarda tüm işlemler belirlenen bir zamanda muhakkak gerçekleştirilirler. İşlemin gerçekleşmesi diye bir olasılık sözkonusu değildir. Ancak, gerçekleşme süresi bir kurala bağlı olarak değişebilir.

i.i) Tekrarlanan işlemlerli yatırımlar:

Burada yatırımı oluşturan işlemlerin büyük bir çoğunluğu birbirinin benzeri olup, üretim tekrarlanan işlemler biçiminde oluşur. Yatırımın bu özelliği aynı işlemleri tekrarlayan ekiplerin deneyimini arttırması ve dolaşısıyla verimliliğin artması sonucunu doğurur ki bu da ancak bu yatırım türünde geçerlidir.

Yatırımın planlanmasında şu amaçlar güdülür:

- Birim zamanda üretilen miktar (üretim hızı) kontrol edilir. Bu, planlamanın temel amacını oluşturmaktadır.

- Yatırımın belirlenen sürede bitirilmesi sağlanır.

- İşlemleri yapan ekipler kontrol edilebilir.

- Yatırımın gider analizi yapılabilir. Bu analiz giderlerin plana uygun olup olmayacağı, ya da üretimde bir bozukluk olup olmadığının kontrolü olabileceği gibi, giderin en az olacağı yatırım süresinin belirlenebileceği biçimde de olabilir.

- Ekip sayısı, ekip büyüklüğü, zaman ve ünite tamponları yardımıyla kaynak histogramı çizilip işyeri sosyal tesislerinin boyutlandırılması en iyilenebilir.

- Planlama uygulamasındaki olumsuz gelişmeler kontrol altına alınabilir.

Tekrarlanan işlemlerli yatırımlar;

i.i.i) Doğrusal-doğrusal olmayan tekrarlanan işlemlerli yatırımlar

i.i.ii) Yatay-düşey tekrarlanan işlemlerli yatırımlar

şeklinde sınıflamak mümkündür. Bir tünel yapımı, her ano'da aynı miktar işlemler yapıldığı için doğrusal tekrarlı bir üretim biçimidir. Toprak dolgu barajda her tabakada seri- lip sıkıştırılan malzeme miktarı arazinin yapısı ve gövde enkesiti nedenleriyle farklı olacağından doğrusal olmayan tekrarlı bir üretimi sergiler. Doğrusal olmayan tekrarlı işlere hafriyat, arıtma havuzları, tesviye işleri, dolu savak imalatı ... v.b. diğer örnekler olarak gösterilebilir. Toplu konut inşaatı, yol ve demiryolu üst yapısı, tünel kaplamaları v.b. de doğrusal tekrarlı üretim örnekleridir.

Tekrarlanan işlemlilerle yatırımlardan bazılarında üretime projenin herhangi bir yerinden veya aynı anda değişik birkaç yerinden başlanabilir. Yol, demiryolu, toplu konut inşaatlarında olduğu gibi. Bunun yanında ünitelerin yapım sırası yatırımın doğası gereği değiştirilemeyen üretim biçimleri de vardır. Bu sorun gökdelen inşaatlarından kaynaklandığı için "Düşey Üretim Metodu" kelimelerinden oluşan V.P.M (Vertical Production Method) metodun adını oluşturur. Baraj gövdesi inşaatı bu tür üretimin bir başka örneğidir. Üretim düşey doğrultuda gelişmekle beraber ünitelerin yapım sırası değiştirilemeyen projeye örnek olarak "Tünel inşaatı" gösterilebilir. Ancak, tünel başı, tünel sonundan başka ara yaklaşımlarla ünitelerin üretim sıralarınının değiştirilebilmesi bu yatırımın yatay ve düşey tekrarlanan işlemlilerle yatırımların arasında yer almasını sağlar.

i.ii) Tekrarlanan işlemi olmayan yatırımlar:

Yatırımı oluşturan işlemlerden benzer olanları hiç yoktur denebilir. Bu durum planlama tekniğide beklenen amaçları tamamen değiştirir. İşlem sürelerinin belirgin olup olmamasına bağlı olarak değişik teknikler geliştirilmiştir.

i.ii.i) İşlem süreleri belirgin olan yatırımların planlanmasında Kritik Yol Yöntemi "CPM - Critical Path Method", Kutu Diyagramı, "Precedence Diagram" teknikleri geliştirilmiştir.

i.ii.ii) İşlem süreleri değişebilen yatırımların planlanmasında ise PERT "Program Evaluation And Review Technique" kullanılmaktadır.

Her iki gruptaki temel amaçlar şöyle sıralanabilir:

- Kaynakların amaca ulaştırılacak şekilde kullanılması:

Burada zaman, işgücü, makina gücü, malzeme, gelir-gider ve işin yapıldığı alan gibi kaynaklar, yalnız başına ya da birkaçı beraberce planlamanın amacını oluşturabilirler. Kaynakların, inşaat süresi, belirli sayıda ekipman, sınırlı depolama olanağı, belirli borçlanabilme limiti gibi sınırlı olabilir. Aynı zamanda kaynakların birbirleri yerine kullanılabilmesi, birkaç işlemde aynı kaynağın kullanılabilmesi, veya bir işlemde birden fazla kaynak kullanılabilmesi gibi durumlarla karşılaşılabilmektedir.

- Planın kontrol ve revizyonu: Plan önceden yapılan tahminlerden oluştuğu için daima sapmalar olabilir. Malzemelerin zamanında sağlanmaması, istenen miktar ve kalitede işgücü ve ekipman temin edilememesi, ödeme güçlükleri, işlemlerin beklenenden uzun ya da kısa sürebilmesi, bazı işlemlerin iptal edilmek ya da yeni işlemler eklenmek zorunda kalınması, yatırımda ara hedeflerin belirlenmesi bu sapmalara örnek olarak gösterilebilir.

Bu durumlarda amaca ulaşabilmek için yatırımın sürekliliği izlenip mevcut şartlar da göz önüne alınarak yeni çözümler aranır.

ii) Stokastik yatırımlar.

Bu tür yatırımlarda işlemler belirlenen bir zamanda gerçekleşmeyebilir. İnşaatla ilgili yatırımlarda bu tür işlemlere örnek vermek oldukça zordur. Ancak belirli miktar hafriyattan sonra makinanın kazıcı elemanı hasara uğrayıp iş durabilir ya da böyle bir durum ortaya çıkmayabilir. Planlama da her iki durum da göz önüne alınmalıdır. Bu rassal bir durumu belirtmektedir. Stokastik üretimlerde işlemlerin gerçekleşmesi bir olasılığa bağlıdır. Örneğin 1000 m³ kazıdan sonra % 5 olasılıkla kazıcı eleman arıza yapar veya % 95 olasılıkla işine devam eder. İşlemlerin olasılık parametreleri birbirlerini ardışık çarpımsal etkiler. İşlemlerin süreleri ise değişik

aağılımlara bağılı olarak oluşabilir. Bu parametre ise şebeke boyunca ardışık toplamalı olarak hesaba katılır. Değişik özellikteki bu iki parametrenin aynı işlemi tanım=laması bazı hesap zorluklarını oluşturur.

Bu olayın başlaması birden fazla işlemin bitmesine bağılı ise, bu olayın başlaması biten işlemlerin tamamının beklenmesine veya ilk işlemin bitmesine bağılı olabileceğı gibi verilen bir zaman içinde giren işlemlerden ancak bir tanesinin gerçekleşmesi gibi bir şarta da bağılı olabilir.

Süre ve olasılık parametreleri dışında ayrıtlarda tekrarlanma sayılarını göstermek üzere üçüncü bir parametre de kullanılabilir.

Yukarıda sayılan karmaşık durumların çözümünde kullanılmak üzere GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) tekniğı geliştirilmiştir. Bu teknik yardımıyla yatırımın beklenen gerçekleşme olasılığı, beklenen gerçekleşme süresi, gerçekleşme süresinden sapma miktarı, gerçekleşme süresinin çarpıklığı ve basıklığı hesaplanabilir.

Yukarıda deterministik yatırımlar olarak sınıflanan tüm yatırımları bu tezde anlatılan planlama tekniğine (CPM) dönüştürüp çözmek mümkündür. Ancak amaçlardaki farklılıkları gözönüne alarak çözümlerin ayrıntıları değiştirilmelidir.

2.3 Kaynaklar, Kaynak Kullanımı, Kısıtlı Kaynak Kullanımı

Tezde kaynak olarak kullanılan işgücü, makine gücü, malzeme uygulamada değişik şekillerde oluşabilir. Battersby, (1979) kaynaklara ilişkin verdiği güzel bir tablo, Tablo 1 de görülmektedir.

TABLO 1_ Battersby'e Göre Kaynakların Sınıflandırılması

PARA ile ölçülebilirler				Değerlendirilmes güç olanlar	
İş gücü			Makineler	Malzeme	Çeşitli
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> Düz işçi Usta yardımcısı Usta </div>			Direkt	Yardımcı	
Geçici	Sürekli, daimi	Esnaf departmanya da diğer ayırım türü	Sahip olunan ya da kiralık	Tekrar kullanılabilen ve tekrar kullanılmayan (Kapital)	Arsa Yapay (örneğin güvenlik kısıtlamalar, yer)
Geçici ya da bir yere bağlı olan					
Gündelik iş, fazla mesai, primli iş vardiyalı iş (ya da maaşlı)					

NOT: Tüm kaynaklarda zaman tektir, direkt olarak kontrol edilemez,
sadece kullanılır.

Türkiye'de kaynakların bulunuş biçimi Battersby'nin açıklamaları da göz önüne alınarak şöyle sınıflandırılabilir.

1. İşgücü: Temel kaynaklardan biri olmaktadır. Şu değişik biçimlerde tanımlanabilir.

- Düz işçi, usta yardımcısı, usta
- Geçici, sürekli, esnaf v.s.
- Daimi çalışan veya çalışmayan
- Gündelikçi, fazla mesai, primli iş, vardiya, aylık ücretli
- Birbirinin yerine ikâme edilebilen (Kalıpçı, betoncu)
- Üretime doğrudan giren (Duvar ören usta) veya dolaylı giren (Şantiye şefi) işçilik

İşçilikler sayı olarak tanımlanabileceği gibi ücret olarak da tanımlanabilir ve gider kaynağında gözükebilirler.

2. Makine gücü: İşgücü gibi düşünülebilecek bir kaynak türüdür. Bu kaynak da sayı veya gider olarak tanımlanabilir. Makine gücü,

- Üretime doğrudan giren (Dozer) veya dolaylı giren (elektrik jenaratörü)
- Şirketin sahip olduğu veya kiraladığı
- Esas makine (Ekskavatör), yardımcı makine (kompresör)

şekillerinde görülebilir.

3. Malzeme: İnşaatta temel malzemeler kum-çakıl, kireç, çimento, demir, tuğla, kiremit, kereste, büz, taş gösterilebilir. Endüstrinin diğer dallarında bu konu stok kontrolü adı altında ayrıca işlenmektedir (Mirza,1975). İnşaatta diğer kaynaklarda olduğu gibi bu kaynak da miktar veya gider olarak gösterilebilir. İnşaat işlerinde yukarıda sayılan temel malzemeler bazen betonda olduğu gibi bir arada olacak şekilde de ifade edilebilir. Malzeme kaynağı uygu-

lamada şu şekillerde görülebilir.

- Üretime doğrudan giren (tuğla) ya da girmeyen (elektrik enerjisi, benzin)
- Yapının bünyesinde kalan (beton), görevi bittikten sonra alınan (kalıp)
- Birleşik olarak (beton) veya tek başına (donatı) ifade edilen

4. Gider ve gelir: İşgücü, makine gücü ve malzemelerin tamamını gider ile tanımlamak mümkündür. Yapılan imalatın karşılığında sağlanan gelirler de göz önüne alındığında firma için nakit bütçesi yapmak, fon akışını (bir yıl boyunca yapılan masrafların ne olduğunu ve gelirlerin nerelerden sağlandığını gösteren tablo) düzenlemek, çalışma sermayesini tespit etmek mümkün olabilir. Kısıtlı kaynak dengelemesinde bu kaynak yalnızca borçlanabilme limiti açısından önem arz etmektedir.

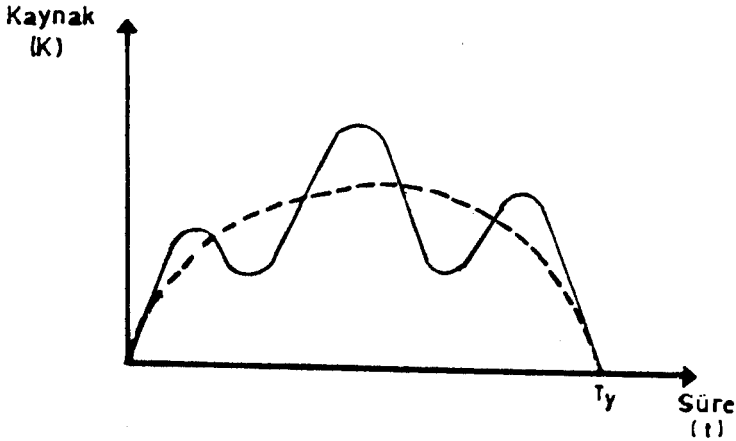
5. Diğer kaynaklar: Çalışma alanı bazen kısıtlı olabilir dolayısıyla diğer kaynakların kullanımı sınırlandırılabilir. Güvenlik konusunda bazen kaynak olarak düşünülebilir.

Yukarıda beş ana grup altında açıklanmaya çalışılan kaynakların tanımı uygulamaya bağlı olarak değiştirilebilir. Bir başka deyişle yapılan bu tanımlara tam olarak bağlanılmamalıdır. Çünkü her iş kendi özelliğine göre değişik durum arz eder. Sözgelimi bir baraj inşaatında dökülen beton, donatı ve kalıp bir ekibin denetimine verilmişse artık izlenecek olan yalnızca üretilen beton olmalıdır. Kalıp ve donatı betona bağlı olarak üretilmektedir. Benzer şekilde serilip sıkıştırılan toprak miktarı da bir kaynak gibi düşünülebilir. Böylece kaynak olarak toprağın bir değeri olmamakla beraber üretimin kontrolü açısından bu kabul gerekli olmaktadır. Ancak şantiyenin durumuna bağlı olarak yapılan bu kabullerin değişik üretim kalemlerinin kontrolüne da engel olabileceği daima göz önünde bulundurulmalıdır.

Yukarıdaki örnekte olduğu gibi beton, demir ve kalıbı tek yönetim altında düşünüp ekibin hızını beton kaynağını izliyerek kontrol etmek kalıp veya demirdeki darboğazların görülmesini engelliyebilir.

Kaynak kullanımında literatürde geçen üç temel problem vardır. Bunlar:

1. Sürenin sınırlı olup kullanılan kaynağın serbest olması halinde kaynakların en iyi bir biçimde kullanılması. Literatürde "unlimited resource leveling" veya "resource leveling" "resource smoothing" adları altında görülebilir. Burada yapılan işlemlerin bollukları boyunca en uygun yerlerde kullanılması yardımıyla kaynakların dengelenmesidir.

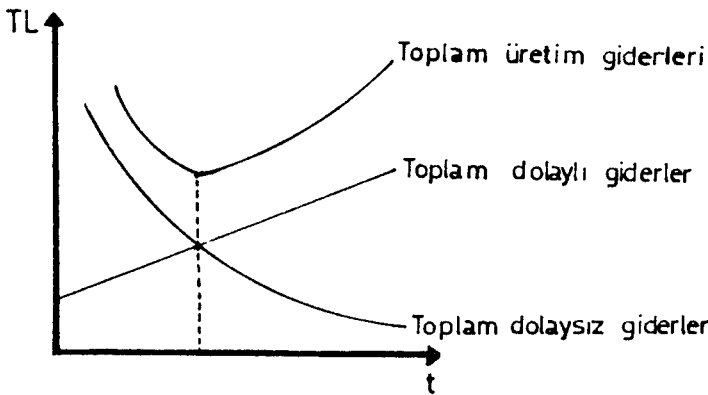


ŞEKİL 1- Kapasite kullanımı

Yukarıdaki şekilde, düz ve kesikli çizgilerle oluşturulan eğrilerin altında kalan alanlar kaynak miktarlarını göstermektedirler ve birbirine eşittirler. Burada kaynak dağılımının kesikli çizginin gösterdiği biçimde olması amaçlanır. Kaynaklarda süreye bağlı olarak meydana gelen devamlı inme ve çıkımlar ortadan kaldırılarak belirli bir

bir zamana kadar devamlı artan ve o zamandan sonra devamlı azalan kaynak dağılımı oluşturulur. Böylece kullanılan kaynak kapasitesi enbüyüklemeye çalışılır. Ayrıca kaynak miktarındaki maksimum noktayı aşağı çekmek de bir amaçtır.

2. Süre ve giderin serbest olarak alınıp en az giderli yatırım süresinin bulunmasını amaçlayan yaklaşım. Literatürde "Time cost trade-off problem" başlığı altında bulunabilir. Kritik işlemlerden bazılarının ilk düşünülen sürelerden daha kısa sürelerde yapılması, bu nedenle oluşan bir takım fazla işçilik giderleri ile yatırımın daha erken bitirilmesi nedeniyle azalan endirekt giderlerin kıyaslanması problemin özünü oluşturmaktadır. Şebekelerde akım problemleri enine-boyuna tartışılarak bu problemin uygun çözümleri bugün için rahatça yapılabilmektedir.

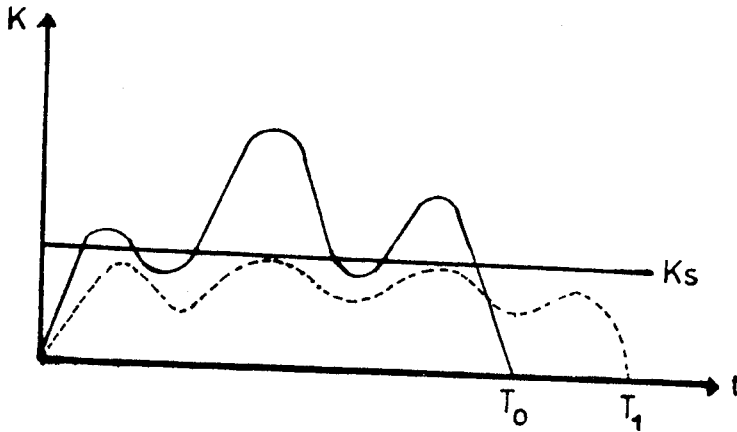


ŞEKİL 2- Toplam üretim giderleri

Toplam dolaylı giderler ve toplam dolaysız giderlerden oluşan toplam üretim giderlerinin minimum olduğu noktayı bulmak problemin amacını oluşturmaktadır.

3. Kaynakların kısıtlı olması hali: Yatırımda kullanılan kaynaklar değişik nedenlerle (işin mevcut makinelerle bitirilmesi, belirli sayıda usta bulunabilmesi, malzeme depo edilecek yerlerin kısıtlı olması, borçlanabilme limitinin belirli olması v.s.) kısıtlı olarak kullanılmak zorunda kalınırsa, artık problem yatırımın belirli sürede bitirilmesi olmayıp mevcut kaynak kısıtlarıyla işin tamamlanması halini almaktadır.

Yatırımın, süresinin uzamasının en az düzeyde olması bir amaç olarak tanımlanabilir.



ŞEKİL 3- Kaynağın kısıtlı olması halinde kaynak optimizasyonu

Yukarıdaki şekilde K_s kaynak sınırını göstermektedir.

Kaynakların K_s gibi üst sınırları olması halinde yatırımın ilk planlanan T_0 süresinde bitmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle profil, eğrisinde görüleceği gibi yatırım bir T_1 bitiş süresine uzatılarak kaynak kısıtı altında iş gerçekleştirilebilir. Burada sınırlayıcı koşul kaynaktır.

Kaynakların kısıtlı olması halinde -yukarıda da belirtildiği gibi- süre uzamaktadır. Sürenin uzaması yatırım maliyetinin artmasına neden olabilmektedir. Bu sebeple, yöntemde belirlenen kaynak sınırlarının mümkün olduğu kadar tam kullanılması işin ekonomik olması bakımından önemli olmaktadır.

Kaynak dengeleme problemlerinin çözümlerine değişik yaklaşımlar yapılagelmiştir.

Analog yöntem olarak bilinen kaynar çubuklardan oluşmuş modeller, elektriksel analoglar, serimlerin dualleriyle çözümler yatırımlarda kaynak kullanımı konularında ilk araştırmalardır (Battersby,1979).

Analitik yöntemlerle (doğrusal, tamsayılı, dinamik programlar, dal-sınır tekniği) problemlerin çözümlerinde son yıllarda büyük gelişmeler olmuş,"yöneylem araştırması" adı altında yeni bir disiplin oluşturulmuştur. Bu yöntemlerle problemlerin kesin çözümleri yapılabilmiş, ancak çözümlerin -daha öncede belirtildiği gibi- bilgisayarlarda fazla yer kaplaması ve hesap süresinin çok uzun olması başka çözümler arama zorunluluğunu doğurmuştur.

Yaklaşık (heuristic), sezgisel (intuitive) çözümler bu arayışlardan ortaya çıkmıştır. Kuşkusuz sezgisel çözümlerin her zaman en iyi yaklaşımı vermesi beklenemez, ancak heuristic yöntemler belirlenen yaklaşım derecesinde uygun çözümü vermektedirler.

Kısıtlı kaynak kullanımında, işlemde kullanılan kaynak miktarları değiştirilerek tüm proje için belirlenen kaynak kısıtlarına en yakın değerleri bulmak mümkün olabilir. Ancak işlemde kullanılan kaynakların işlemin yapıldığı sürece değişmesi pratik olmamaktadır. Bu nedenle bu çözümün pratik olmadığı söylenebilir.

3. PROJE İLE İLGİLİ BİLGİLER VE VARSAYIMLAR

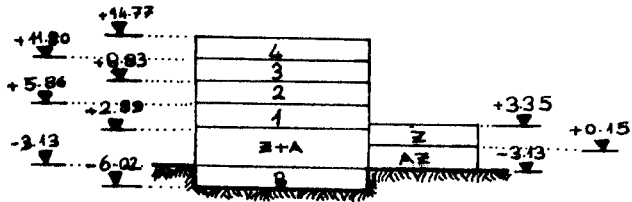
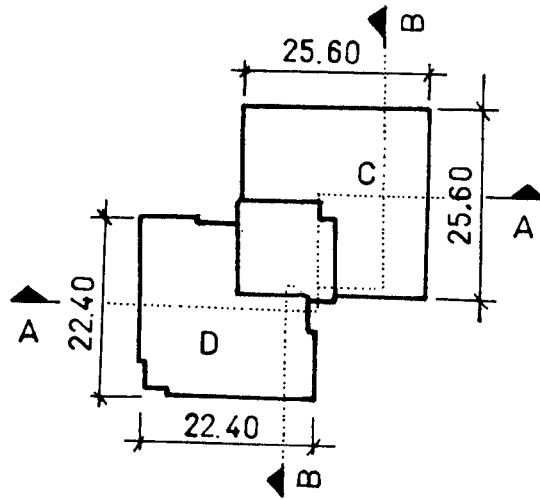
3.1 Proje Hakkında Genel Bilgiler:

Tezimizde, üzerinde çalıştığımız örnek binalar, çocuk yuvası ve misafirhane olarak kullanılacak iki bloktan oluşmaktadır.

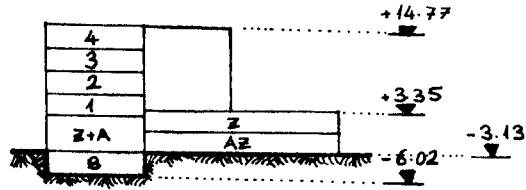
C blok çocuk yuvası, D blok misafirhanedir. Bu iki blok arasında geçişi sağlayan mutfak kısmı bulunmaktadır.

Blokların kat durumları şöyledir:

C Blok	Temel+Alt zemin kat Zemin kat
D Blok	Temel+Bodrum kat Zemin kat Asma kat 1. kat 2. kat 3. kat 4. kat



A-A KESİTİ



B-B KESİTİ

ŞEKİL 4 — VAZİYET PLANI — Ö: 1/1000

Projenin kat alanları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

TABLO 2- Bloklara Göre Kat Alanları

	KAT ALANLARI (m ²)						
	Bodrum kat	Zemin kat	Asma kat	1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat
C BLOK	628	472	—	—	—	—	—
D BLOK	414	420	200	420	420	420	420

C bloktaki bodrum kat alanı C blok alt zemin kat alanını göstermektedir.

Planlamada temel ve bodrum kat işlemleri beraber düşünülmüştür. Bunun nedeni temelde yapılacak işlem sayısının az olmasıdır.

3.2 İşlemler Arası İlişki Düzeni, İşlem, Ekip ve Kalıpta İlgili Varsayımlar:

Proje planlamasında ilk yapılan iş, proje işlemlerinin ayrımı olduğundan işlemler arası ilişkiler saptanarak "işlem listesi" hazırlanmıştır. Hazırlanan işlem listesi şöyledir:

Hafriyat

Kalıp hazırlayıp, yerine koyma

Donatı hazırlayıp, yerine koyma

Beton dökümü

Beton kürü

Kalıp bekleme süresi

Kalıp sökülmesi

Duvar örülmesi
 Kasa+Sıva
 Doğrama takılması
 Cam takılması
 Boya+Badana
 Döşeme kaplama+Denizlik
 Çatı

Her katta çatı ve hafriyat dışındaki bu işlemler bulunmakta, serim böylece oluşturulmaktadır.

Projedeki işlemler için değişik ekipler kullanılmaktadır.

Bir ahşap kalıp en fazla üç kez kullanılmıştır. Tüm projede üç ayrı kalıba ihtiyaç duyulmuştur.

İşlemler arası ilişkiler şöyle tanımlanabilir:

Herhangi bir işlemin başlayabilmesi için önceki işlemlerin bitmiş olması ve o işi yapacak ekibin boş olması gerekir

Projede uygulana değişik işlemler için başlayabilme şartları şöyle belirlenebilir (işin yapılabilmesi için o işi yapacak ekibin işinin olmaması yani bir önceki işini tamamlamış olması şartı bütün işlemler için geçerlidir.

<u>BASLAYACAK İŞLEM</u>	<u>BİTMESİ GEREKEN ÖNCEKİ İŞLEMLER</u>
- Kalıp hazırlığı	- Kullanılacak kalıp daha önce kullanılmışsa kalıbın sökülmesi
- Kalıp yerine koyma	- Bir önceki katın beton dökümü - Dökülen betonun kür süresinin geçmesi - Yerleştirilecek kalıbın hazırlanması

BAŞLAYACAK İŞLEM (devamı)	BİTMESİ GEREKEN ÖNCEKİ İŞLEMLER (devamı)
- Donatı hazırlığı	- Bir önceki donatının yerleş- tirilmiş olması
- Donatı yerine koyma	- İlgili kalıbın yerine konması - Yerleştirilecek donatının hazır- lanması
- Beton dökülmesi	- İlgili donatının yerine konması
- Kalıp sökülmesi	- Kalıp bekleme süresinin bitmiş olması
- Duvar örülmesi	- Duvar örülecek katın kalıbının sökülmesi
- Kasa+Sıva	- İlgili katın duvarının örülmesi
- Doğrama takılması	- Doğrama takılacak katın kasa+sıva- larının yapılması
- Boya+Badana	- Boya+badana yapılacak katın doğra- masının takılması
- Cam takılması	- Cam takılacak katın boya+badanası- nın yapılması
- Döşeme kapı+Denizlik	- Bu işin yapılacağı katın cam ta- kılması
- Çatı	- Son katın kalıbının alınması

Çatı işlemleri farklı işlerden oluşmaktadır. Çatıda ah-şap işleri için kalıpcı, duvar işleri için duvarcı ve düz iş-çinin yanında tenekeci, alüminyum ustası ve tecrit ustasına

da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çatı işi için bunların hepsini içeren bir ekip oluşturulmuş ve bu ekip çatı işinin yapılmasında kullanılmıştır. Böylece çatı işlerinin tek bir işlem olarak ele alınması mümkün olmuştur.

Bazı işlemler kısa sürdüğünden uygun olan bir diğer işlemle birleştirilerek tek bir işlem olarak gösterilmiştir. Örneğin denizlik yapılması işlemi çok kısa süreceğinden döşeme kaplanması işlemiyle birleştirilerek "döşeme kaplama+denizlik" adı altında tek bir işlem olarak alınmıştır.

İşlem sürelerinin bulunmasında Bayındırlık Bakanlığı'nın Genel Fiyat Analizinden yararlanılmış, ancak bu değerler daha sonra değiştirilmiştir. Değişimin neleri kapsadığını açıklamadan önce bu değişimin nedenlerini belirtmek uygun olacaktır.

Analizde fiyatı oluşturan elemanlar işçilik ve malzemedir. Bu analizden yararlanılarak bulunan birim fiyatlar gerçek imalat fiyatlarını yansıtmak zorundadır. Aksi takdirde bu imalatı yapacak yüklenici bulunamaz. Politik nedenlerle enflasyonun düşük gösterilmesi yönetimlerce uygun görülmektedir. Yeni birim fiyat analizlerinde problem doğurması sözkonusu olacağından malzeme fiyatları aşağı yukarı piyasa değerlerinden alınmak zorundadır. İşçilik giderlerinin de birim fiyatın gerçek değerini oluşturabilmesi için gerçek miktarlarda olması zorunluluğu vardır. İşçiliği oluşturan iki unsur işçilik bedeli ve süredir. İşçilik bedelinin düşük tutulması yönetimler açısından politik zorunluluk olmaktadır. Bu durumda işçilik giderlerinin gerçeği yansıtabilmesi için giderin ikinci unsuru olan işçilik süreleri uzun tutulmaktadır. Ayrıca imalat sürelerinin belirlenmesinde bilimsel herhangi bir çalışma yapılmamış olması, gerektiğinde işlem sürelerinin genel fiyat analizinden yararlanılarak bulunan sürelerden farklı alınması gereğini doğurmaktadır.

Örneğin;

23.001 poz nolu "ince betonarme demirlerinin bükülmesi ve yerine konması" işlemine bakılacak olursa 1 ton demirin hazırlanması ve yerleştirilmesi için (Genel Fiyat Analizi,1980).

25 saat demircinin,
60 saat demirci yardımcısının
40 saat düz işçinin,
çalışması gerekmektedir. Buna göre;

$$\text{Demircinin} \quad \frac{25}{8} \approx 3 \text{ gün}$$

$$\text{Demirci yardımcısının} \quad \frac{60}{8} \approx 8 \text{ gün}$$

$$\text{Düz işçinin} \quad \frac{40}{8} = 5 \text{ gün}$$

çalışması gerekmektedir. Bir ton demir için bu süreler çok uzundur. Uygulamada demiri işleyen kişilerin usta, usta yardımcısı, işçi diye ayrılmadığı da düşünülürse bir kişinin 1 ton demiri işlemek için 16 gün'e ihtiyacı olduğu gibi kabul edilemeyecek bir sonuca ulaşır. Bunun yanında zemin kattaki tuğla duvarın örülmesi işleminde,örneğin 30. kattaki tuğla duvarın örülmesi işçiliği de genel fiyat analizinde aynı alınır.

Anlatılagelen bu hatalar nedeniyle ve uygulamadaki imalat süreleri göz önüne alınarak tezde genel fiyat analizine göre bulunan sürelerin yarısı alınmıştır.

Donatıdaki sürelerin belirlenmesine de bir örnek verecek olursak;

C blok alt zemin kat için donatı hazırlanmasının süresi şöyle bulunmuştur.

$$\text{Poz} = 23.001$$

$$\text{Metraj} = 34.54 \text{ ton}$$

Birim süre = 9(usta) saat/ton (Hazırlık+yerleştirme süresi = 23 saat/ton; hazırlık süresi toplam sürenin % 40' ı olduğundan $23 \times 0,40 \approx 9$ saat/ton bulunur).

İşin bitmesi için toplam süre:

$$34,54 \text{ ton} \times 9 \text{ saat/ton} = 310,86 \text{ saat (usta)}$$

$$\frac{310,86}{8} = 38,85 \text{ gün(usta)}$$

Sürenin yarısı alınarak;

$$38,85 \times \frac{1}{2} = 19,42 \text{ gün(usta)}$$

İşin süresi 5 gün olarak alınarak;

$$\frac{19,42}{5} \approx 4 \text{ usta bulunur.}$$

Düz işçi sayısı da ;

$$\frac{34,54 \times 33}{8 \times 2 \times 5} \approx 15 \text{ olarak bulunur.}$$

İşin bitirilebilmesi için 5 güne ve hergün için 4 donatı ustasıyla, 15 düz işçiye ihtiyaç olduğu bulunur.

Diğer işlem süreleri de aynı yolla bulunmuştur.

Kalıp işlerinde sürenin % 20'si hazırlık, % 50'si yerleştirme, % 30'u sökme olarak alınmıştır.

Donatı işlerinde sürenin % 40'ı hazırlık, % 60'ı yerleştirme olarak alınmıştır (Yüksel,1976; Eyeci,1984).

Beton döküm işlemi bittikten 5 gün sonra bir üst katın kalıbının yerine konulabileceği ve beton döküldükten

10 gün sonra kalıbın alınabileceği kabulü yapılmıştır.

Kazı işlerinin tamamının makine ile yapıldığı kabul edilmiştir (Poz 15.006/1).

Kalıp miktarı taban alanı % 10 arttırılarak (1.10 ile çarpılarak) bulunmuştur (Poz 21.011).

Beton miktarı m^2 'ye $0.20 m^3$ beton kullanıldığı kabulüyle bulunmuştur (Taban alanı x $0.20 m^3$). Betonun şantiyeye hazır geldiği kabul edilmiştir (Poz 16.043/1).

Donatıda ince betonarme demirlerden % 50 ($\emptyset 8$ mm- $\emptyset 12$ mm $\emptyset 12$ mm dahil), kalın betonarme demirlerden % 50 ($\emptyset 14$ mm- $\emptyset 50$ mm) kullanıldığı kabul edilerek işlem süresinin tayininde iki pozun işçilik saatlerinin ortalaması alınmıştır. Kullanılan pozlar 23.001 ve 23.002. Donatı metraj tablosunda Poz 23.001 olarak verilmiştir.

Tesviye betonunun tüm döşemelerin altına yapıldığı kabul edilmiştir (Poz 27.581).

Denizlik ve parapet yapılması, her ikisi birden 27.576 mozayik parapet yapılması pozunda ele alınmıştır.

Yağlı boya işlerinde tüm ahşap yüzeylerin yağlı boyayla boyandığı kabul edilmiştir (Poz 25.004).

Tavan badanasında, bulunan tavan alanı 1.10 ile arttırılarak badana yapılacak yüzey bulunmuştur. Bu işlem kiriş v.b. çukurlukları da gözönüne almak için yapılmıştır (Poz 25.045).

Plastik badana yüzeyi plastik badana yapılacak tavan alanlarının 1.10 arttırılmış değeri ile plastik badana yapılacak duvar yüzey alanları toplanarak bulunmuştur. (Poz 25.048).

Banyo, WC gibi yerlerde duvarların tavana kadar fayans ile kaplı olduğu kabul edilmiştir (Poz 26.194/2).

Tüm camların düz cam olduğu kabul edilmiştir. Cam alanları pencere alanlarının % 75'i alınarak bulunmuştur (Poz 28.082).

Pencere kanatları için pencere toplam alanının % 60'ı alınmıştır (Poz 22.050).

Tüm camlı kapılar ve camekanlar metrajda pencere pozlarına dahil edilmiştir.

Kasa+Sıva işlerinde süre tayin edilirken sıva işleminin süresi alınmıştır. Sebebi sıva işinin süresinin daha uzun olmasıdır. Kasa işlerinin bu arada yapılabileceği düşünülmüştür (Pozlar 22.004, 22.048, 27.531, 27.535).

Kasa+Sıva, Çatı ve iş iskelesi + Dış sıva işlemleri dışındaki bütün işlemlerin süreleri o işlemdeki poz imatların sürelerinin toplamı olarak bulunmuştur.

Çatı işinde süre aliminyum çatı örtüsü yapılması işleminin süresi olarak alınmıştır. Tenekecilik ve duvar örme gibi işlerin bu arada yapılabileceği kabul edilmiştir.

İş iskelesi+Dış sıva işleminin süresi bulunurken, iş iskelesinin süresinin 1/4'ü alınmış, dış sıva yapılmasının toplam süresine eklenmiştir. Bunun sebebi şöyle açıklanabilir. İş iskelesi bir cephede tamamlanıp diğer cepheye geçinceye kadar sıva yapılamayacağından ve diğer cephelerin iş iskelesi yapılması sırasında dış sıva yapılabileceğinden dolayı işlem süresi iş iskelesinin toplam süresinin 1/4'ü ve sıva yapımının tamamı toplanarak bulunmuştur.

Bir işlemdede değişik usta grupları çalışıyorsa işlem süresi, süresi uzun olan gruba göre belirlenmiştir. Bir işlemdede aynı ustanın yapacağı değişik işler varsa işlem süresi, süreler toplamı olarak alınmıştır.

D blokta 3 kez kullanılan 1. kalıp ve 3. kalıp C blokta 2 kez kullanılan 2. kalıpla takviye edilerek 4. katta kullanılmıştır. Her iki bloğun çatısında da artan kalıplar kullanılmıştır.

Her işlemdede gerekli olan usta, işçi ve malzeme miktarları bulunduktan sonra bu işlere uygun ekipler oluşturulmuştur.

Her işlemdede gerekli olan kaynak işlem süresine bölünerek günlük kaynak ihtiyacı bulunmuş ve tezde bu esas alınmıştır.

4. KULLANILAN YÖNTEM, PROGRAM VE ALINAN ÇIKTILARLA İLGİLİ AÇIKLAMALAR

4.1 Kullanılan Yöntemin Tanıtılması

Sınırlı kaynak-sınırsız süre dengelemesinde, belirtilen kaynak kısıtları altında işin en erken bitme süresi bulunmaya çalışılır.

Yöntemin uygulanması şöyledir:

1. Yapılacak işe ilişkin şebeke oluşturulur. Şebeke oluşturulurken, işler yapılış sırasına ve başlama-bitme ilişkisine göre sıralanır. Her işlemin süresi, işlemde kullanılacak kaynak türleri ve bu kaynakların miktarları belirlenir.

2. Kaynak türleri ve miktarlarına göre her işlem için gerekli olan ekipler oluşturulur.

3. Oluşturulan şebekeden faydalanılarak düğümlerin en erken tamamlanma (T^E), en geç tamamlanma (T^G) zamanları ve işlemlerin toplam bollukları (TB) bulunur.

İşlemin başlangıç düğümü = i
İşlemin bitiş düğümü = j

İşlem süresi = t_{ij}
olarak alınır;

j düğümünün en erken tamamlanma zamanı, i düğümünün en erken tamamlanma zamanı ile işlem süresinin toplamının en büyüğüdür.

$$T_j^E = \max(T_i^E + t_{ij}) \quad i < j \quad i = 0, \dots, i$$

i düğümünün en geç tamamlanma zamanı j düğümünün en geç tamamlanma zamanından işlem süresi çıkarılarak bulunan değerlerin en büyüğüdür.

$$T_i^G = \min(T_j^G - t_{ij}) \quad j > i \quad \text{ve } j = j, \dots, n$$

i - j işleminin toplam bolluğu;

$$TB = T_j^G - (T_i^E + t_{ij})$$

olarak bulunur.

İşlemin en erken başlama zamanı (EB), i düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanıdır.

İşlemin en erken tamamlanma zamanı (ET);

$$ET_{ij} = EB_{ij} + t_{ij} = T_i^E + t_{ij} \quad \text{dir.}$$

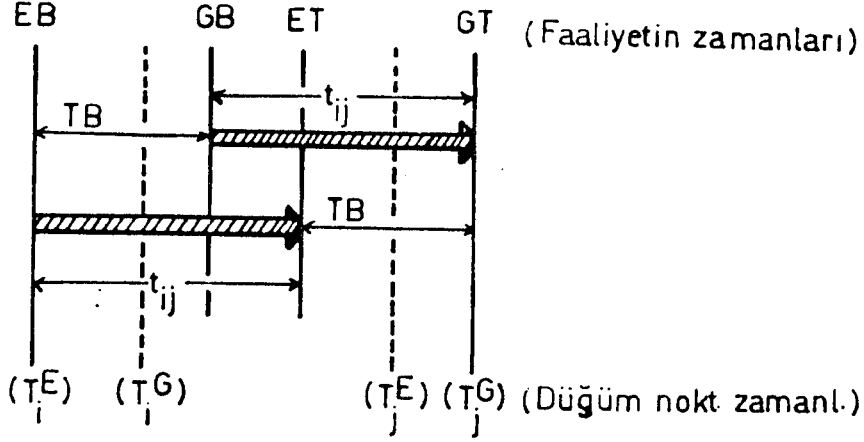
İşlemin en geç tamamlanma zamanı, j düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanıdır.

$$GT_{ij} = T_j^G$$

İşlemin en geç başlama zamanı ise,

$$GB_{ij} = GT_{ij} - t_{ij} = T_j^G - t_{ij}$$

olarak bulunur.



ŞEKİL 5- Başlama bitme ilişkileri

4. Şebekedeki işlemler başlangıç düğümlerine göre sıralanırlar. Daha sonra işlemlerin sadece başlangıç ve bitiş düğümleri ayrı bir matriste depolanır ve bu matris işlemlerin bitiş düğümlerine göre sıralanır.

5. Şebekenin başlangıç düğümüyle başlayan işlemler uygun işlemler kümesine (UİK) alınır. Programlamanın yapılacağı zaman T_i olarak belirlenir. $T_i = 1$ alınarak işleme başlanır.

6a. UİK'de işlem veya işlemler vardır. Erken başlaması T_i olan, UİK'deki işlemler programlanabilir işlemler kümesi (PİK)'ne alınır. PİK işlemlerin erken başlamalarına göre sıralanır (Erken başlamalar eşitse öncelik geç başlaması küçük olana onlar da eşitse süresi küçük olana aittir).

6b. UİK'da işlem kalmamışsa hesap tamamlanmıştır.

7a. İşlemlerin T_i zamanında kaynak kısıtı kontrolü yapılır. İşlemdeki bütün kaynakların kontrolü yapıldıktan sonra kaynak miktarlarının tamamı verilen kısıtların altında kalıyorsa işlem T_i zamanından itibaren programlanır. Yani, işlemin yeni erken başlama zamanı T_i olarak alınır, kaynaklar işlem süresince atanır, bitiş düğümünün erken tamamlanma zamanı (T_j^E) işlemin tamamlanma zamanına eşit alınır. Programlanan işlem UİK'den ve PİK'den çıkarılır. Artık işlemin başlangıç zamanı kesin olarak belirlenmiştir. Programlanan işlemin bitiş düğümüyle başlayan işlemler, bitiş düğümlerine göre sıralanmış olan matristen bulunur. Bulunan bu işlemin başlangıç düğümüyle biten işlemlerin hepsi programlanmışsa bu işlem UİK'ne alınır.

7b. İşlemlerde kaynak kısıtı kontrolleri yapıldıktan sonra kaynaklardan birisinin kısıtı aştığı görülürse işlem programlanamaz. Bu durumda işlemin erken başlaması 1 birim arttırılır. T_i 1 birim arttırılır.

7c. PİK'deki tüm işlemler tarandıktan sonra 6a. maddeye geri dönülür ve sonraki işlemler yeniden tekrarlanır.

4.2 Kullanılan Bilgisayar Programıyla İlgili Bilgiler

Program mikrobilgisayarlara göre hazırlanmıştır. Kullanılabilecek hafıza kapasitesi sınırlı olduğu için mümkün olduğu kadar hafızada fazla yer işgal etmemeye özen gösterilmiştir.

Program mümkün olduğu kadar kolay kullanılabilecek şekilde hazırlanmaya çalışılmıştır. Veriler verildikten sonra programa arada müdahale etmeye gerek kalmamaktadır. Veriler verilirken, şebekedeki işlemlerin, düğüm numaralarına göre küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe gibi bir sırayla verilmesi gerekmemektedir. İşlemler karışık olarak da verilebilmektedir. Ayrıca düğüm numaralarının ok yönünde büyümesi de şart değildir. Böylece çok karışık ve büyük şebekelerde bile düğüm numaralama ve data verme kolay olmaktadır.

Şebekedeki işlemler data olarak şu sırayla girilmektedir.

i : Başlangıç düğümü
t : İşlem süresi
j : Bitiş düğümü
ET : Ekip türü
KA : Kat adı
IA : İşlem adı

Ekip türünde o işlemde kullanılan ekibin kaç numaralı ekip olduğu verilmektedir. Kat adı işlemin bulunduğu katı ve bloku belirlemektedir.

Ekiplerin içerikleri de, yani hangi kaynaklardan oluştukları da data olarak verilmektedir. Ayrıca her kaynak için belirlenen kısıt da yine data olarak programa girilmektedir. Böylece işe yeni ekipler ekleyip çıkartmak,

ekiplerin büyüklüklerini ve kaynak kısıtlarını değiştirebilmek mümkün olmaktadır.

Programda, otuz değişik ekip türü kullanılabilen ve her ekip on değişik kaynak türünden oluşabilmektedir. Ekiplerde işçi, usta ve makinenin yanında malzemelerde verilebilmektedir. Bu yolla hergün için gerekli malzeme miktarları da program çıktılarından alınabilmektedir.

Programdan grafik olarak çıktı alınabilmektedir. Böylece işleme ilgili kaynak kullanım miktarları kolaylıkla görülebilmektedir.

Programdaki işlemler;

- Başlangıç ve bitiş düğümlerine göre
- Erken başlama ve toplam bolluğa göre
- İşlem türlerine göre
- Erken başlama ve başlangıç düğümlerine göre

sıralanabilmektedir.

Çıktılardan dengelemeden önceki ve dengeleden sonraki durum alınabilmekte böylece bir karşılaştırma yapmak mümkün olmaktadır.

Programa gerektiğinde, yeni işlemler eklemek veya bir işlemi çıkartmak mümkün olmaktadır.

Programdan, bütün kaynakların profil eğrilerini almak şart değildir. Gerektiğinde sadece istenilen kaynakların profil eğrisini almak da mümkündür.

Bilgisayarlar kullanılarak yapılan sıralamalarda kabarcık sıralaması, shellsort, quicksort v.s. yöntemler kullanılabilir (Martin,1973). Ancak tezde kullanılan programda, az sayıda işlemin sıralanmasında en kısa

süreyi veren insert-sort (Topçu,1985), tüm işlemlerin i veya j'ye göre sıralanmasında Yüksel'in (1986) önerdiği sıralama yöntemi kullanılmıştır.

Hafıza kaybını azaltmak için şu çözümlere başvurulmuştur.

- Bütün alfanümerik veriler disketten alınmaktadır.
- İşlemlere ilişkin tüm veriler tam sayı olarak tanımlamakta ve disketten alınmaktadır.
- Bir matris bazen sıralama, bazen profil eğrisi belirleme bazen de erken düğüm matrisi gibi birden fazla amaçla kullanılmıştır.
- Programda kullanılan tüm alfanümerik verilerin uzunlukları belirtilmiştir.
- Kaynakların yatırım süresince kısıtlarını aşıp aşmadığını kontrol etmek için, yatırım süresi x kaynak çeşiti-boyutunda matris yerine uzunluğu en büyük işlem süresi olan bir matris kullanılmıştır.
- Düğümlerin yeniden numaralanması, erken ve geç tamamlanma zamanlarının bulunması ayrı bir parça, gün, takvim ve çubuk diyagramı olarak çıktılar ayrı bir parça, kısıtlı kaynak kullanımı yapmak için ayrı bir parça program kullanılmıştır. Böylece yalnızca programın kendisiyle kullanıcıya ayrılan hafızayı doldurmak mümkünken, parçalı kullanımla hafıza problemi bir başka açıdan da çözümlenmektedir.

Programın önemli sorunlarından birisi de çalışma süresi olmaktadır. Bunun için yukarıda açıklaması yapılan sıralama yöntemlerinden başka şu önlemler alınmıştır.

- Herhangi bir elemanın aranmasında Binary-search kullanılmıştır. Bu yöntemle sözgelimi 229 IF yerine 8 IF'le aranan eleman bulunabilmektedir.
- Programlanabilir işlemler kümesinin sıralanmasında

yalnızca kümede sıralanması istenen sayıdaki eleman sıralanmış matrisin tamamı taranmamıştır.

4.3 Tablolar ve Çıktılarla İlgili Açıklamalar

TABLO 3; Bu tabloda projede yapılan işlerde kullanılan Pozlar ve bu pozların tanımları verilmiştir. Tabloda, poz numaraları kullanım kolaylığı açısından, küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Tablo, tezde kullanılan pozların tanımlarının başka bir kaynağa ihtiyacı duyulmadan kolayca bulunabilmesi amacıyla verilmiştir.

TABLO 4; Burada her işlem ayrı bir tabloda verilmiştir. Her katta o işlemle ilgili yapılan işlerin poz numaraları, birimi, metrajı, bir birim işi yapabilmek için gerekli süre, o işlem için gerekli toplam süre (saat olarak, gün olarak) ve o işlemde kullanılacak ekip cinsi verilmiştir. Ekip cinsi ve Tablo 7 yardımıyla o işlemde kullanılan işçi ve malzeme miktarları bulunabilmektedir. İşlemlerdeki poz numaraları küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. İşin gün olarak süresi o işle ilgili bütün pozların verilmesinden sonra sonuç olarak verilmiştir. Birimdeki süreler Bayındırlık Bakanlığı'nın genel fiyat analizinden alınmıştır. Bu tablolar şebekedeki işlem sırası göz önünde bulundurularak sıralanmıştır.

TABLO 5; İşlemlerin başlama ve bitme ilişkileri göz önünde bulundurularak oluşturulan şebeke gösterilmiştir. İşlem sırası, çift ekip için işlem sırası ve kalıp kullanım yerleri bu tabloda gösterilmiştir.

TABLO 6; Kullanılan kaynakların adlarını ve her kaynak için öngörülen kaynak kısıtlarını göstermektedir.

TABLO 7; Bu tabloda her ekipte kullanılan kaynaklar ve bu kaynakların miktarları gösterilmiştir. 1 nolu ekip kukla işlemlerde ve içinde usta, işçi, malzeme gibi kaynak bulunmayan işlemlerde (kalıp bekleme süresi, beton kürü) kullanıldığı için hiçbir kaynak içermemektedir. Kaynak kısıtları burada da verilmiştir. Bu tabloda keresti miktarı $m^3 \times 10$ olarak verilmiş ve ekipteki miktarı da öyle gösterilmiştir (Örneğin; gerçekteki $0,2 m^3$ kereste tabloda 2 olarak görünmektedir). Bunun sebebi ekip oluşumunda tamsayıların kullanılmasıdır (Ekipler data olarak girilirken kaynak miktarı ve kaynak adı tek bir sayı olarak girilmektedir. Örneğin 1201 12 adet düz işçiyi göstermektedir. Bu sayı 100'e bölüldükten sonra tamsayısı alınarak kaynak miktarı bulunmaktadır) Tuğla miktarı da adet/100 olarak verilmiştir (Örneğin 3300 adet tuğla tabloda 33 olarak görülmektedir). Bunun sebebi bilgisayarlarda kullanılabilen en büyük tam sayının 32000 olmasıdır. Çıktılar kullanılırken bunlar göz önüne alınarak kullanılmalıdır.

TABLO 8; Şebekede düğümlerin uygulama açısından gelişigüzel numaralanması gerektiğinden verilen ilk numaralar gelişigüzel olmuştur. Gerekli hesapların hızlı yapılabilmesi için düğümlerin ardışık ve ok yönünde artan şekilde olması gerekmektedir bu nedenle düğümler bilgisayar programında değiştirilmiş ve tabloda görülen hale getirilmiştir.

TABLO 9; Programa girilen veriler görülmektedir. Programın verilerinin sırası ve verilerin neler olduğu "bilgisayar programıyla ilgili bilgiler" bölümünde anlatıldığı için burada tekrar anlatılmamıştır. Tablo i ve j'ye göre sıralanmıştır.

TABLO 10; Serimdeki data verilirken blok, kat ve işlem adları bu tabloda gösterilen nümerik değerleriyle verilmiştir. Çizilen şebekede kat adı (KA) ve işlem adı (IA) olarak görülen nümerik değerlerin hangi blok, hangi kat ve

hangi işlem olduğu bu tablo yardımıyla bulunabilir.

TABLO 11; Dengelemeden önceki durum olup, işlemlerin erken başlamalarının, erken tamamlanmalarının, geç başlamalarının, geç tamamlanmalarının, toplam bolluklarının, ekip cinslerinin ve sürelerinin gösterildiği bir tablodur. İşlemlerin başlangıç ve bitiş düğümlerine göre sıralanmıştır.

TABLO 12; Bu tabloda da işlemlerin dengelemeden sonraki durumları gösterilmiştir. Kaynak kısıtları altında dengeleme yapıldıktan sonra işlemlerin en erken hangi günlerde başlayabileceği bu tablodan bulunabilir. Ayrıca her işlemin ne kadar ötelendiği de tabloda gösterilmiştir. Tablo başlangıç ve bitiş düğümlerine göre sıralanmıştır.

TABLO 13; Yatırımın dengelemeden önceki çubuk diyagramı gösterilmiştir. İşlemler erken başlamalarına ve toplam bolluklarına göre sıralanmıştır. Dolu işaretler işlem sürelerini, boş işaretlerde işlemlerin bolluklarını göstermektedir. Bazı işlemlerde sadece bolluklar görülmektedir. Bunun sebebi işlem süresinin kısa olmasıdır. Süresi çok kısa olan işlemler işaretin kapsadığı gün süresini doldurmadığından işaret konulamamıştır.

TABLO 14; İşlemlerin dengelemeden sonraki çubuk diyagramı görülmektedir. İşlemler erken başlamalarına ve başlangıç düğümlerine göre sıralanmıştır. Dolu işaretler işlemin sürelerini, kesikli çizgiler de işlemin öteleme miktarlarını göstermektedir. Bu tablodan işlemlerin ne kadar ötelendiğini kolayca görmek mümkündür. İşin kontrolünü, bulunan günde hangi işlemlerin başlayacağını ve hangi işlemlerin bitmiş olması gerektiğini bu tablodan takip etmek mümkündür. İlerki günlerde gerekli olabilecek malzeme ve işgücü miktarını da bu tablodan takip etmek işin idaresine kolaylık sağlamaktadır.

TABLO 15; Projede kullanılan her kaynak için ayrı profil eğrileri verilmiştir. Karşılaştırma yapılabilmesi için her kaynağın dengelemeden önceki ve sonraki durumu aynı sayfada verilmiştir. Tablolarda her kaynak için belirlenen kaynak kısıtı, maksimum kaynak miktarı ve maksimum kaynağın olduğu gün gösterilmiştir.

TABLO 16; Her kaynak için 1 ay boyunca gerekecek toplam miktarlar verilmiştir. Hem işçi hem de malzeme miktarlarını, aylık toplam olarak bu tabloda bulmak mümkündür. Böylece tablo kullanılarak her ay için yapılması gereken ihzarat miktarı ve aylık işçilik giderleri kolayca bulunabilir. Tabloda sonuç olarak, bütün kaynaklar için işin tamamı bitene kadar gerekli işçi ve malzeme miktarları verilmiştir. Kaynak olarak gelirlerin ve giderlerin de alınması halinde gelir ve gider durumu da benzer şekilde görülebilir. Tabloda aylar 1,2,3,... v.b. olarak verilmiştir. İşin başlayacağı tarih belirlenerek bunların hangi aylar olduğu da belirlenebilir. Tablo dengelemeden önceki ve sonraki durumu göstermektedir. Bu tablo hazırlanırken aylar 30 gün olarak kabul edilmiştir. Hafta sonu tatilleri ve belirli günlerdeki resmi tatiller göz önüne alınmamıştır. Tabloların her ikisinde de son aylar işin süresine göre, kalan son dilimin süresini göstermektedir.

Tezde kullanılan pozları, ele alınan bina için, hazırlanan metrajları, oluşturulan şebekeyi, kullanılan kaynakları, ekipleri gösteren ve yukarıda açıklanan tablolar arkadaki sayfalarda verilmiştir. Ayrıca tanıtılan yöntemle hazırlanmış olan bilgisayar programına bu binaya ait datanın girilmesi sonucunda alınan ve yine yukarıda açıklanan çıktılara ait tablolar da ilerki sayfalarda verilmiştir. Profil eğrilerinde dengelemeden önceki kaynak miktarlarıyla dengelemeden sonraki maksimum seviyesi kaynak kısıtı olan kaynak miktarları rahatlıkla görülebilmektedir.

TABLO 3- Projede Kullanılan Pozlar ve Tanımları

POZ NO	TANIMI
*****	*****
15.006/1	Bina inşaatında makina ile yumusak ve sert kuskuluk zeminin kazılması
16.043/1	Granulometrik kum ve çakılla yapılan demirli (B225) beton
18.001	Normal tucla ile 200 doz çimento harçlı duvar yapılması
18.071	Yatay delikli tekli veya her boyutta blok tucla ile duvar yapılması
18.071/1	Yatay delikli tekli veya her boyutta blok tucla ile yarım tucla duvar yapılması
18.233/1	Ahşap çatı üzerine alüminyum levha ile çatı örtüsü yapılması
19.049/3	Cam yünü ile ısı yalıtımı
21.011	Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı
21.054	En yüksek noktası 4.00 m. ve kadar olan ve yapı inşaatına ait ahşap kargo iskelesi
21.065	İs iskelesi (duvarlar için)
21.067	İs iskelesi (h=12.51 m. den yüksek olan duvarlar için)
21.210	Ahşap oturma çatı yapılması
21.295	Beton döşeme üzerine yapıdırma suretiyle ahşap parke kaplama yapılması
22.004	Sert anaçtan iç ve dış kapılara pervazlı masif kasa yapılması.verine konması
22.017	Cam kerestesinden camlı iç kapı kanadı yapılması.verine konması
22.048	Kasa ve pervazlı tek pencere yapılması verine konması
22.050	Cam kerestesinden pencere kanadı yapılması ve verine takılması
23.001	İnce betonarme demirlerinin bukulmesi ve verine konması
24.004	10 nolu çinkodan 100mm. çapında yağmur borusu yapılması
24.016	Çatı deresi yapılması
24.019	Atika duvar arkasına 40*25 cm. ebadında 14 nolu çinkodan çatı deresi yapılması. ver. kon.
24.021	120 nolu çinkodan atika duvarı üst ve yanlarına kaplama yapılması
24.022	12 cm. iç çapında dikdörtgenlerin temini ve verine konması
25.004	Yeni ahşap kapı . pencere v.b. yüzeylerinin iki kat varlı boya ile boyanması
25.045	Yeni sıva yüzeyine beviz üç kat kireç badana yapılması
25.048	Yeni sıva yüzeyine elastik üç kat badana yapılması
25.081	1 KD 470 malzemesi ile parke cilası yapılması
26.082	Her renkte karo fayans ile fuşali duvar kaplaması yapılması
26.192/2	Sirli çre seramiklerle fuşali döşeme kaplaması yapılması
26.194/2	sirli çre seramiklerle fuşali duvar kaplaması yapılması
26.501	Suni mermer plakalarla döşeme kaplaması yapılması
27.501	250/300 çimento dozlu harçla düz sıva yapılması
27.531	Kireç - çimento karışımı harçla düz sıva yapılması
27.535	Kireç -çimento karışımı harçla tavan sıvası yapılması
27.565	Düz mozavik döşeme kaplaması
27.576	Mozavik parçacet
27.581	Tesvive tabakası
28.082	Ahşap konstruksiyonlara macun ile hava boşluğu çift cam takılması

TABLO 4.1- Döşeme Kaplama+Denizlik Metrajı

İ İŞLEM ADI = Döşeme Kaplama + Denizlik Yaşılması İ								

KAT	POZ	BİRİM	METRAJ	BİRİMDEKİ	USTA	İSİN	EKİP	
ADI	NO			SÜRE	(SAAT)	SÜRESİ	CİNSİ	
1	2	3	4	5	6	7	8	

Cazm	21.295	m2	135	2.5	337.5			
	25.081	m2	135	2	270			
	26.192/2	m2	50	0.5	25			
	26.501	m2	185	1.25	231.25			
	27.565	m2	208	1.70	353.6			
	27.576	m2	14	8	112			
	27.581	m2	577	0.3	173.1	9	2	
Czem	21.295	m2	135	2.5	337.5			
	25.081	m2	135	2	270			
	26.192/2	m2	54	0.5	27			
	26.501	m2	243	1.25	303.75			
	27.576	m2	13	8	104			
	27.581	m2	432	0.3	129.6	7	3	
Dbod	26.192/2	m2	11	0.5	5.5			
	26.501	m2	197	1.25	246.25			
	27.565	m2	149	1.7	253.3			
	27.576	m2	7	8	56			
	27.581	m2	360	0.3	108	4	4	
Dzem	26.192/2	m2	21	0.5	10.5			
	26.501	m2	296	1.25	370			
	27.576	m2	11	8	88			
	27.581	m2	317	0.3	95.1	4	5	
Dasn	27.565	m2	186	1.7	316.2			
	27.576	m2	13	8	104			
	27.581	m2	180	0.3	55.8	3	6	
Dnor	26.192/2	m2	54	0.5	27			
	27.565	m2	320	1.7	544			
	27.576	m2	12	8	96			
	27.581	m2	374	0.3	112.2	5	7	

TABLO 4.2- Boya+Badana Metraji

ISLEM ADI = Boya + Badana Yapilmasi								
KAT ADI	POZ NO	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI SURE	USTA (SAAT)	ISIN SURESI	EKIP CIASI	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Caza	25.004	m2	251	1.2	301.2			
	25.045	m2	117	0.12	14.04			
	25.048	m2	1151	0.5	575.5			
	26.002	m2	347	3.25	1127.75			
	26.194/2	m2	173	0.6	103.8	13	8	
Czem	25.004	m2	207	1.2	248.4			
	25.045	m2	59	0.12	7.08			
	25.048	m2	966	0.5	483			
	26.194/2	m2	196	0.6	117.6	5	8	
Dbod	25.004	m2	77	1.2	92			
	25.045	m2	187	0.12	22			
	25.048	m2	614	0.5	307			
	26.002	m2	101	3.25	329			
	26.194/2	m2	89	0.6	53	5	8	
Dzem	25.004	m2	175	1.2	210			
	25.045	m2	348	0.12	42			
	25.048	m2	414	0.5	207			
	26.194/2	m2	48	0.6	29	3	8	
Dasm	25.004	m2	82	1.2	98			
	25.048	m2	410	0.5	205	2	8	
Dnor	25.004	m2	277	1.2	332			
	25.045	m2	51	0.12	6			
	25.048	m2	1169	0.5	585			
	26.002	m2	35	3.25	114			
	26.194/2	m2	250	0.6	150	7	8	

TABLO 4.3- Cam Metraji

ISLEM ADI = Cam Takılması								
KAT ADI	POZ NO	BIRIM	METRAJ	BIRINDEKI SURE	USTA (SAAT)	ISIN SURESI	EKIP CINSI	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Cazm	28.082	m2	52	0.8	42	2	9	
Czem	28.082	m2	61	0.8	49	2	10	
Dbod	28.082	m2	9	0.8	7	1	9	
Dzem	28.082	m2	50	0.8	40	2	9	
Dasm	28.082	m2	42	0.8	34	1	10	
Dnor	28.082	m2	29	0.8	23	1	10	

TABLO 4.4- Dış Sıva+İskele Metraji

ISLEM ADI = Dis Sıva + Iskele								
KAT ADI	POZ NO	BIRIM	METRAJ	BIRINDEKI SURE	USTA (SAAT)	ISIN SURESI	EKIP CINSI	
1	2	3	4	5	6	7	8	
C blok	27.501	m2	636	1	636			
	21.065	m2	946	0.225	212.85	5	12	
D blok	27.501	m2	1733	1	1733			
	21.067	m2	1824	0.375	684	12	13	

TABLO 4.5- Doğrama Metrajı

ISLEM ADI = Dograma Takılması								

KAT	POZ	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI	USTA	ISIN	EKIP	
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESI	CINSI	

1	2	3	4	5	6	7	8	

Cazm	22.017	m2	51	0.5	26			
	22.050	m2	42	0.4	17	2	11	
Czem	22.017	m2	33	0.5	17			
	22.050	m2	49	0.4	20	2	11	
Dood	22.017	m2	21	0.5	11			
	22.050	m2	7	0.4	3	1	11	
Dzem	22.017	m2	23	0.5	12			
	22.050	m2	45	0.4	18	2	11	
Dasm	22.017	m2	2	0.5	1			
	22.050	m2	33	0.4	13	1	11	
Dnor	22.017	m2	71	0.5	35			
	22.050	m2	27	0.4	11	3	11	

TABLO 4.6- Kasa+Siva Metraji

ISLEM ADI = Kasa + Siva							
KAT	POZ	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI	USTA	ISIN	EKIP
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESI	CINSI
1	2	3	4	5	6	7	8

Cazm	22.004	m2	46	1	46		
	22.048	m2	69	1	69		
	27.531	m2	862	0.7	603		
	27.535	m2	579	0.8	463	8	14
Czem	22.004	m2	31	1	31		
	22.048	m2	81	1	81		
	27.531	m2	801	0.7	561		
	27.535	m2	420	0.8	336	7	14
Dbod	22.004	m2	18	1	18		
	22.048	m2	11	1	11		
	27.531	m2	499	0.7	349		
	27.535	m2	396	0.8	317	5	14
Dzem	22.004	m2	20	1	20		
	22.048	m2	75	1	75		
	27.531	m2	462	0.7	323		
	27.535	m2	348	0.8	278	5	14
Dasm	22.004	m2	2	1	2		
	22.048	m2	55	1	55		
	27.531	m2	209	0.7	146		
	27.535	m2	204	0.8	163	2	15
Dnor	22.004	m2	69	1	69		
	22.048	m2	44	1	44		
	27.531	m2	1057	0.7	740		
	27.535	m2	413	0.8	330	8	14

TABLO 4.7- Tuğla Duvar Metraji

ISLEM ADI = Tuğla Duvar Orme							
KAT	POZ	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI	USTA	ISIN	EKIP
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESI	CINSI
1	2	3	4	5	6	7	8
Cazm	18.071	m3	106	3	318		
	18.071/1	m2	254	0.4	102	10	16
Czem	18.071	m3	97	3	291		
	18.071/1	m2	97	0.4	39	8	16
Dood	18.071	m3	30	3	90		
	18.071/1	m2	6	0.4	2	3	16
Dzem	18.071	m3	77	3	231		
	18.071/1	m2	68	0.4	27	6	16
Dasm	18.071	m3	28	3	84		
	18.071/1	m2	17	0.4	7	3	16
Dnor	18.071	m3	95	3	285		
	18.071/1	m2	281	0.4	112	10	16

TABLO 4.8- Hafriyat Metraji

ISLEM ADI = Hafriyat							
KAT	POZ	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI	USTA	ISIN	EKIP
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESI	CINSI
1	2	3	4	5	6	7	8
Cblok	15.006/1	m3	96	0.03	29	2	17
Dblok	15.006/1	m3	1764	0.03	53	3	17

TABLO 4.9- Kalıp+İskele Metrajı (Hazırlık)

İ İSLEM ADI = Kalıp + İskele (Hazırlık) İ								

KAT	POZ	BİRİM	METRAJ	BİRİMDEKİ	USTA	İSİN	EKİP	
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESİ	CİNSİ	

1	2	3	4	5	6	7	8	

Çazm	21.011	m2	1256	0.1	126			
	21.054	m3	1778	0.0294	52	6	21	
Çzem	21.011	m2	520	0.1	52			
	21.054	m3	1336	0.0294	39	3	22	
Dboç	21.011	m2	1242	0.1	124			
	21.054	m3	1077	0.0294	32	5	23	
Dzem	21.011	m2	462	0.1	46			
	21.054	m3	1092	0.0294	32	2	23	
Dasw	21.011	m2	220	0.1	22			
	21.054	m3	520	0.0294	15	1	24	
Dnor	21.011	m2	462	0.1	46			
	21.054	m3	1092	0.0294	32	2	24	

TABLO 4.10- Kalıp+İskele Metrajı (Yerleştirme)

İ İSLEM ADI = Kalıp + İskele (yerleştirme) İ							

KAT	POZ	BİRİM	METRAJ	BİRİMDEKİ	USTA	İSİN	EKİP
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESİ	CINSİ

1	2	3	4	5	6	7	8

Cazm	21.011	m2	1256	0.4	502		
	21.054	m3	1778	0.0546	97	5	25
Czem	21.011	m2	520	0.4	208		
	21.054	m3	1336	0.0546	73	2	25
Dood	21.011	m2	1242	0.4	479		
	21.054	m3	1077	0.0546	59	4	25
Dzem	21.011	m2	462	0.4	185		
	21.054	m3	1092	0.0546	60	2	25
Dasw	21.011	m2	220	0.4	88		
	21.054	m3	520	0.0546	28	1	25
Dnor	21.011	m2	462	0.4	185		
	21.054	m3	1092	0.0546	60	2	25

TABLO 4.11- Kalıp+İskele Metrajı (Sökme)

İ İŞLEM ADI = Kalıp + İskele (Sökme) İ								

KAT	POZ	BİRİM	METRAJ	BİRİMDEKİ	USTA	İSİN	EKİP	
ADI	NO			SÜRE	(SAAT)	SÜRESİ	CİNSİ	

1	2	3	4	5	6	7	8	

Cazm	21.011	m2	1256	0.25	314			
	21.054	m3	1778	0.036	64	6	26	
Czem	21.011	m2	520	0.25	130			
	21.054	m3	1336	0.036	48	3	26	
Dbod	21.011	m2	1242	0.25	311			
	21.054	m3	1077	0.036	39	6	26	
Dzem	21.011	m2	462	0.25	116			
	21.054	m3	1092	0.036	39	2	26	
Dasm	21.011	m2	220	0.25	55			
	21.054	m3	520	0.036	19	1	26	
Dnor	21.011	m2	462	0.25	116			
	21.054	m3	1092	0.036	39	2	26	

TABLO 4.12- Donatı Metrajı (Hazırlama)

ISLEM ADI = Donatı Hazırlama								
KAT ADI	POZ NO	BİRİM	METRAJ	BİRİMDEKİ SÜRE	USTA (SAAT)	İSİN SÜRESİ	EKİP CİNSİ	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Caza	23.001	ton	34.54	9	311	5	18	
Czem	23.001	ton	11.8	9	106	2	19	
Dbod	23.001	ton	31.05	9	279	4	18	
Dzem	23.001	ton	10.5	9	95	2	20	
Dasm	23.001	ton	5.075	9	46	1	19	
Dnor	23.001	ton	10.5	9	95	2	20	

TABLO 4.13- Donatı Metrajı (Yerleştirme)

ISLEM ADI = Donatı Yerleştirme								
KAT ADI	POZ NO	BİRİM	METRAJ	BİRİMDEKİ SÜRE	USTA (SAAT)	İSİN SÜRESİ	EKİP CİNSİ	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Caza	23.001	ton	34.54	14	484	14	27	
Czem	23.001	ton	11.8	14	165	4	27	
Dbod	23.001	ton	31.05	14	435	14	27	
Dzem	23.001	ton	10.5	14	147	4	27	
Dasm	23.001	ton	5.075	14	71	2	27	
Dnor	23.001	ton	10.5	14	147	4	27	

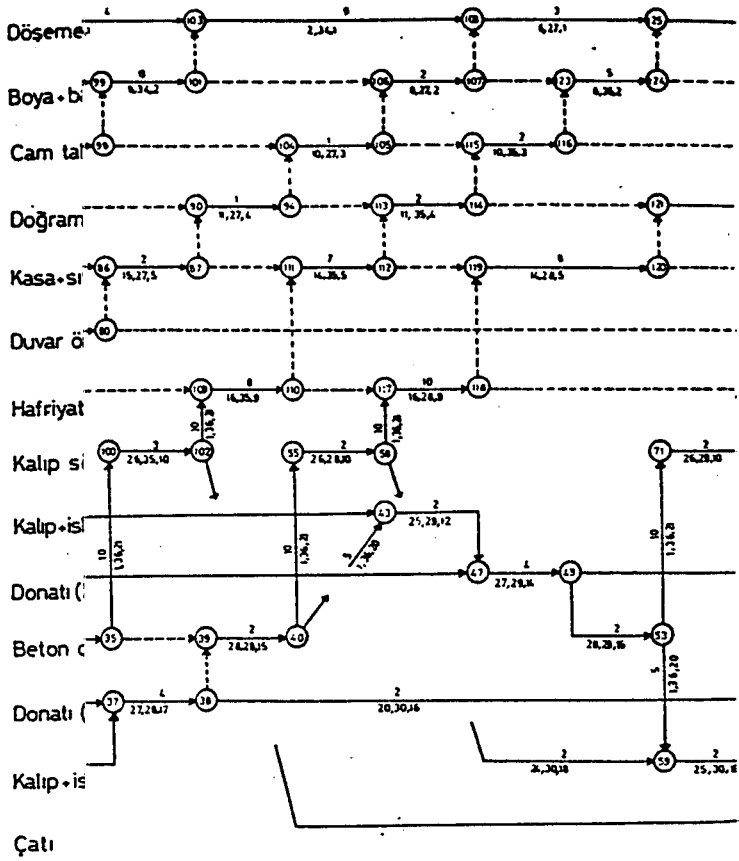
TABLO 4.14- Beton Metraji

ISLEM ADI = Betonarme Betonu								
KAT	POZ	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI	USTA	ISIN	EKIP	
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESI	CINSI	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Cazm+temel	16.043/1	m3	377	0.75	283	8	28	
Czem	16.043/1	m3	95	0.75	71	2	28	
Dbod+temel	16.043/1	m3	621	0.75	466	14	28	
Dzem	16.043/1	m3	84	0.75	63	2	28	
Dasm	16.043/1	m3	40	0.75	30	1	28	
Dnor	16.043/1	m3	84	0.75	63	2	28	

TABLO 4.15- Çatı Metraji

ISLEM ADI = Çatı								
KAT	POZ	BIRIM	METRAJ	BIRIMDEKI	USTA	ISIN	EKIP	
ADI	NO			SURE	(SAAT)	SURESI	CINSI	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Cblok	18.233/1	m2	496	2.9	1438			
	19.049/3	m2	492	0.15	74			
	21.210	m2	492	1.30	639			
	24.004	mt.	26	0.75	20			
	24.016	mt.	40	0.8	32			
	24.019	mt.	35	0.85	30			
	24.021	m2	35	1.1	39			
	24.022	Ad.	4	0.7	3			
18.001	m3	36	3	108	12	29		
Dblok	18.233/1	m2	438	2.9	1270			
	19.049/3	m2	429	0.15	64			
	21.210	m2	429	1.30	558			
	24.004	mt.	70	0.75	53			
	24.016	mt.	30	0.8	24			
	24.019	mt.	35	0.85	30			
	24.021	m2	45	1.1	50			
	24.022	Ad.	4	0.7	3			
18.001	m3	38	3	114	11	29		

TABL



		Çift ekip için işlem sırası (C) (D)			
Döşer		E 15		4. kat	
		E 24		3. kat	
Boya +		E 14		2. kat	
		E 23		1. kat	
Cam	Zemin kat	E 22	E 13	Asma kat	
	Alt zem + temel	E 12	E 21	Zemin kat	
Doğr		E 11		Bodrum + temel	
Kasa +		Kalıp kullanım yerleri (D)			
		K13 + K23 + K33		4. kat	
Duvar		K33		3. kat	
		K13		2. kat	
Hafriyat		K32		1. kat	
	Zemin kat	K22	K12	Asma kat	
Kalıp	Alt zem + temel	K21	K31	Zemin kat	
		K11		Bodrum + temel	
Kalıp +		İşlem sırası (C) (D)			
Donat		9		4. kat	
		8		3. kat	
Beton		7		2. kat	
		6		1. kat	
Donat	Zemin kat	5	4	Asma kat	
	Alt zem + temel	3	2	Zemin kat	
Kalıp +		1		Bodrum + temel	
Çatı					

TABLO 6- Kaynaklar ve Kaynak Kısıtları

KAYNAKLAR VE KISITLARI

KAYNAK NO	KAYNAK ADI	KAYNAK KISITI	KAYNAK BİRİMİ
1	2	3	4
01	DUZ ISCI	18	Ad.
02	DONATI USTASI	4	Ad.
03	BETON USTASI	2	Ad.
04	DUVARCI	2	Ad.
05	TUGLA	3300	Ad.
06	CIMENTO	11	Ton
07	DEMIR	8	Ton
08	KUM CAKIL	53	m3
09	KALIPCI	8	Ad.
10	SIVACI	10	Ad.
11	BOYACI	10	Ad.
12	CANCI	2	Ad.
13	DOGRAMACI	2	Ad.
14	TENEKECI	1	Ad.
15	KAZI MAKINESI	1	Ad.
16	KERESTE	4	m3
17	ALUMINYUM USTASI	7	Ad.
18	TECRIT USTASI	1	Ad.

TABLO 7- Ekiplerin Oluşumu

EKİPLERİN OLUŞUMU

EKİP NO	KAYNAKLAR																		
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1																			
2	12					1		3		10									
3	14					1		4		10									
4	16					2		5		10									
5	18					2		6		10									
6	8					2		2		10									
7	8					2		5		10									
8	6										10								
9	1											1							
10	1											2							
11	2												1						
12	9					1		5	1	8								2	
13	10					1		5	1	9								3	
14	8					2		7		8				1					
15	10					2		6		9				2					
16	6			2	33	1		3											
17	9																1		
18	15	4						8											
19	11	4						6											
20	11	4						5											
21	1									2									30
22	1									2									
23	2									2									40
24	2									2									
25	7									8									
26	4									4									
27	8	2																	
28	13		2			11		53											
29	11				1	9				4					1				7
KISIT	18	4	2	2	33	11	8	53	8	10	10	2	2	1	1	40	7	1	1

NOT: Kereste m3*10 olarak verilmiştir

NOT: Tuğla adet/100 olarak verilmiştir

TABLO 8- Düğüm Numarası Değişiklikleri

DÜĞÜM NO. LARININ DEĞİŞTİRİLMESİ

ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI	ESKI-YENI
*****	*****	*****	*****	*****	*****
1 96	27 88	53 122	79 65	105 72	131 15
2 103	28 91	54 131	80 79	106 63	132 16
3 108	29 92	55 132	81 80	107 69	133 22
4 125	30 97	56 141	82 81	108 77	134 23
5 134	31 98	57 142	83 82	109 78	135 34
6 144	32 104	58 146	84 83	110 3	136 35
7 151	33 105	59 84	85 1	111 4	137 39
8 155	34 115	60 46	86 2	112 10	138 40
9 156	35 116	61 52	87 50	113 11	139 53
10 89	36 126	62 54	88 51	114 12	140 61
11 93	37 128	63 66	89 109	115 18	141 62
12 95	38 136	64 67	90 110	116 19	142 75
13 99	39 137	65 86	91 117	117 43	143 76
14 101	40 147	66 87	92 118	118 73	144 30
15 106	41 148	67 111	93 135	119 5	145 31
16 107	42 152	68 112	94 17	120 6	146 32
17 123	43 48	69 119	95 24	121 13	147 33
18 124	44 56	70 120	96 25	122 14	148 37
19 130	45 57	71 127	97 26	123 20	149 38
20 133	46 68	72 129	98 41	124 21	150 60
21 138	47 70	73 139	99 42	125 47	151 29
22 143	48 90	74 140	100 100	126 49	152 27
23 149	49 94	75 145	101 102	127 74	153 28
24 150	50 113	76 44	102 55	128 7	154 36
25 154	51 114	77 45	103 58	129 8	155 59
26 85	52 121	78 64	104 71	130 9	156 153
*****	*****	*****	*****	*****	*****

TABLO 9- Serimdeki Veriler

SERİMDEKİ VERİLER

i	t	j	EC	KA	IA	i	t	j	EC	KA	IA	i	t	j	EC	KA	IA
1	3	2	17	23	8	23	5	36	1	36	20	49	2	74	20	31	13
i	5	3	23	24	11	23	10	41	1	36	21	50	6	51	16	26	9
1	4	5	18	24	13	24	2	28	26	26	10	51	0	52	1	36	36
i	2	29	23	26	18	24	10	50	1	36	21	51	0	109	1	36	36
1	2	30	20	26	16	25	6	26	26	33	10	52	5	54	14	26	5
2	0	3	1	36	36	26	3	27	22	35	18	53	5	59	1	36	20
2	2	10	17	32	8	26	10	64	1	36	21	53	10	71	1	36	21
3	4	4	25	24	12	27	2	28	25	35	19	54	0	56	1	36	36
4	0	5	1	36	36	28	0	32	1	36	36	54	0	66	1	36	36
4	0	10	1	36	36	28	2	36	24	28	18	55	2	58	26	28	10
5	14	6	27	24	14	29	2	30	25	26	19	56	2	57	11	26	4
6	14	7	28	24	15	30	4	31	27	26	17	57	0	68	1	36	36
6	5	13	18	33	13	31	2	32	19	35	16	57	0	91	1	36	36
7	0	8	1	36	36	32	4	33	27	35	17	58	2	59	24	30	18
7	10	17	1	36	21	33	0	34	1	36	36	58	10	117	1	36	21
7	10	29	1	36	21	33	2	37	20	28	16	59	2	60	25	30	19
8	2	9	28	26	15	34	2	35	28	35	15	60	4	61	27	30	17
9	0	15	1	36	36	35	0	39	1	36	36	61	2	62	28	30	15
9	5	19	1	36	20	35	10	100	1	36	21	62	10	63	1	36	21
9	10	24	1	36	21	36	2	37	25	28	19	62	5	73	1	36	20
10	6	11	21	33	11	37	4	38	27	28	17	63	2	69	26	30	10
11	5	12	25	33	12	38	0	39	1	36	36	64	10	65	16	34	7
12	0	13	1	36	36	38	2	60	20	30	16	65	0	66	1	36	36
12	0	18	1	36	36	39	2	40	28	28	15	65	0	79	1	36	36
13	14	14	27	33	14	40	5	43	1	36	20	66	8	67	14	34	5
14	0	15	1	36	36	40	10	55	1	36	21	67	0	68	1	36	36
14	1	20	19	27	13	41	1	42	26	27	10	67	0	86	1	36	36
15	8	16	28	33	15	42	2	43	24	29	11	68	2	70	11	34	4
16	0	22	1	36	36	42	10	79	1	36	21	69	10	135	1	36	21
16	10	25	1	36	21	43	2	47	25	29	12	70	0	90	1	36	36
17	6	18	26	24	10	44	3	45	16	25	7	70	0	97	1	36	36
17	10	44	1	36	21	45	5	46	14	25	5	71	2	72	26	29	10
18	1	19	24	27	11	45	0	64	1	36	36	72	2	73	24	31	11
19	2	20	25	27	12	46	1	48	11	25	4	72	10	81	1	36	21
20	2	21	27	27	14	46	0	52	1	36	36	73	2	74	25	31	12
21	0	22	1	36	36	47	4	49	27	29	14	74	4	75	27	31	14
21	2	47	20	29	13	48	0	56	1	36	36	75	2	76	28	31	15
22	1	23	28	27	15	48	0	85	1	36	36	76	10	77	1	36	21
23	0	34	1	36	36	49	2	53	28	29	15	77	2	78	26	31	10

TABLO 9- (devamı)

SERİMDEKİ VERİLER(devamı)

i	t	j	EC	KA	IA	i	t	j	EC	KA	IA	i	t	j	EC	KA	IA
78	10	83	1	36	21	103	9	108	2	34	1	129	0	139	1	36	36
78	0	153	1	36	36	104	1	105	10	27	3	130	7	133	8	28	2
79	3	80	16	27	7	105	0	106	1	36	36	131	3	132	11	29	4
80	0	81	1	36	36	105	0	115	1	36	36	132	0	136	1	36	36
80	0	86	1	36	36	106	2	107	8	27	2	132	0	141	1	36	36
81	10	82	16	29	7	107	0	108	1	36	36	133	0	134	1	36	36
82	0	83	1	36	36	107	0	123	1	36	36	133	0	138	1	36	36
82	0	127	1	36	36	108	3	125	6	27	1	134	5	144	7	28	1
83	5	84	12	32	6	109	8	110	16	35	9	135	10	139	16	30	9
83	10	145	16	31	7	110	0	111	1	36	36	135	0	139	1	36	36
84	12	85	13	23	6	110	0	117	1	36	36	136	1	137	10	29	3
85	1	88	9	25	3	111	7	112	14	35	5	137	0	138	1	36	36
86	2	87	15	27	5	112	0	113	1	36	36	137	0	147	1	36	36
87	0	90	1	36	36	112	0	119	1	36	36	138	7	143	8	29	2
87	0	111	1	36	36	113	2	114	11	35	4	139	8	140	14	30	5
88	5	89	8	25	2	114	0	115	1	36	36	140	0	141	1	36	36
88	0	91	1	36	36	114	0	121	1	36	36	140	0	145	1	36	36
89	0	93	1	36	36	115	2	116	10	35	3	141	3	142	11	30	4
89	4	96	4	25	1	116	0	123	1	36	36	142	0	146	1	36	36
90	1	94	11	27	4	116	0	126	1	36	36	142	0	147	1	36	36
91	2	92	9	26	3	117	10	118	16	28	9	143	0	144	1	36	36
92	0	93	1	36	36	118	0	119	1	36	36	143	0	149	1	36	36
92	0	97	1	36	36	118	0	135	1	36	36	144	5	151	7	29	1
93	3	95	8	26	2	119	8	120	14	28	5	145	8	146	14	31	5
94	0	104	1	36	36	120	0	121	1	36	36	146	3	152	11	31	4
94	0	113	1	36	36	120	0	127	1	36	36	147	1	148	10	30	3
95	0	96	1	36	36	121	3	122	11	28	4	148	0	149	1	36	36
95	0	99	1	36	36	122	0	126	1	36	36	148	0	152	1	36	36
96	4	103	5	26	1	122	0	131	1	36	36	149	7	150	8	30	2
97	2	98	9	34	3	123	5	124	8	35	2	150	0	151	1	36	36
98	0	99	1	36	36	124	0	125	1	36	36	150	0	154	1	36	36
98	0	104	1	36	36	124	0	130	1	36	36	151	5	155	7	30	1
99	13	101	8	34	2	125	7	134	3	35	1	152	1	154	10	31	3
100	3	102	26	35	10	126	1	128	10	28	3	153	11	156	29	23	22
101	0	103	1	36	36	127	8	129	14	29	5	154	7	155	8	31	2
101	0	106	1	36	36	128	0	130	1	36	36	155	5	156	7	31	1
102	10	109	1	36	21	128	0	136	1	36	36						
102	12	153	29	32	22	129	0	131	1	36	36						

TABLO 10- Serimdeki Alfanümerik Veriler (Blok, Kat ve İşlem Adları)

1	Döşeme kaplama+Denizlik
2	Boya+Badana
3	Cam takılması
4	Doğrama takılması
5	Kasa+Sıva
6	İş iskelesi+Dış sıva
7	Duvar örülmesi (Ekip 1)
8	Hafriyat
9	Duvar örülmesi (Ekip 2)
10	Kalıp sökülmesi
11	Kalıp+İskele hazırlama (Ekip 1)
12	Kalıp+İskele yerleştirme (Ekip 1)
13	Donatı hazırlama (Ekip 1)
14	Donatı yerleştirme (Ekip 1)
15	Beton dökümü
16	Donatı hazırlama (Ekip 2)
17	Donatı yerleştirme (Ekip 2)
18	Kalıp+İskele hazırlama (Ekip 2)
19	Kalıp+İskele yerleştirme (Ekip 2)
20	Beton kürü
21	Kalıp bekleme süresi
22	Çatı
23	D Blok
24	D bodrum+Temel
25	D bodrum
26	D zemin
27	D asma
28	D1
29	D2
30	D3
31	D4
32	C Blok
33	C alt zemin+Temel
34	C alt zemin
35	C zemin
36	

TABLO 11- İşlemlerin Dengelemeden Önceki Durumları

İşlem sayısı : 229

Düğümlere göre sıralanış		Dengelemeden önceki durum							
NO	ISLEMIN ADI	t	EB	ET	GB	GT	TB	EC	
1	2	D blok-hafriyat	3	1	3	3	5	2	17
1	3	D bod+temel-kalio+iskele haz. (ekio-1)	5	1	5	1	5	0	23
1	5	D bod+temel-donati haz. (ekio-1)	4	1	4	6	9	5	18
1	29	D zem-kalio+iskele haz. (ekio-2)	2	1	2	62	63	61	23
1	30	D zem-donati haz. (ekio-2)	2	1	2	64	65	63	20
2	10	C blok-hafriyat	2	4	5	16	17	12	17
3	4	D bod+temel-kalio+iskele ver. (ekio-1)	4	6	9	6	9	0	25
5	6	D bod+temel-donati ver. (ekio-1)	14	10	23	10	23	0	27
6	7	D bod+temel-beton dokumu	14	24	37	27	40	3	28
6	13	C alt+temel-donati haz. (ekio-1)	5	24	28	24	28	0	18
7	17	Kalio bekleme suresi	10	38	47	49	58	11	1
7	29	Kalio bekleme suresi	10	38	47	54	63	16	1
8	9	D zem-beton dokumu	2	38	39	41	42	3	28
9	19	Beton kuru	5	40	44	61	65	21	1
9	24	Kalio bekleme suresi	10	40	49	60	69	20	1
10	11	C alt+temel-kalio+iskele haz. (ekio-1)	6	10	15	18	23	8	21
11	12	C alt+temel-kalio+iskele ver. (ekio-1)	5	16	20	24	28	8	25
13	14	C alt+temel-donati ver. (ekio-1)	14	29	42	29	42	0	27
14	20	D asm-donati haz. (ekio-1)	1	43	43	67	67	24	19
15	16	C alt+temel-beton dokumu	8	43	50	43	50	0	28
16	25	Kalio bekleme suresi	10	51	60	51	60	0	1
17	18	D bod+temel-kalio sokulmesi	6	48	53	59	64	11	26
17	44	Kalio bekleme suresi	10	48	57	109	118	61	1
18	19	D asm-kalio+iskele haz. (ekio-1)	1	54	54	65	65	11	24
19	20	D asm-kalio+iskele ver. (ekio-1)	2	55	56	66	67	11	25
20	21	D asm-donati ver. (ekio-1)	2	57	58	68	69	11	27
21	47	D 2-donati haz. (ekio-1)	2	59	60	89	90	30	20
22	23	D asm-beton dokumu	1	59	59	70	70	11	28
23	36	Beton kuru	5	60	64	71	75	11	1
23	41	Kalio bekleme suresi	10	60	69	76	85	16	1
24	28	D zem-kalio sokulmesi	2	50	51	70	71	20	26
24	50	Kalio bekleme suresi	10	50	59	138	147	88	1
25	26	C alt+temel-kalio sokulmesi	6	61	66	61	66	0	26

TABLO 11- (devamı)

Dugumiere göre sıralanıs(devamı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	t	EB	ET	GB	GT	TB	EC	
26	27	C zem-kalio+iskele haz.(ekio-2)	3	67	69	67	69	0	22
26	64	Kalio bekleme suresi	10	67	76	112	121	45	1
27	28	C zem-kalio+iskele yer.(ekio-2)	2	70	71	70	71	0	25
28	36	D 1-kalio+iskele haz.(ekio-2)	2	72	73	74	75	2	24
29	30	D zem-kalio+iskele yer.(ekio-2)	2	48	49	64	65	16	25
30	31	D zem-donati ver.(ekio-2)	4	50	53	66	69	16	27
31	32	C zem-donati haz.(ekio-2)	2	54	55	70	71	16	19
32	33	C zem-donati yer.(ekio-2)	4	72	75	72	75	0	27
33	37	D 1-donati haz.(ekio-2)	2	76	77	76	77	0	20
34	35	C zem-beton dokumu	2	76	77	80	81	4	28
35	100	Kalio bekleme suresi	10	78	87	135	144	57	1
36	37	D 1-kalio+iskele ver.(ekio-2)	2	74	75	76	77	2	25
37	38	D 1-donati yer.(ekio-2)	4	78	81	78	81	0	27
38	60	D 3-donati haz.(ekio-2)	2	82	83	102	103	20	20
39	40	D 1-beton dokumu	2	82	83	82	83	0	28
40	43	Beton kuru	5	84	88	84	88	0	1
40	55	Kalio bekleme suresi	10	84	93	88	97	4	1
41	42	D asm-kalio sokulmesi	1	70	70	86	86	16	26
42	43	D 2-kalio+iskele haz.(ekio-1)	2	71	72	87	88	16	24
42	79	Kalio bekleme suresi	10	71	80	122	131	51	1
43	47	D 2-kalio+iskele yer.(ekio-1)	2	89	90	89	90	0	25
44	45	D bod-duvar orulmesi (ekio-1)	3	58	60	119	121	61	16
45	46	D bod-kasa+siva	5	61	65	149	153	88	14
46	48	D bod-dograma takilmasi	1	66	66	161	161	95	11
47	49	D 2-donati yer.(ekio-1)	4	91	94	91	94	0	27
49	53	D 2-beton dokumu	2	95	96	95	96	0	28
49	74	D 4-donati haz.(ekio-1)	2	95	96	115	116	20	20
50	51	D zem-duvar orulmesi (ekio-2)	6	60	65	148	153	88	16
52	54	D zem-kasa+siva	5	66	70	154	158	88	14
53	59	Beton kuru	5	97	101	97	101	0	1
53	71	Kalio bekleme suresi	10	97	106	101	110	4	1
55	58	D 1-kalio sokulmesi	2	94	95	98	99	4	26
56	57	D zem-dograma takilmasi	2	71	72	164	165	93	11
58	59	D 3-kalio+iskele haz.(ekio-2)	2	96	97	100	101	4	24
58	117	Kalio bekleme suresi	10	96	105	156	165	60	1
59	60	D 3-kalio+iskele yer.(ekio-2)	2	102	103	102	103	0	25

TABLO 11- (devamı)

Duğumlere göre sıralanıs(devamı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	t	EB	ET	BB	GT	TB	EC	
60	61	D 3-donati ver. (ekio-2)	4	104	107	104	107	0	27
61	62	D 3-beton dokumu	2	108	109	108	109	0	28
62	63	Kalio bekleme suresi	10	110	119	160	169	50	1
62	73	Beton kuru	5	110	114	110	114	0	1
63	69	D 3-kalio sokulmesi	2	120	121	170	171	50	26
64	65	C altzem-duvar orulmesi (ekio-i)	10	77	86	122	131	45	16
66	67	C altzem-kasatsiva	8	87	94	159	166	72	14
68	70	C altzem-dograna takilmasi	2	95	96	167	168	72	11
69	135	Kalio bekleme suresi	10	122	131	172	181	50	1
71	72	D 2-kalio sokulmesi	2	107	108	111	112	4	26
72	73	D 4-kalio+iskele naz. (ekio-1)	2	109	110	113	114	4	24
72	81	Kalio bekleme suresi	10	109	118	125	134	16	1
73	74	D 4-kalio+iskele yer. (ekio-1)	2	115	116	115	116	0	25
74	75	D 4-donati ver. (ekio-i)	4	117	120	117	120	0	27
75	76	D 4-beton dokumu	2	121	122	121	122	0	28
76	77	Kalio bekleme suresi	10	123	132	123	132	0	1
77	78	D 4-kalio sokulmesi	2	133	134	133	134	0	26
78	83	Kalio bekleme suresi	10	135	144	135	144	0	1
79	80	D asm-duvar orulmesi (ekio-1)	3	87	89	132	134	45	16
81	82	D 2-duvar orulmesi (ekio-i)	10	119	128	135	144	16	16
83	84	C blok-is iskelesi+dis siva	5	145	149	145	149	0	12
83	145	D 4-duvar orulmesi (ekio-1)	10	145	154	190	199	45	16
84	85	D blok-is iskelesi+dis siva	12	150	161	150	161	0	13
85	88	D bod-cam takilmasi	1	162	162	162	162	0	9
86	87	D asm-kasatsiva	2	95	96	167	168	72	15
88	89	D bod-boya+badana	5	163	167	163	167	0	8
89	96	D bod-doseme kao.+denizlik	4	168	171	177	180	9	4
90	94	D asm-dograna takilmasi	1	97	97	181	181	84	11
91	92	D zem-cam takilmasi	2	163	164	166	167	3	9
93	95	D zem-boya+badana	3	168	170	168	170	0	8
96	103	D zem-doseme kao.+denizlik	4	172	175	181	184	9	5
97	98	C altzem-cam takilmasi	2	165	166	169	170	4	9
99	101	C altzem-boya+badana	13	171	183	171	183	0	8
100	102	C zem-kalio sokulmesi	3	88	90	145	147	57	26
102	109	Kalio bekleme suresi	10	91	100	148	157	57	1
102	153	C blok-cati	12	91	102	201	212	110	29

TABLO 11- (devamı)

Düğümlere göre sıralanıs (devamı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	t	EB	ET	GB	GT	TB	EC	
103	108	C altzem-doseme kao.+denizlik	9	184	192	185	193	1	2
104	105	D asm-cam takılması	1	167	167	183	183	16	10
106	107	D asm-boya+badana	2	184	185	184	185	0	8
108	125	D asm-doseme kao.+denizlik	3	193	195	194	196	1	6
109	110	C zem-duvar orulmesi (ekio-2)	8	101	108	158	165	57	16
111	112	C zem-kasa+sıva	7	109	115	169	175	60	14
113	114	C zem-dograna takılması	2	116	117	182	183	66	11
115	116	C zem-cam takılması	2	168	169	184	185	16	10
117	118	D 1-duvar orulmesi (ekio-2)	10	109	118	166	175	57	16
119	120	D 1-kasa+sıva	8	119	126	176	183	57	14
121	122	D 1-dograna takılması	3	127	129	187	189	60	11
123	124	C zem-boya+badana	5	186	190	186	190	0	8
125	134	C zem-doseme kao.+denizlik	7	196	202	197	203	1	3
126	128	D 1-cam takılması	1	170	170	190	190	20	10
127	129	D 2-kasa+sıva	8	129	136	184	191	55	14
130	133	D 1-boya+badana	7	191	197	191	197	0	8
131	132	D 2-dograna takılması	3	137	139	194	196	57	11
134	144	D 1-doseme kao.+denizlik	5	203	207	204	208	1	7
135	139	D 3-duvar orulmesi (ekio-2)	10	132	141	182	191	50	16
136	137	D 2-cam takılması	1	171	171	197	197	26	10
138	143	D 2-boya+badana	7	198	204	198	204	0	8
139	140	D 3-kasa+sıva	8	142	149	192	199	50	14
141	142	D 3-dograna takılması	3	150	152	201	203	51	11
144	151	D 2-doseme kao.+denizlik	5	208	212	209	213	1	7
145	146	D 4-kasa+sıva	8	155	162	200	207	45	14
146	152	D 4-dograna takılması	3	163	165	208	210	45	11
147	148	D 3-cam takılması	1	172	172	204	204	32	10
149	150	D 3-boya+badana	7	205	211	205	211	0	8
151	155	D 3-doseme kao.+denizlik	5	213	217	214	218	1	7
152	154	D 4-cam takılması	1	173	173	211	211	38	10
153	156	D blok-catı	11	135	145	213	223	78	29
154	155	D 4-boya+badana	7	212	218	212	218	0	8
155	156	D 4-doseme kao.+denizlik	5	219	223	219	223	0	7

TABLO 12- İşlemlerin Dengelemeden Sonraki Durumları

SINIRLI KAYNAGA GÖRE DENGELEME

İşlem sayısı : 229

Düğümlere göre sıralanıs

Dengelenmiş durum

NO	İSLEMİN ADI	t	OB	OT	IB	IT	OM	EC	
1	2	D blok-nafrıyat	3	1	3	1	3	0	17
1	3	D bod+temei-kalıo+iskele haz. (ekio-1)	5	1	5	1	5	0	23
1	5	D bod+temei-donati haz. (ekio-1)	4	4	7	1	4	3	18
1	29	D zem-kalıo+iskele haz. (ekio-2)	2	6	7	1	2	5	23
1	30	D zem-donati haz. (ekio-2)	2	10	11	1	2	9	20
2	10	C blok-nafrıyat	2	8	9	4	5	4	17
3	4	D bod+temei-kalıo+iskele ver. (ekio-1)	4	8	11	6	9	2	25
5	6	D bod+temei-donati yer. (ekio-1)	14	13	26	10	23	3	27
6	7	D bod+temei-beton dokumu	14	32	45	24	37	8	28
6	13	C alt+temei-donati haz. (ekio-1)	5	27	31	24	28	3	18
7	17	Kalıo bekleme süresi	10	46	55	38	47	8	1
7	29	Kalıo bekleme süresi	10	46	55	38	47	8	1
8	9	D zem-beton dokumu	2	60	61	38	39	22	28
9	19	Beton kuru	5	62	66	40	44	22	1
9	24	Kalıo bekleme süresi	10	62	71	40	49	22	1
10	11	C alt+temei-kalıo+iskele haz. (ekio-1)	6	13	18	10	15	3	21
11	12	C alt+temei-kalıo+iskele ver. (ekio-1)	5	19	23	16	20	3	25
13	14	C alt+temei-donati yer. (ekio-1)	14	46	59	29	42	17	27
14	20	D asm-donati haz. (ekio-1)	1	62	62	43	43	19	19
15	16	C alt+temei-beton dokumu	8	64	71	43	50	21	28
16	25	Kalıo bekleme süresi	10	72	81	51	60	21	1
17	18	D bod+temei-kalıo sokulmesi	6	56	61	48	53	8	26
17	44	Kalıo bekleme süresi	10	56	65	48	57	8	1
18	19	D asm-kalıo+iskele haz. (ekio-1)	1	64	64	54	54	10	24
19	20	D asm-kalıo+iskele yer. (ekio-1)	2	72	73	55	56	17	25
20	21	D asm-donati yer. (ekio-1)	2	74	75	57	58	17	27
21	47	D 2-donati haz. (ekio-1)	2	79	80	59	60	20	20
22	23	D asm-beton dokumu	1	78	78	59	59	19	28
23	36	Beton kuru	5	79	83	60	64	19	1
23	41	Kalıo bekleme süresi	10	79	88	60	69	19	1
24	28	D zem-kalıo sokulmesi	2	76	77	50	51	26	26
24	50	Kalıo bekleme süresi	10	72	81	50	59	22	1
25	26	C alt+temei-kalıo sokulmesi	6	82	87	61	66	21	26

TABLO 12- (devamı)

Duğumiere göre sıralanmış (devamı)

Dengelenmiş durum

NO	ISLEMIN ADI	t	OB	OT	IB	IT	OM	EC	
26	27	C zem-kalio+iskele haz. (ekio-2)	3	88	90	67	69	21	22
26	64	Kalio bekleme suresi	10	88	97	67	76	21	1
27	28	C zem-kalio+iskele yer. (ekio-2)	2	92	93	70	71	22	25
28	36	D i-kalio+iskele haz. (ekio-2)	2	94	95	72	73	22	24
29	30	D zem-kalio+iskele yer. (ekio-2)	2	62	63	48	49	14	25
30	31	D zem-donati ver. (ekio-2)	4	72	75	50	53	22	27
31	32	C zem-donati haz. (ekio-2)	2	76	77	54	55	22	19
32	33	C zem-donati ver. (ekio-2)	4	95	98	72	75	23	27
33	37	D i-donati haz. (ekio-2)	2	99	100	76	77	23	20
34	35	C zem-beton dokumu	2	100	109	76	77	32	28
35	100	Kalio bekleme suresi	10	110	119	78	87	32	1
36	37	D i-kalio+iskele yer. (ekio-2)	2	96	97	74	75	22	25
37	38	D i-donati yer. (ekio-2)	4	101	104	78	81	23	27
38	60	D 3-donati haz. (ekio-2)	2	105	106	82	83	23	20
39	40	D i-beton dokumu	2	118	119	82	83	36	28
40	43	Beton kuru	5	120	124	84	88	36	1
40	55	Kalio bekleme suresi	10	120	129	84	93	36	1
41	42	D asm-kalio sokulmesi	1	89	89	70	70	19	26
42	43	D 2-kalio+iskele haz. (ekio-1)	2	90	91	71	72	19	24
42	79	Kalio bekleme suresi	10	90	99	71	80	19	1
43	47	D 2-kalio+iskele yer. (ekio-1)	2	135	136	89	90	46	25
44	45	D bod-duvar oruimesi (ekio-1)	3	79	81	58	60	21	16
45	46	D bod-kasa+siva	5	82	86	61	65	21	14
46	48	D bod-dograma takilmasi	1	87	87	66	66	21	11
47	49	D 2-donati yer. (ekio-1)	4	137	140	91	94	46	27
49	53	D 2-beton dokumu	2	143	144	95	96	48	28
49	74	D 4-donati haz. (ekio-1)	2	141	142	95	96	46	20
50	51	D zem-duvar oruimesi (ekio-2)	6	82	87	60	65	22	16
52	54	D zem-kasa+siva	5	89	93	66	70	23	14
53	59	Beton kuru	5	145	149	97	101	48	1
53	71	Kalio bekleme suresi	10	145	154	97	106	48	1
55	58	D i-kalio sokulmesi	2	130	131	94	95	36	26
56	57	D zem-dograma takilmasi	2	95	96	71	72	24	11
58	59	D 3-kalio+iskele haz. (ekio-2)	2	132	133	96	97	36	24
58	117	Kalio bekleme suresi	10	132	141	96	105	36	1
59	60	D 3-kalio+iskele yer. (ekio-2)	2	152	153	102	103	50	25

TABLO 12- (devamı)

Düğümiere göre sıralanıs(devamı)

Dengelenmis durum

NO	ISLEMIN ADI	t	OB	OT	IB	IT	OM	EC	
60	61	D 3-donati ver. (ekio-2)	4	154	157	104	107	50	27
61	62	D 3-beton dokumu	2	165	166	100	109	57	28
62	63	Kalio bekleme suresi	10	167	176	110	119	57	1
62	73	Beton kuru	5	167	171	110	114	57	1
63	69	D 3-kalio sokulmesi	2	177	178	120	121	57	26
64	65	C altzem-duvar orulmesi (ekio-1)	10	98	107	77	86	21	16
66	67	C altzem-kasa+siva	8	110	117	87	94	23	14
68	70	C altzem-dograma takılması	2	119	120	95	96	24	11
69	135	Kalio bekleme suresi	10	179	188	122	131	57	1
71	72	D 2-kalio sokulmesi	2	155	156	107	108	48	26
72	73	D 4-kalio+iskele naz. (ekio-1)	2	157	158	109	110	48	24
72	81	Kalio bekleme suresi	10	157	166	109	118	48	1
73	74	D 4-kalio+iskele ver. (ekio-1)	2	172	173	115	116	57	25
74	75	D 4-donati ver. (ekio-1)	4	174	177	117	120	57	27
75	76	D 4-beton dokumu	2	186	187	121	122	65	28
76	77	Kalio bekleme suresi	10	188	197	123	132	65	1
77	78	D 4-kalio sokulmesi	2	198	199	133	134	65	26
78	83	Kalio bekleme suresi	10	200	209	135	144	65	1
79	80	D asm-duvar orulmesi (ekio-1)	3	110	112	87	89	23	16
81	82	D 2-duvar orulmesi (ekio-1)	10	167	176	119	128	48	16
83	84	C blok-ıs iskelesi+dıs siva	5	218	222	145	149	73	12
83	145	D 4-duvar orulmesi (ekio-1)	10	218	227	145	154	73	16
84	85	D blok-ıs iskelesi+dıs siva	12	223	234	150	161	73	13
85	88	D bod-cam takılması	1	235	235	162	162	73	9
86	87	D asm-kasa+siva	2	121	122	95	96	26	15
88	89	D bod-boya+badana	5	236	240	163	167	73	8
89	96	D bod-oseme kao.+denizlik	4	259	262	168	171	91	4
90	94	D asm-dograma takılması	1	124	124	97	97	27	11
91	92	D zem-cam takılması	2	237	238	163	164	74	9
93	95	D zem-boya+badana	3	242	244	168	170	74	8
96	103	D zem-oseme kao.+denizlik	4	263	266	172	175	91	5
97	98	C altzem-cam takılması	2	240	241	165	166	75	9
99	101	C altzem-boya+badana	13	246	258	171	183	75	8
100	102	C zem-kalio sokulmesi	3	120	122	88	90	32	26
102	109	Kalio bekleme suresi	10	123	132	91	100	32	1
102	153	C blok-cati	12	123	134	91	102	32	29

TABLO 12- (devamı)

Dugumlere gore siralanis(devami)		Dengelenmis durum							
NO	ISLEMIN ADI	t	OB	OT	IB	IT	OM	EC	
103	108	C aitzem-doseme kao.+denizlik	9	267	275	184	192	83	2
104	105	D asm-cam takilmasi	1	243	243	167	167	76	10
106	107	D asm-boya+badana	2	267	268	184	185	83	8
108	125	D asm-doseme kao.+denizlik	3	276	278	193	195	83	6
109	110	C zem-duvar orulmesi (ek10-2)	8	135	142	101	108	34	16
111	112	C zem-kasa+siva	7	145	151	109	115	36	14
113	114	C zem-dograna takilmasi	2	153	154	116	117	37	11
115	116	C zem-cam takilmasi	2	245	246	168	169	77	10
117	118	D 1-guvar orulmesi (ek10-2)	10	145	154	109	118	36	16
119	120	D 1-kasa+siva	8	157	164	119	126	38	14
121	122	D 1-dograna takilmasi	3	166	168	127	129	39	11
123	124	C zem-boya+badana	5	270	274	186	190	84	8
125	134	C zem-doseme kao.+denizlik	7	283	289	196	202	87	3
126	128	D 1-cam takilmasi	1	248	248	170	170	78	10
127	129	D 2-kasa+siva	8	178	185	129	136	49	14
130	133	D 1-boya+badana	7	276	282	191	197	85	8
131	132	D 2-dograna takilmasi	3	187	189	137	139	50	11
134	144	D 1-doseme kao.+denizlik	5	290	294	203	207	87	7
135	139	D 3-duvar orulmesi (ek10-2)	10	189	198	132	141	57	16
136	137	D 2-cam takilmasi	1	250	250	171	171	79	10
138	143	D 2-boya+badana	7	290	296	198	204	92	8
139	140	D 3-kasa+siva	8	199	206	142	149	57	14
141	142	D 3-dograna takilmasi	3	208	210	150	152	58	11
144	151	D 2-doseme kao.+denizlik	5	298	302	208	212	90	7
145	146	D 4-kasa+siva	8	235	242	155	162	80	14
146	152	D 4-dograna takilmasi	3	243	245	163	165	80	11
147	148	D 3-cam takilmasi	1	252	252	172	172	80	10
149	150	D 3-boya+badana	7	298	304	205	211	93	8
151	155	D 3-doseme kao.+denizlik	5	306	310	213	217	93	7
152	154	D 4-cam takilmasi	1	254	254	173	173	81	10
153	156	D diok-catı	11	207	217	135	145	72	29
154	155	D 4-boya+badana	7	306	312	212	218	94	8
155	156	D 4-doseme kao.+denizlik	5	313	317	219	223	94	7

TABLO 13- Dengelemeden Önceki Çubuk Diyagramı

İşlem sayısı : 229

İşlemlerin EB'lerine göre sıralanış (çubuk diyagramı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250
1	3	D bod+temel-kalio+iskele haz. (ekio-1)					
1	2	D blok-hafriyat	o				
1	5	D bod+temel-donati haz. (ekio-1)	oo				
1	29	D zem-kalio+iskele haz. (ekio-2)	oooooooooooooooooooo				
1	30	D zem-donati haz. (ekio-2)	oooooooooooooooooooo				
2	10	C blok-hafriyat	ooo				
3	4	D bod+temel-kalio+iskele yer. (ekio-1)					
5	6	D bod+temel-donati yer. (ekio-1)					
10	11	C alt+temel-kalio+iskele haz. (ekio-1)	oo				
11	12	C alt+temel-kalio+iskele yer. (ekio-1)	ooo				
6	13	C alt+temel-donati haz. (ekio-1)					
6	7	D bod+temel-beton dokumu	o				
13	14	C alt+temel-donati yer. (ekio-1)					
8	9	D zem-beton dokumu	o				
7	17	Kalio bekleme suresi	oooo				
7	29	Kalio bekleme suresi	oooo				
9	24	Kalio bekleme suresi	oooooooo				
9	19	Beton kuru	oooo				
15	16	C alt+temel-beton dokumu					
14	20	D asm-donati haz. (ekio-1)	oooo				
17	18	D bod+temel-kalio sokulmesi	oo				
29	30	D zem-kalio+iskele yer. (ekio-2)	oooo				
17	44	Kalio bekleme suresi	oooooooooooooooooooo				
30	31	D zem-donati yer. (ekio-2)	oooo				
24	28	D zem-kalio sokulmesi	oooo				
24	50	Kalio bekleme suresi	oooooooooooooooooooo				

TABLO 13- (devamı)

İslemlerin EB'larına göre sıralanış (cubuk diyagramı)(devamı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250
16	25	Kalio bekleme suresi					
18	19	D asm-kalio+iskele haz.(ekio-1)		oooo			
31	32	C zem-donati haz.(ekio-2)		oooo			
19	20	D asm-kalio+iskele ver.(ekio-1)		ooo			
20	21	D asm-donati ver.(ekio-1)		ooo			
44	45	D bod-duvar orulmesi (ekio-1)		oooooooooooooooooooo			
22	23	D asm-beton dokumu		ooo			
21	47	D 2-donati haz.(ekio-1)		oooooooo			
23	36	Beton kuru		oooo			
23	41	Kalio bekleme suresi		oooo			
50	51	D zem-duvar orulmesi (ekio-2)		oooooooooooooooooooooooooooo			
25	26	C alt+temel-kalio sokulmesi					
45	46	D bod-kasa+siva		oooooooooooooooooooooooooooo			
52	54	D zem-kasa+siva		oooooooooooooooooooooooooooo			
46	48	D bod-dograma takilmasi		oooooooooooooooooooooooooooo			
26	27	C zem-kalio+iskele haz.(ekio-2)					
26	64	Kalio bekleme suresi		oooooooooooooooooooo			
27	28	C zem-kalio+iskele ver.(ekio-2)					
41	42	D asm-kalio sokulmesi		oooooo			
42	43	D 2-kalio+iskele haz.(ekio-1)		oooooo			
42	79	Kalio bekleme suresi		oooooooooooooooooooo			
56	57	D zem-dograma takilmasi		oooooooooooooooooooooooooooo			
32	33	C zem-donati ver.(ekio-2)					
28	36	D 1-kalio+iskele haz.(ekio-2)		o			
36	37	D 1-kalio+iskele ver.(ekio-2)		o			
33	37	D 1-donati haz.(ekio-2)					
34	35	C zem-beton dokumu		o			
64	65	C altzem-duvar orulmesi (ekio-1)		oooooooooooooooooooo			
37	38	D 1-donati ver.(ekio-2)					

TABLO 13- (devamı)

İslemlerin EB'larına göre sıralanış (çubuk diyagramı)(devamı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250
35	100	Kalio bekleme süresi			oooooooooooooooooooo		
39	40	D 1-beton dokumu					
38	60	D 3-donati haz.(ekio-2)			oooooooo		
40	43	Beton kuru					
40	55	Kalio bekleme süresi			oi		
79	80	D asm-duvar orulmesi (ekio-1)			oooooooooooooooooooo		
66	67	C altzem-kasa+siva			oooooooooooooooooooooooo		
100	102	C zem-kalio sokulmesi			oooooooooooooooooooooi		
43	47	D 2-kalio+iskele yer.(ekio-1)					
47	49	D 2-donati yer.(ekio-1)					
102	109	Kalio bekleme süresi			oooooooooooooooooooo		
102	153	C blok-cati			oo		
55	58	D 1-kalio sokulmesi			oo		
49	53	D 2-beton dokumu					
49	74	D 4-donati haz.(ekio-1)			oooooooo		
86	87	D asm-kasa+siva			oooooooooooooooooooooooooooo		
68	70	C altzem-dograna takilmasi			oooooooooooooooooooooooooooo		
58	59	D 3-kalio+iskele haz.(ekio-2)			o		
58	117	Kalio bekleme süresi			oooooooooooooooooooo		
53	59	Beton kuru					
53	71	Kalio bekleme süresi			o		
90	94	D asm-dograna takilmasi			oooooooooooooooooooooooooooooooooooo		
109	110	C zem-duvar orulmesi (ekio-2)			oooooooooooooooooooo		
59	60	D 3-kalio+iskele ver.(ekio-2)					
60	61	D 3-donati ver.(ekio-2)					
71	72	D 2-kalio sokulmesi			o		
61	62	D 3-beton dokumu					
72	73	D 4-kalio+iskele haz.(ekio-1)			o		
72	81	Kalio bekleme süresi			oooo		

TABLO 13- (devamı)

İslemlerin EB'lerine göre sıralanış (çubuk diyagramı) (devamı)

Dengelemeden önceki durum

NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250
117	118	D 1-duvar orulmesi (ekio-2)				oooooooooooooooooooo	
111	112	C zem-kasa+siva				oooooooooooooooooooo	
62	73	Beton kuru					
62	63	Kalio bekleme suresi				oooooooooooooooooooo	
73	74	D 4-kalio+iskele ver. (ekio-1)					
113	114	C zem-dograna takilmasi				oooooooooooooooooooooooo	
74	75	D 4-donati yer. (ekio-1)					
81	82	D 2-duvar orulmesi (ekio-1)				ooooo	
119	120	D 1-kasa+siva				oooooooooooooooooooo	
63	69	D 3-kalio sokulmesi				oooooooooooooooooooo	
75	76	D 4-beton dokumu					
69	135	Kalio bekleme suresi				oooooooooooooooooooo	
76	77	Kalio bekleme suresi					
121	122	D 1-dograna takilmasi				oooooooooooooooooooo	
127	129	D 2-kasa+siva				oooooooooooooooooooo	
135	139	D 3-duvar orulmesi (ekio-2)				oooooooooooooooooooo	
77	78	D 4-kalio sokulmesi					
78	83	Kalio bekleme suresi					
153	156	D blok-cati				oooooooooooooooooooooooooooo	
131	132	D 2-dograna takilmasi				oooooooooooooooooooooooo	
139	140	D 3-kasa+siva				oooooooooooooooooooo	
83	84	C blok-is iskelesi+dis siva					
83	145	D 4-duvar orulmesi (ekio-1)				oooooooooooooooooooo	
84	85	D blok-is iskelesi+dis siva					
141	142	D 3-dograna takilmasi				oooooooooooooooooooo	
145	146	D 4-kasa+siva				ooooo,oooooooooooo	
85	88	D bod-cam takilmasi					
88	89	D bod-boya+badana					
91	92	D zem-cam takilmasi					

TABLO 13- (devamı)

İslemlerin EB'lerine göre sıralanış (çubuk diyagramı) (devamı)

Dengelemeden önceki durum

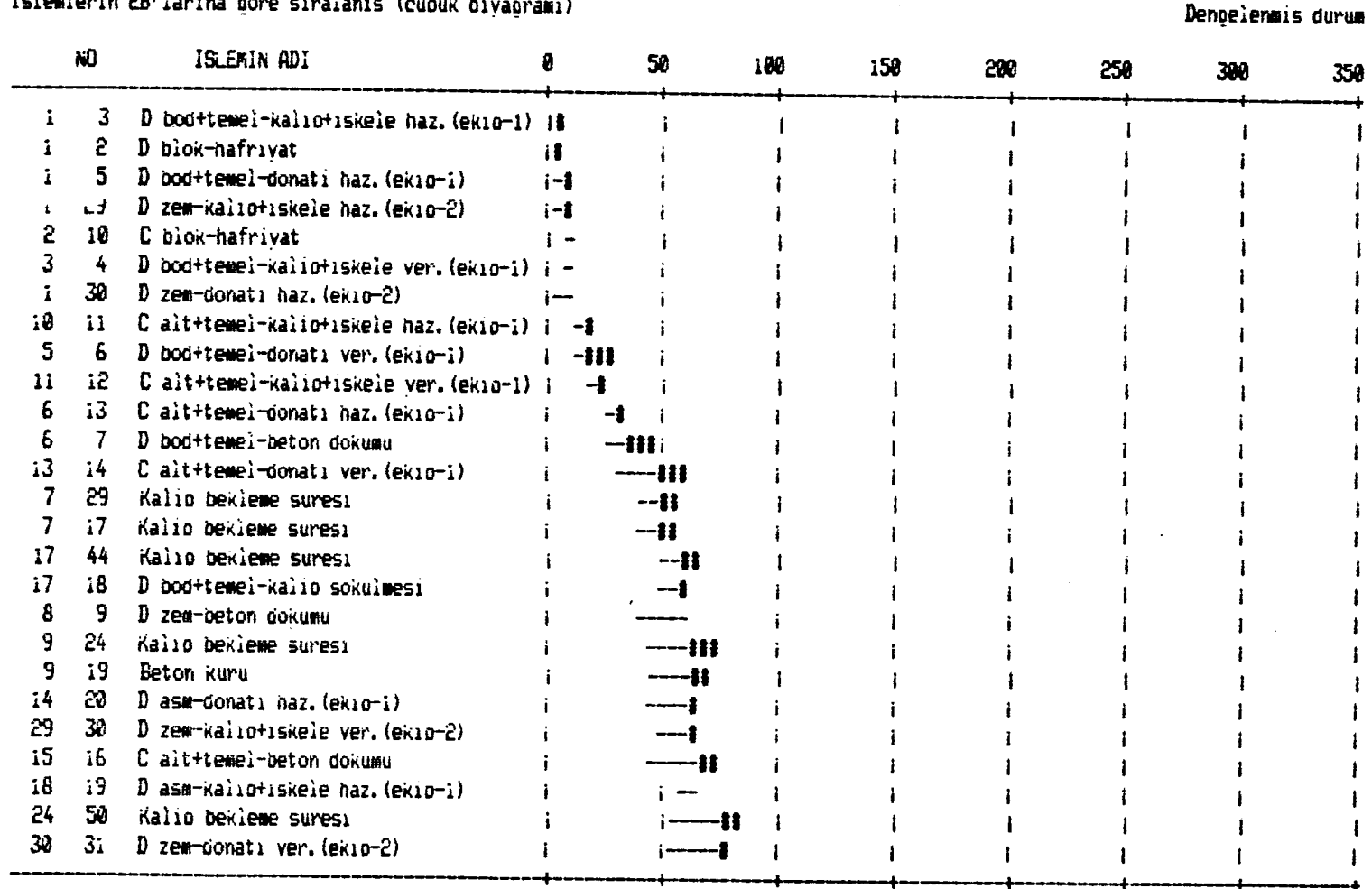
NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250
146 152	D 4-dögrama takılması					#####	
97 98	C altzem-cam takılması					o	
104 105	D asm-cam takılması					ooooo	
93 95	D zem-boya+badana					!	
89 96	D bod-doseme kao.+denizlik					!!ooo	
115 116	C zem-cam takılması					!oooo	
126 128	D 1-cam takılması					ooooooo	
99 101	C altzem-boya+badana					!!!!	
136 137	D 2-cam takılması					!oooooooo	
96 103	D zem-doseme kao.+denizlik					!ooo	
147 148	D 3-cam takılması					ooooooooo	
152 154	D 4-cam takılması					oooooooooooo	
106 107	D asm-boya+badana						
103 108	C altzem-doseme kao.+denizlik					!!o	
123 124	C zem-boya+badana					!!	
130 133	D 1-boya+badana					!!	
108 125	D asm-doseme kao.+denizlik					!o!	
125 134	C zem-doseme kao.+denizlik					!!!	
138 143	D 2-boya+badana					!!	
134 144	D 1-doseme kao.+denizlik					!o	
149 150	D 3-boya+badana					!!!	
144 151	D 2-doseme kao.+denizlik					!!	
154 155	D 4-boya+badana					!!	
151 155	D 3-doseme kao.+denizlik					!o	
155 156	D 4-doseme kao.+denizlik					!	

TABLO 14- Dengelemeden Sonraki Çubuk Diyagramı

SINIRLI KAYNAGA GÖRE DENGELEME

İşlem sayısı : 229

İslemlerin EB'larına göre sıralanmış (çubuk diyagramı)



TABLO 14- (devamı)

İslemlerin EB'lerine göre sıralanış (çubuk diyagramı) (devamı)

		Dengelemis durum								
NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250	300	350	
16	25	Kalio bekleme suresi		—	—					
19	20	D asm-kalio+iskele ver. (ek10-1)		—	—					
20	21	D asm-donati ver. (ek10-1)		—	—					
24	28	D zem-kalio sokulmesi		—	—					
31	32	C zem-donati haz. (ek10-2)		—	—					
22	23	D asm-beton dokumu		—	—					
44	45	D bod-duvar orulmesi (ek10-1)		—	—					
21	47	D 2-donati haz. (ek10-1)		—	—					
23	36	Beton kuru		—	—					
23	41	Kalio bekleme suresi		—	—					
50	51	D zem-duvar orulmesi (ek10-2)		—	—					
25	26	C alt+tewel-kalio sokulmesi		—	—					
45	46	D bod-kasatsiva		—	—					
46	48	D bod-dograma takilmasi		—	—					
26	64	Kalio bekleme suresi		—	—					
26	27	C zem-kalio+iskele haz. (ek10-2)		—	—					
52	54	D zem-kasatsiva		—	—					
41	42	D asm-kalio sokulmesi		—	—					
42	43	D 2-kalio+iskele haz. (ek10-1)		—	—					
42	79	Kalio bekleme suresi		—	—					
27	28	C zem-kalio+iskele ver. (ek10-2)		—	—					
28	36	D i-kalio+iskele haz. (ek10-2)		—	—					
56	57	D zem-dograma takilmasi		—	—					
32	33	C zem-donati ver. (ek10-2)		—	—					
36	37	D i-kalio+iskele ver. (ek10-2)		—	—					
64	65	C altzem-duvar orulmesi (ek10-1)		—	—					
33	37	D i-donati haz. (ek10-2)		—	—					
37	38	D i-donati ver. (ek10-2)		—	—					
38	60	D 3-donati haz. (ek10-2)		—	—					

TABLO 14- (devamı)

İslemlerin EB'lerine göre sıralanış (çubuk diyagramı) (devamı)

Dengelemis durum

NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250	300	350
34	35	C zem-beton dokumu			-----				
35	100	Kalio bekleme suresi			-----				
66	67	C aitzem-kasatsiva			-----				
79	80	D asm-duvar orulmesi (ek10-1)			-----				
39	40	D 1-beton dokumu			-----				
68	70	C aitzem-dograna takilmasi			-----				
40	43	Beton kuru			-----				
40	55	Kalio bekleme suresi			-----				
100	102	C zem-kalio sokuimesi			-----				
86	87	D asm-kasatsiva			-----				
102	153	C blok-catı			-----				
102	109	Kalio bekleme suresi			-----				
90	94	D asm-dograna takilmasi			-----				
55	58	D 1-kalio sokuimesi			-----				
58	59	D 3-kalio+iskele haz. (ek10-2)			-----				
58	117	Kalio bekleme suresi			-----				
43	47	D 2-kalio+iskele ver. (ek10-1)			-----				
109	110	C zem-duvar orulmesi (ek10-2)			-----				
47	49	D 2-donati ver. (ek10-1)			-----				
49	74	D 4-donati haz. (ek10-1)			-----				
49	53	D 2-beton dokumu			-----				
53	59	Beton kuru			-----				
53	71	Kalio bekleme suresi			-----				
117	118	D 1-duvar orulmesi (ek10-2)			-----				
111	112	C zem-kasatsiva			-----				
59	60	D 3-kalio+iskele yer. (ek10-2)			-----				
113	114	C zem-dograna takilmasi			-----				
60	61	D 3-donati yer. (ek10-2)			-----				
71	72	D 2-kalio sokuimesi			-----				

TABLO 14- (devamı)

İslemlerin EB'lerine göre sıralanış (çubuk diyagramı)(devamı)

Dengelenmiş durum

NO	ISLEMİN ADI	0	50	100	150	200	250	300	350
72	73	D 4-kalio+iskele haz. (ek10-1)							
72	81	Kalio bekleme süresi							
119	120	D 1-kasa+sıva							
61	62	D 3-beton dokumu							
121	122	D 1-döğrama takılması							
62	73	Beton kuru							
62	63	Kalio bekleme süresi							
81	82	D 2-duvar örülmesi (ek10-1)							
73	74	D 4-kalio+iskele ver. (ek10-1)							
74	75	D 4-donatı ver. (ek10-1)							
63	69	D 3-kalio sökülmesi							
127	129	D 2-kasa+sıva							
69	135	Kalio bekleme süresi							
75	76	D 4-beton dokumu							
131	132	D 2-döğrama takılması							
76	77	Kalio bekleme süresi							
135	139	D 3-duvar örülmesi (ek10-2)							
77	78	D 4-kalio sökülmesi							
139	140	D 3-kasa+sıva							
78	83	Kalio bekleme süresi							
153	156	D blok-catı							
141	142	D 3-döğrama takılması							
83	145	D 4-duvar örülmesi (ek10-1)							
83	84	C blok-1s iskelesi+dış sıva							
84	85	D blok-1s iskelesi+dış sıva							
145	146	D 4-kasa+sıva							
85	88	D bod-cam takılması							
88	89	D bod-boya+badana							
91	92	D zem-cam takılması							

TABLO 14- (devamı)

İslemlerin EB'larına göre sıralanmış (cubuk diyagramı)(devamı)

Dengelenmiş durum

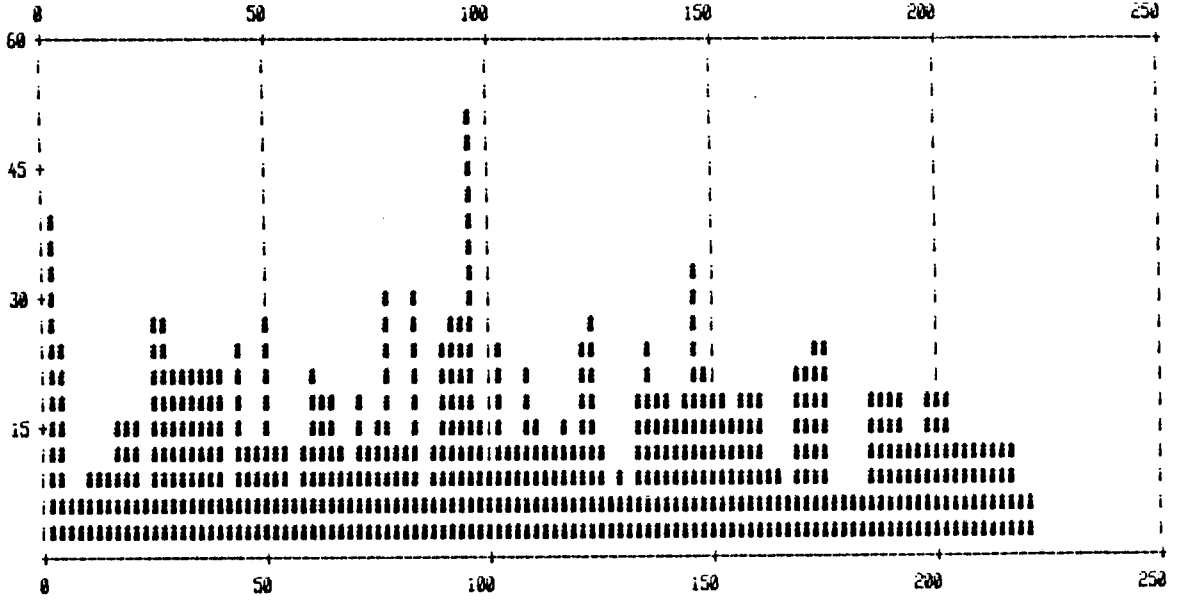
NO	ISLEMIN ADI	0	50	100	150	200	250	300	350
97 98	C altzem-cam takılması					200	250		
93 95	D zem-boya+badana					200	250		
146 152	D 4-dograma takılması					200	250		
104 105	D asm-cam takılması					200	250		
115 116	C zem-cam takılması					200	250		
99 101	C altzem-boya+badana					200	250		
126 128	D i-cam takılması					200	250		
136 137	D 2-cam takılması					200	250		
147 148	D 3-cam takılması					200	250		
152 154	D 4-cam takılması					200	250		
89 96	D bod-doseme kao.+denizlik					200	250		
96 103	D zem-doseme kao.+denizlik					200	250		
103 108	C altzem-doseme kao.+denizlik					200	250		
106 107	D asm-boya+badana					200	250		
123 124	C zem-boya+badana					200	250		
130 133	D i-boya+badana					200	250		
108 125	D asm-doseme kao.+denizlik					200	250		
125 134	C zem-doseme kao.+denizlik					200	250		
138 143	D 2-boya+badana					200	250		
134 144	D i-doseme kao.+denizlik					200	250		
149 150	D 3-boya+badana					200	250		
144 151	D 2-doseme kao.+denizlik					200	250		
154 155	D 4-boya+badana					200	250		
151 155	D 3-doseme kao.+denizlik					200	250		
155 156	D 4-doseme kao.+denizlik					200	250		

TABLO 15.1- Kaynak Profil Eğrisi (Düz İşçi)

KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Düz işçi (Ad)

Kaynak kısıtı : 18
 Max kaynak miktarı : 51
 Max kaynağın olduğu gün : 95
 İşin süresi : 223

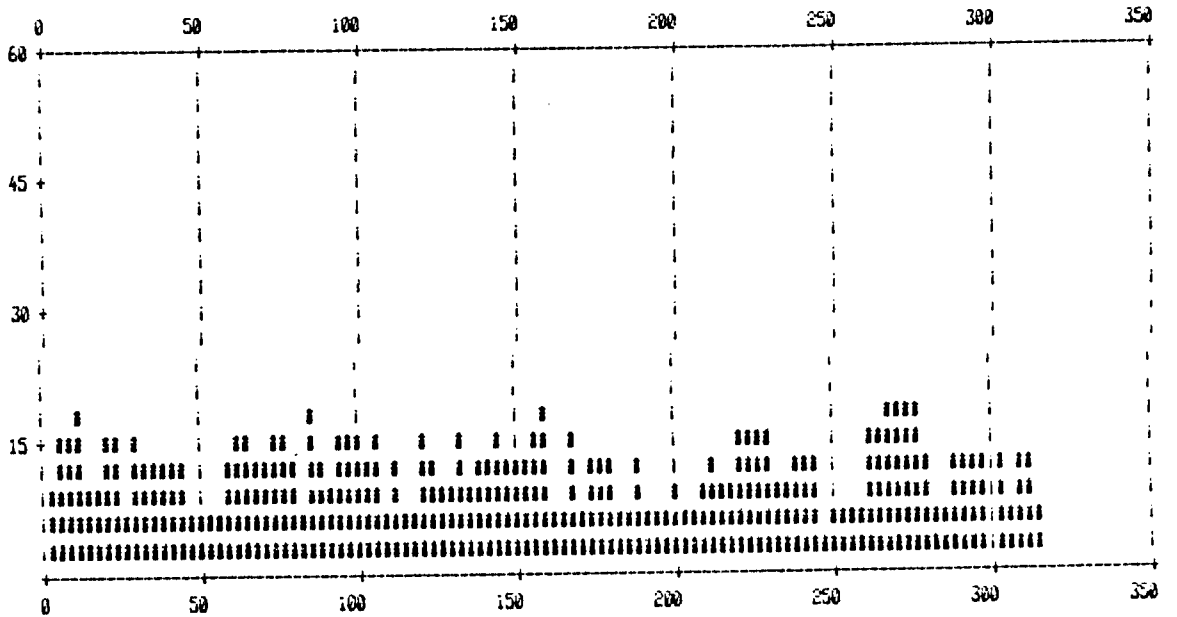
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Düz işçi (Ad)

Kaynak kısıtı : 18
 Max kaynak miktarı : 18
 Max kaynağın olduğu gün : 10
 İşin süresi : 317

Dengelemeden önceki durum

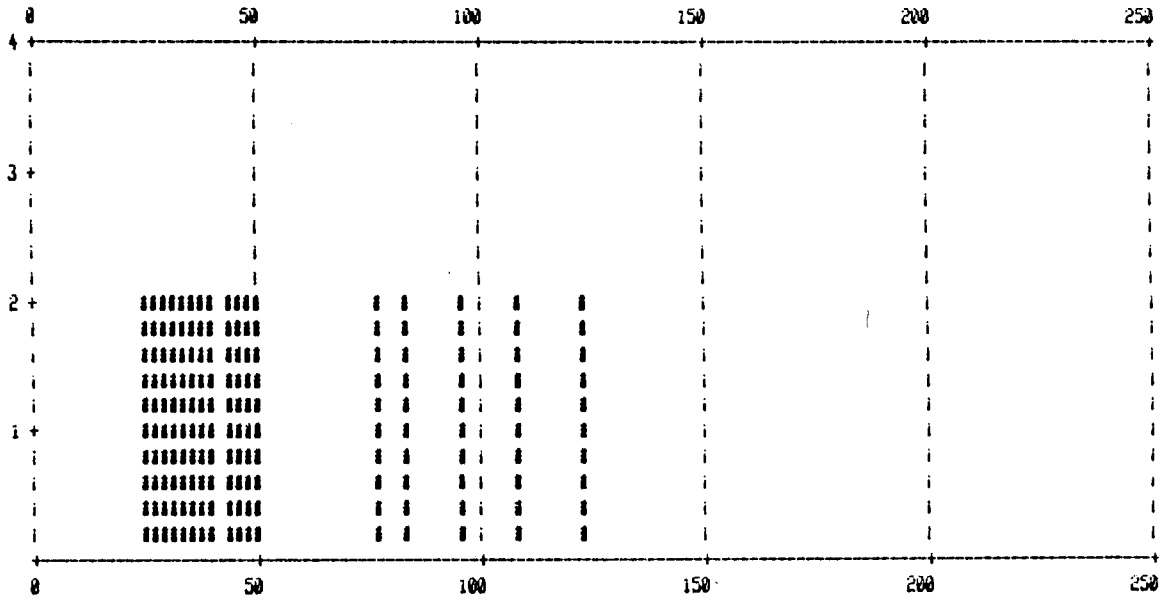


TABLO 15.2- Kaynak Profil Eğrisi (Beton . Ustası)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Beton ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 2
 Max kaynağın olduğu gün: 24
 İşin süresi : 223

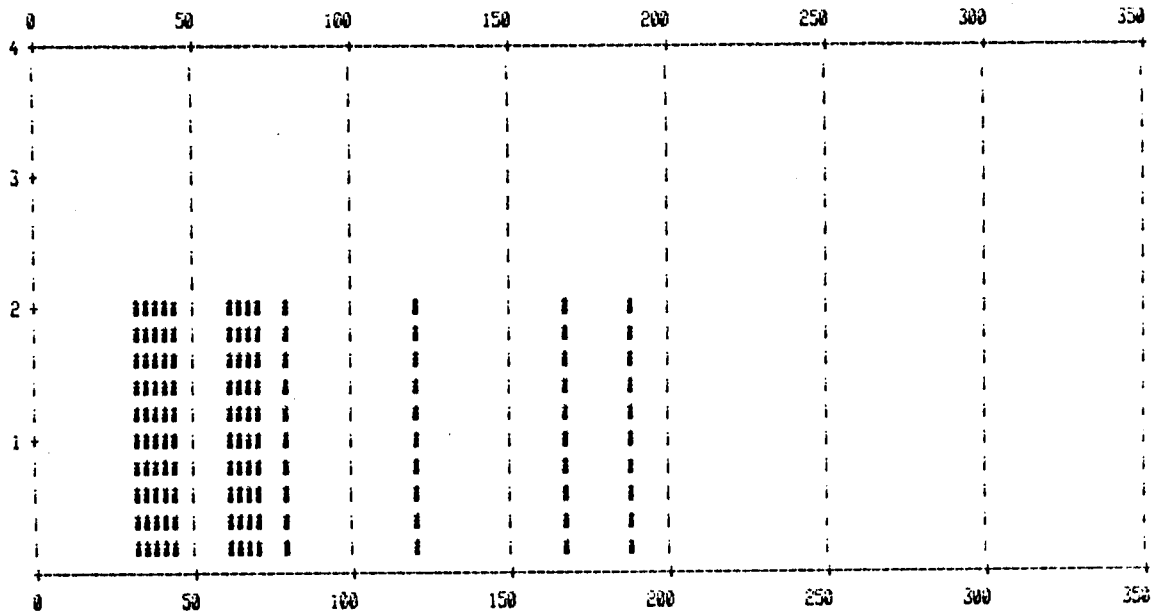
Deneyimden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Beton ustası (No)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 2
 Max kaynağın olduğu gün: 32
 İşin süresi : 317

Deneyimden sonraki durum

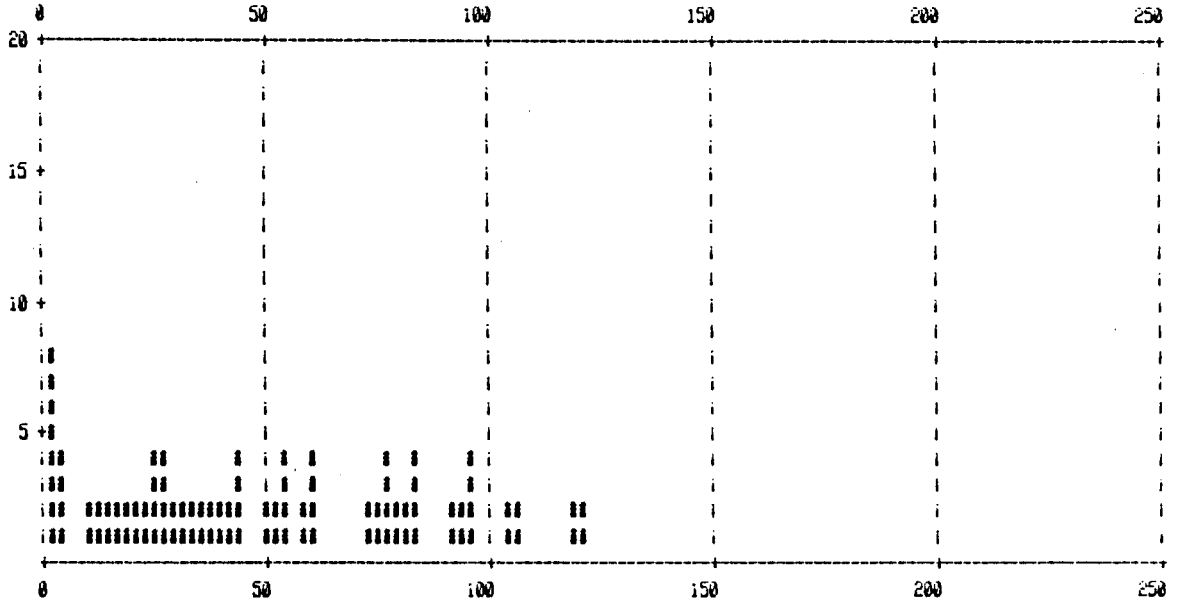


TABLO 15.3- Kaynak Profil Eğrisi (Donatı Ustası)

KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Donatı ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 4
 Max kaynak miktarı : 8
 Max kaynağın olduğu gün : 1
 İşin süresi : 223

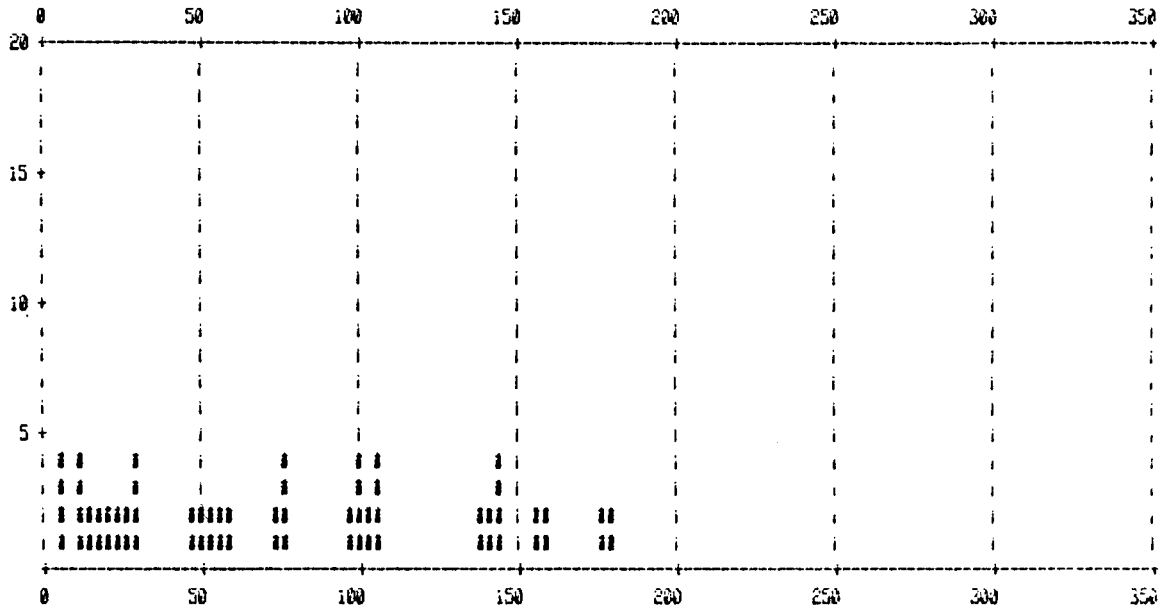
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Donatı ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 4
 Max kaynak miktarı : 4
 Max kaynağın olduğu gün : 4
 İşin süresi : 317

Dengelemiş durum

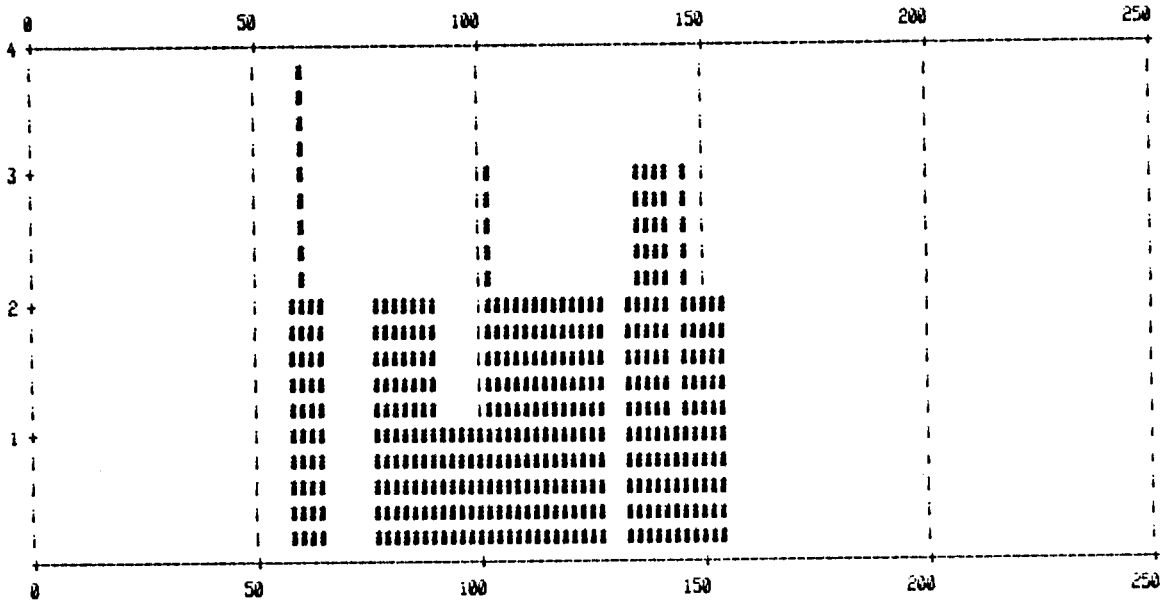


TABLO 15.4- Kaynak Profil Eğrisi (Duvarcı)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Duvarcı (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 4
 Max kaynağın olduğu gün: 60
 Isın süresi : 223

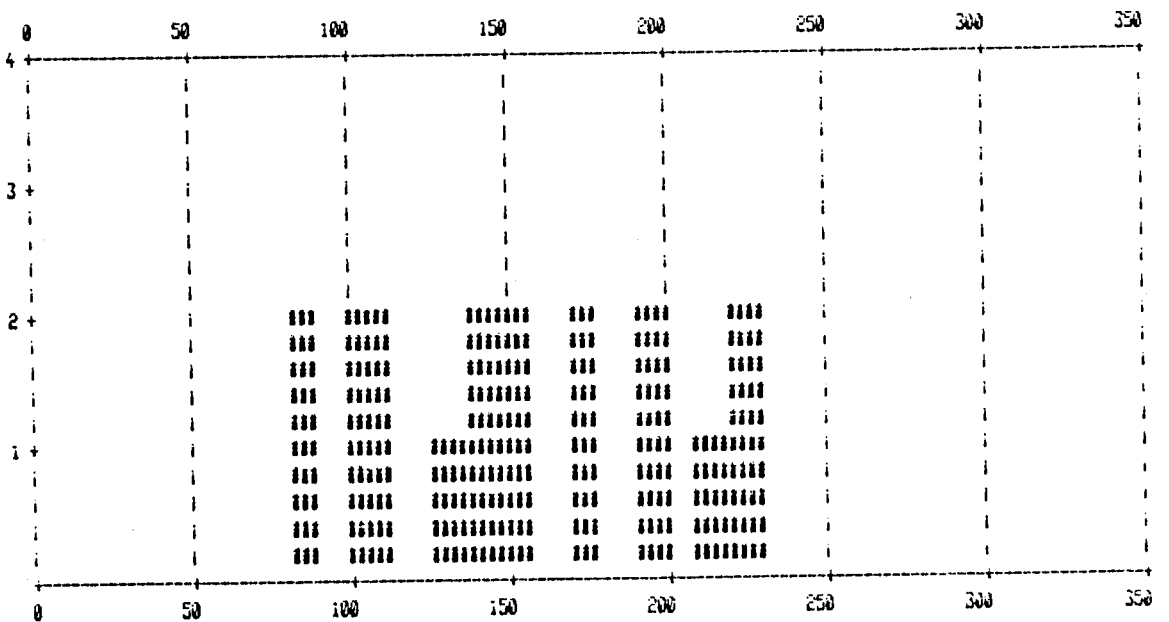
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Duvarcı (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 2
 Max kaynağın olduğu gün: 79
 Isın süresi : 317

Dengelemis durum

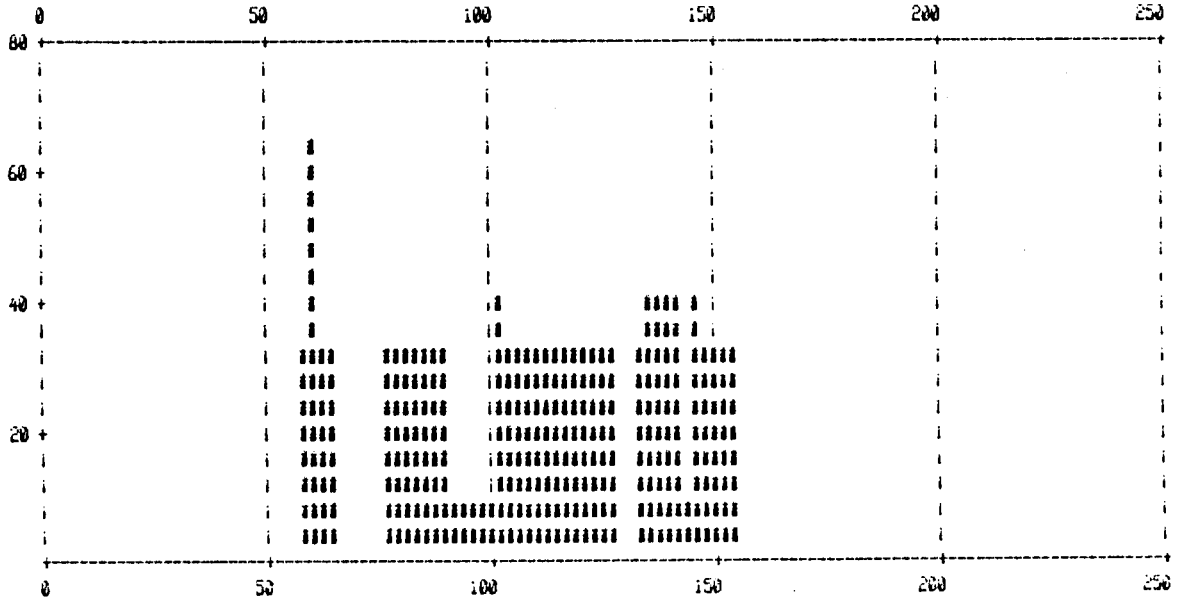


TABLO 15.5- Kaynak Profil Eğrisi (Tuğla)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Tuğla (#100 Ad)

Kaynak kısıtı : 33
 Max kaynak miktarı : 66
 Max kaynağın olduğu gün : 60
 İşin süresi : 223

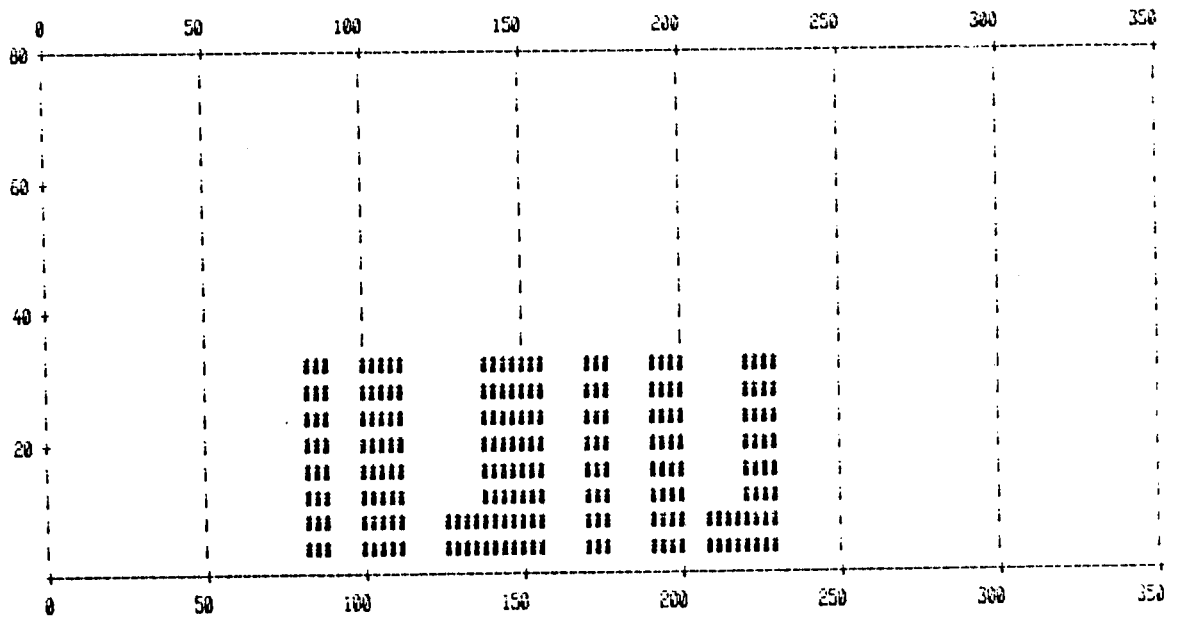
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Tuğla (#100 Ad)

Kaynak kısıtı : 33
 Max kaynak miktarı : 33
 Max kaynağın olduğu gün : 79
 İşin süresi : 317

Dengelenmiş durum

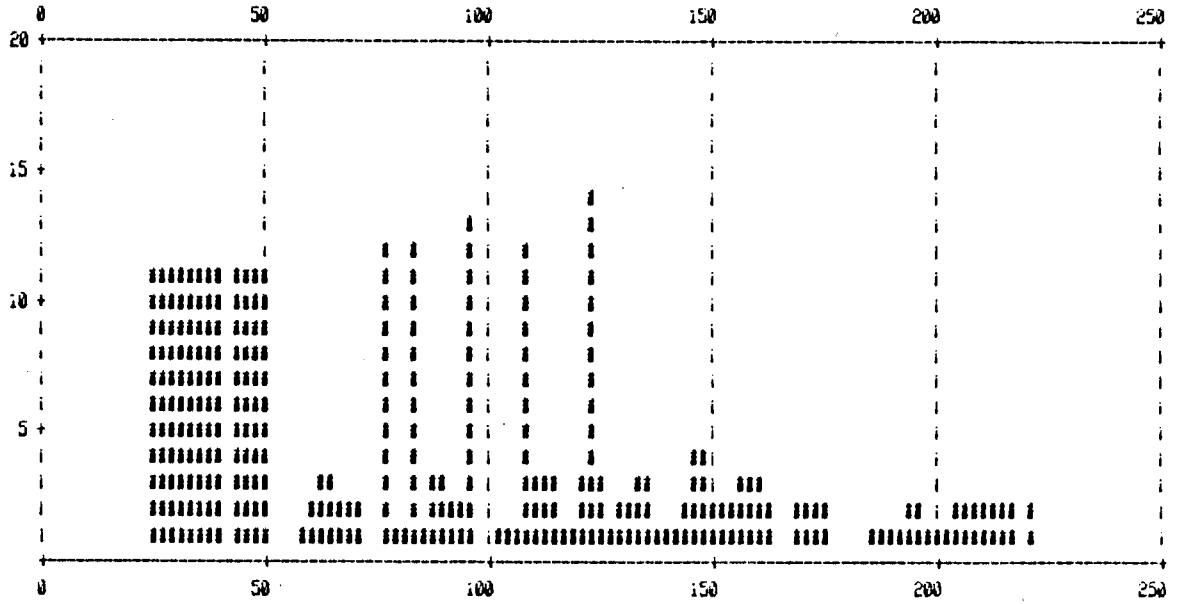


TABLO 15.6- Kaynak Profil Eğrisi (Çimento)

KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Çimento (Ton)

Kaynak kısıtı : 11
 Max kaynak miktarı : 14
 Max kaynağın olduğu gün: 109
 Isın süresi : 223

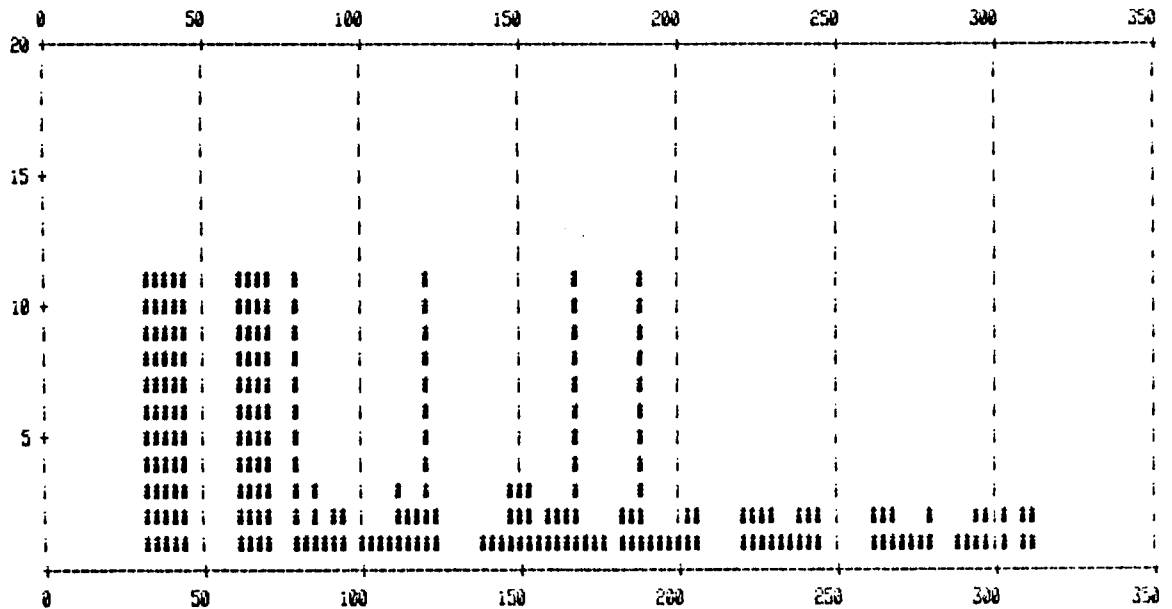
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Çimento (Ton)

Kaynak kısıtı : 11
 Max kaynak miktarı : 11
 Max kaynağın olduğu gün: 32
 Isın süresi : 217

Dengelemis durum

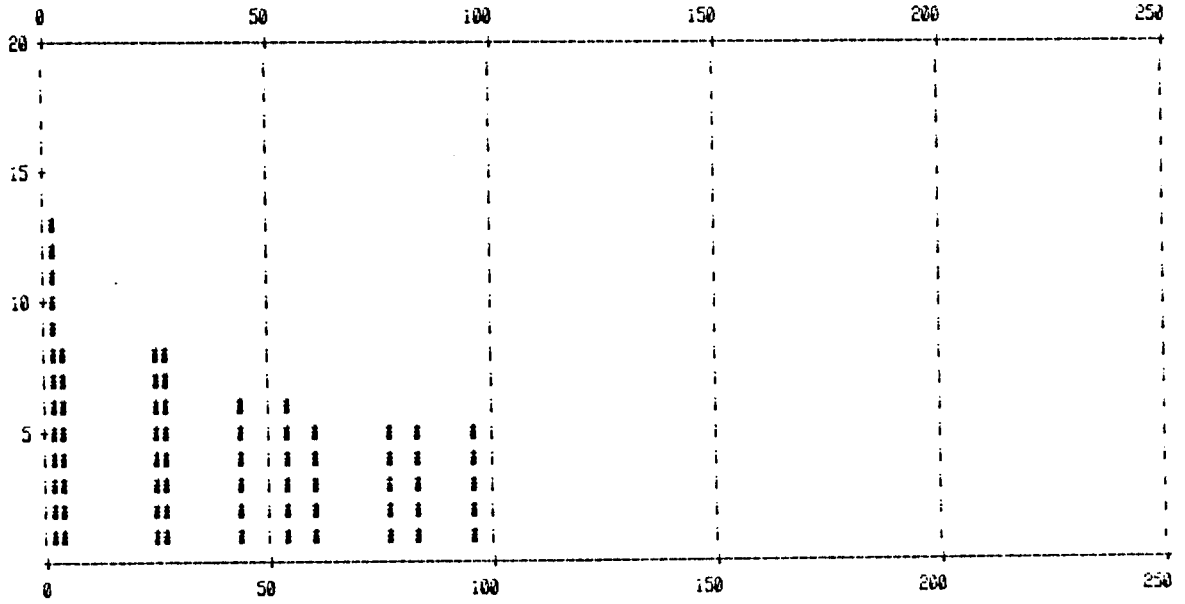


TABLO 15.7- Kaynak Profil Eğrisi (Demir)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Demir (Ton)

Kaynak kısıtı : 8
 Max kaynak miktarı : 13
 Max kaynağın olduğu gün: 1
 Isın süresi : 223

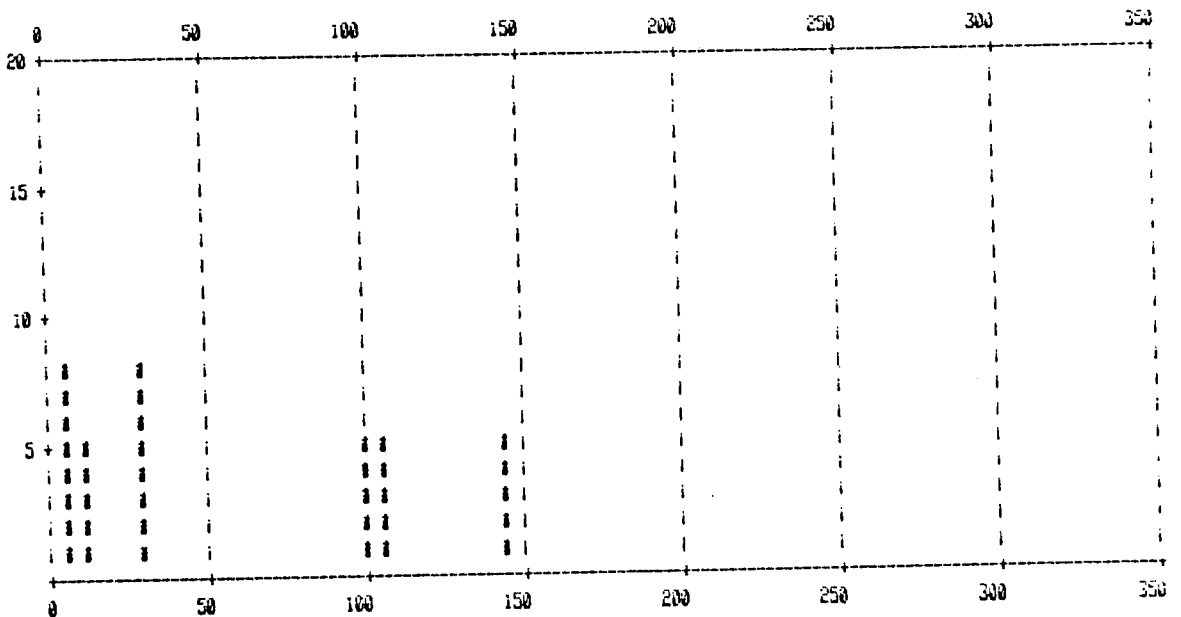
Deneyimeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Demir (Ton)

Kaynak kısıtı : 8
 Max kaynak miktarı : 6
 Max kaynağın olduğu gün: 4
 Isın süresi : 317

Deneyimlis durum

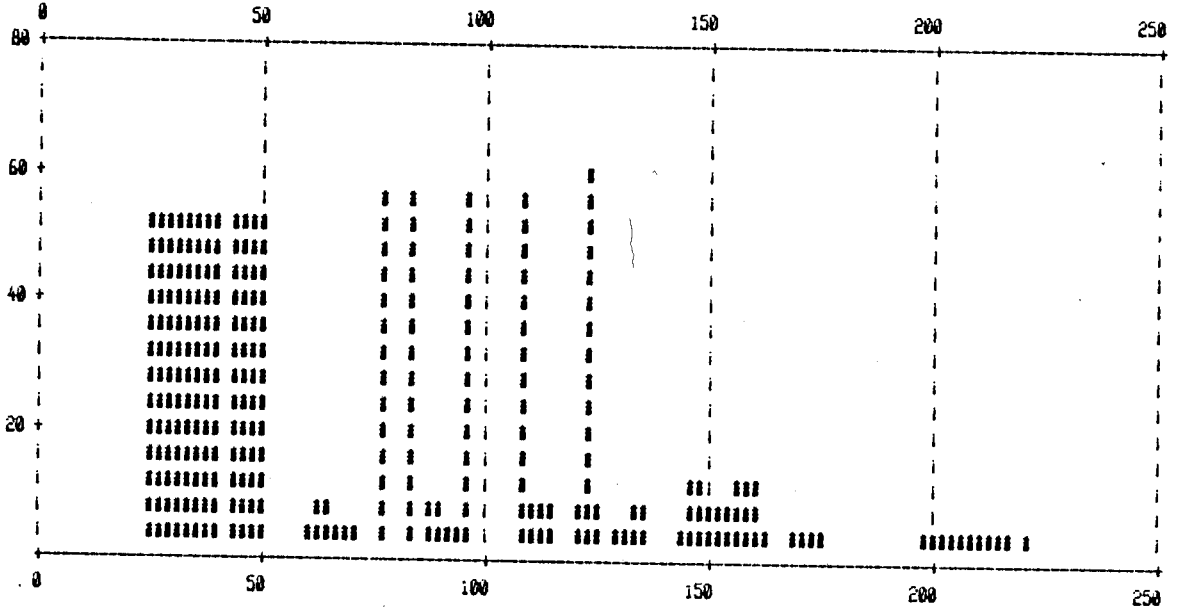


TABLO 15.8- Kaynak Profil Eğrisi (Kum Çakıl)

KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Kum çakıl (m3)

Kaynak kısıtı : 53
 Max kaynak miktarı : 63
 Max kaynağın olduğu gün: 109
 Isın süresi : 223

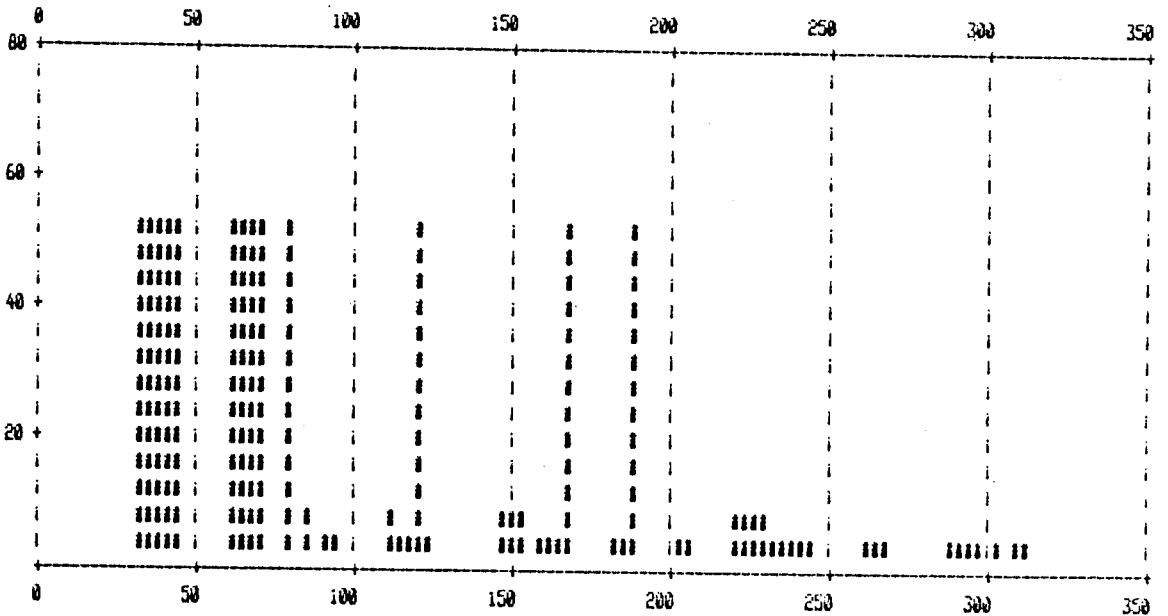
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Kum çakıl (m3)

Kaynak kısıtı : 53
 Max kaynak miktarı : 53
 Max kaynağın olduğu gün: 32
 Isın süresi : 317

Dengelemiş durum

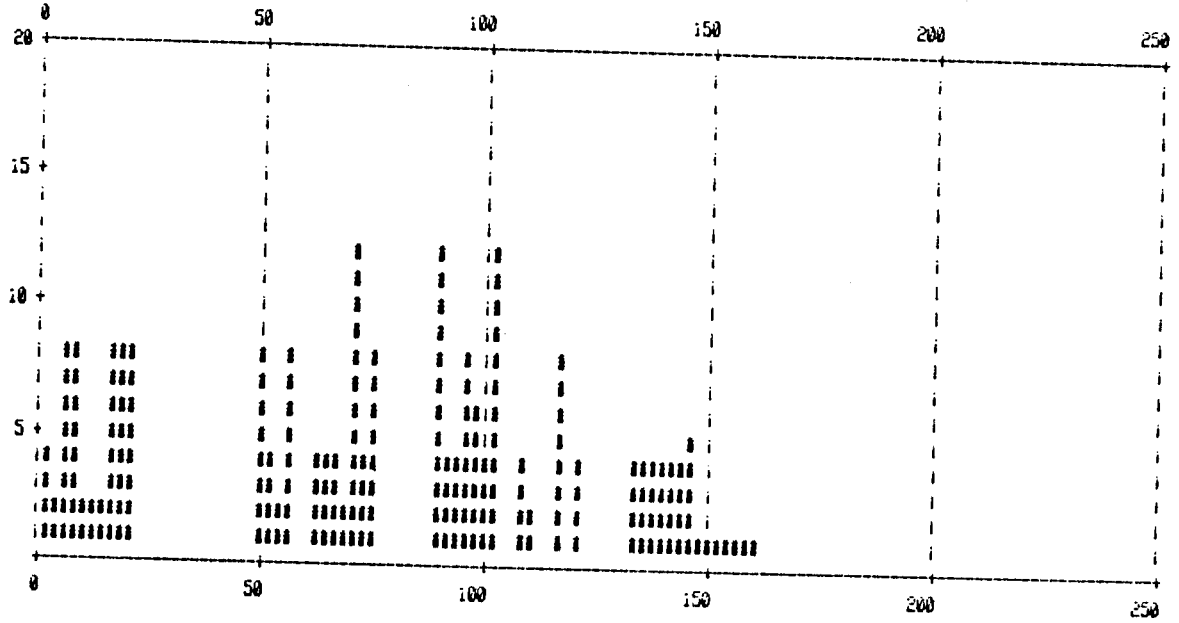


TABLO 15.9- Kaynak Profil Eğrisi (Kalıpcı)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Kalıpcı (Ad)

Dengelemeden önceki durum

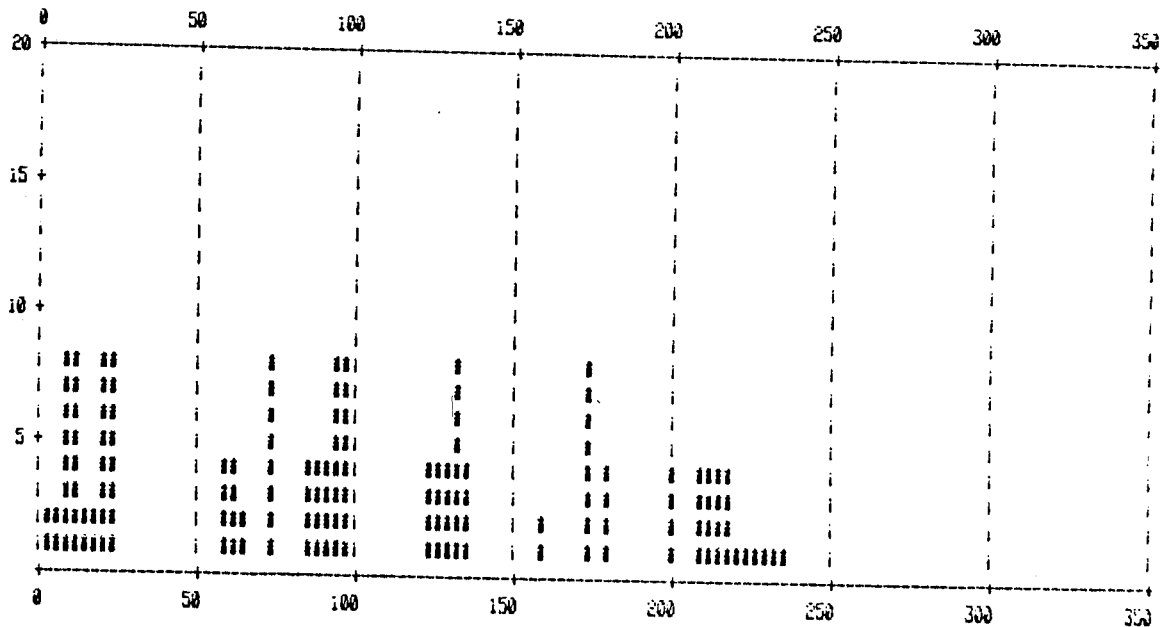
Kaynak kısıtı : 8
 Max kaynak miktarı : 12
 Max kaynağın olduğu gün : 48
 Isın süresi : 223



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Kalıpcı (Ad)

Dengelemiş durum

Kaynak kısıtı : 8
 Max kaynak miktarı : 8
 Max kaynağın olduğu gün : 8
 Isın süresi : 317

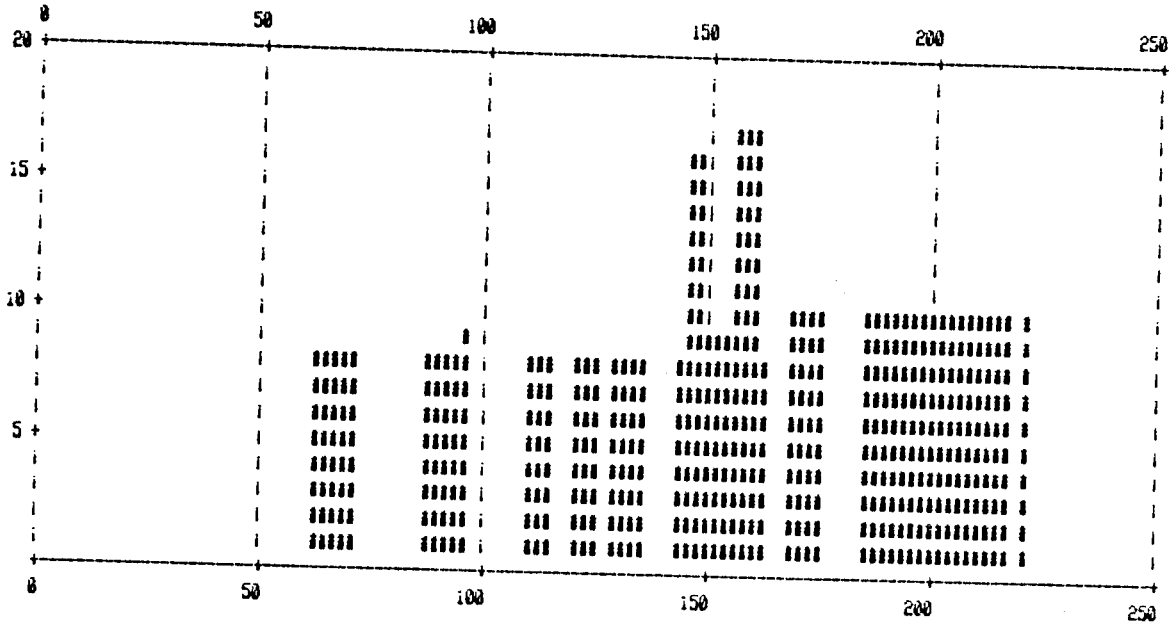


TABLO 15.10- Kaynak Profil Eğrisi (Sıvacı)

KAYNAK PROFİL EGRISI-Sıvacı (Ad)

Kaynak kısıtı : 10
 Max kaynak miktarı : 17
 Max kaynağın olduğu gün: 155
 Isın süresi : 223

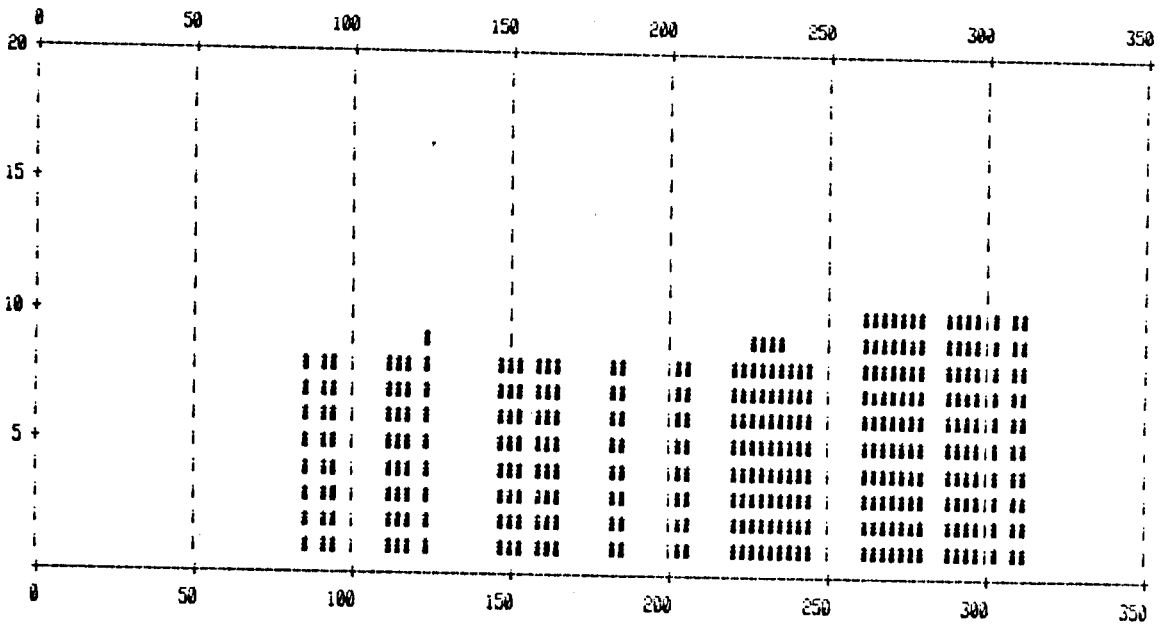
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EGRISI-Sıvacı (Ad)

Kaynak kısıtı : 10
 Max kaynak miktarı : 10
 Max kaynağın olduğu gün: 259
 Isın süresi : 317

Dengelemiş durum

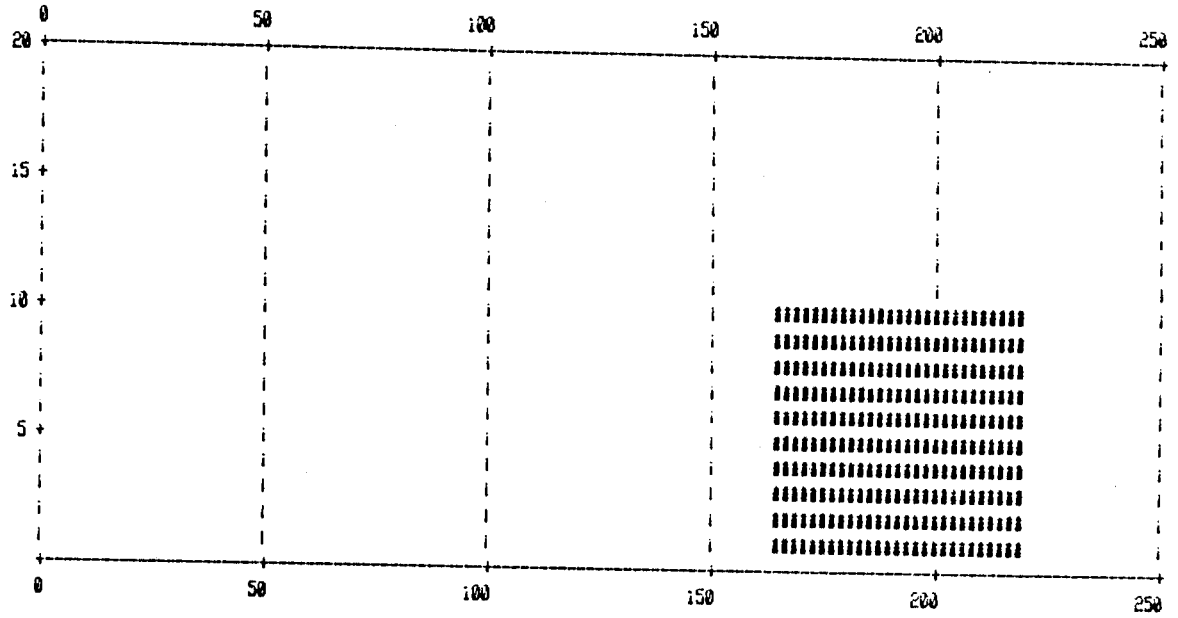


TABLO 15.11- Kaynak Profil Eğrisi (Boyacı)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Boyacı (Ad)

Kaynak kısıtı : 10
 Max kaynak miktarı : 10
 Max kaynağın olduğu gün : 163
 Isın süresi : 223

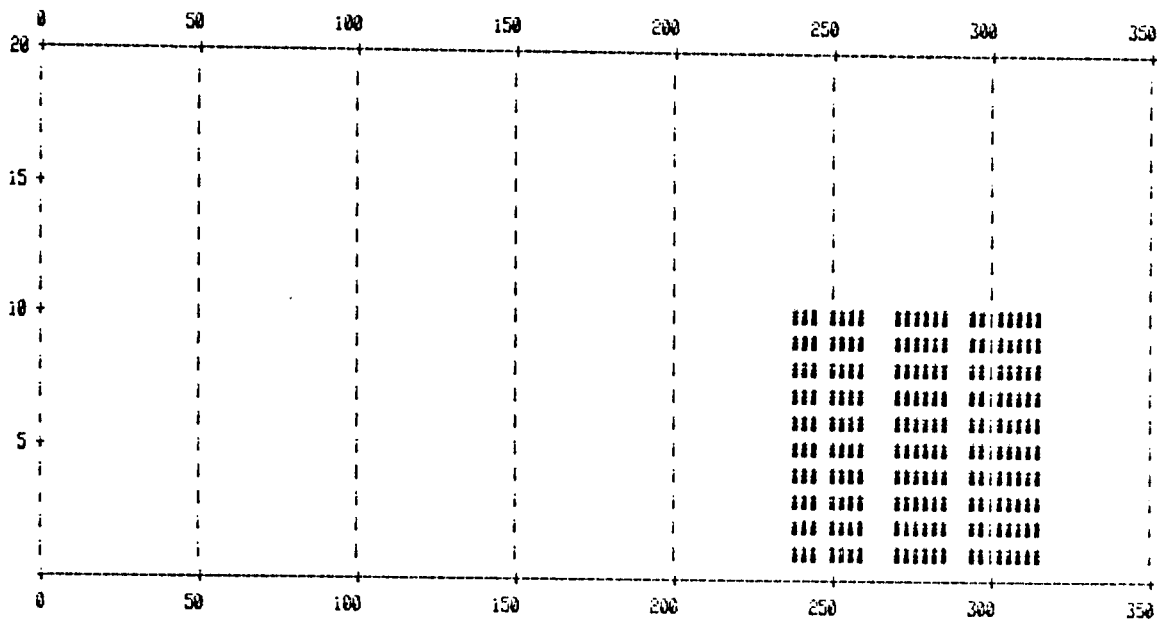
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Boyacı (Ad)

Kaynak kısıtı : 10
 Max kaynak miktarı : 10
 Max kaynağın olduğu gün : 236
 Isın süresi : 317

Dengelemiş durum

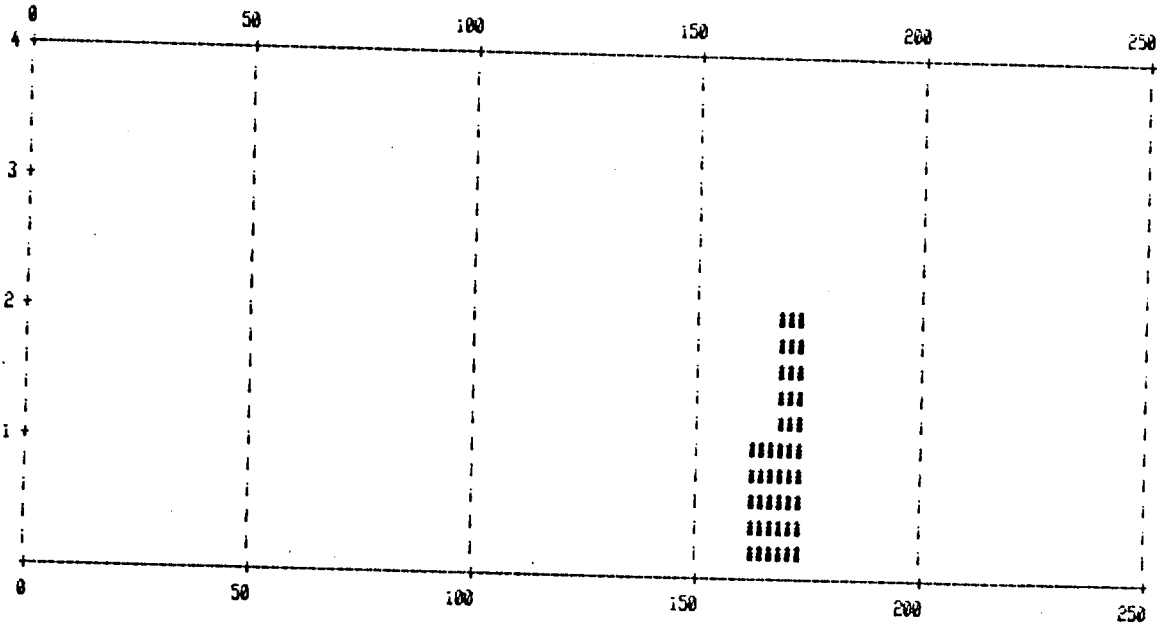


TABLO 15.12- Kaynak Profil Eğrisi (Camcı)

KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Camcı (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 2
 Max kaynağın olduğu gün : 167
 Isın süresi : 223

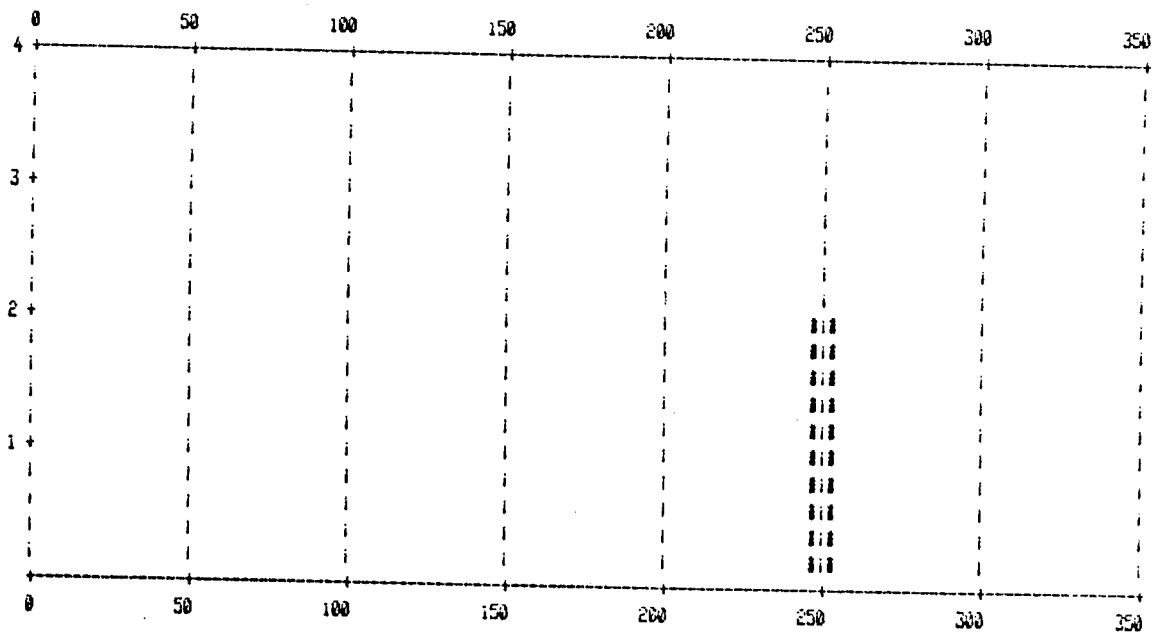
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EGRİSİ-Camcı (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 2
 Max kaynağın olduğu gün : 243
 Isın süresi : 317

Dengelemiş durum

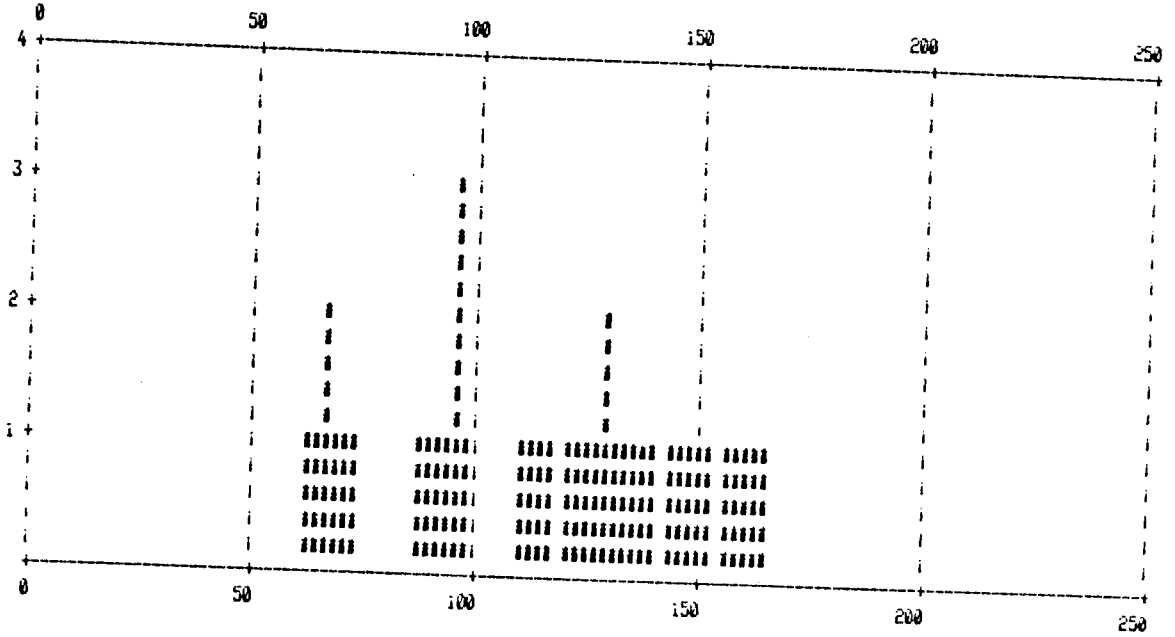


TABLO 15.13- Kaynak Profil Eğrisi (Doğramacı)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Doğramacı (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 3
 Max kaynağın olduğu gün : 95
 İşin süresi : 223

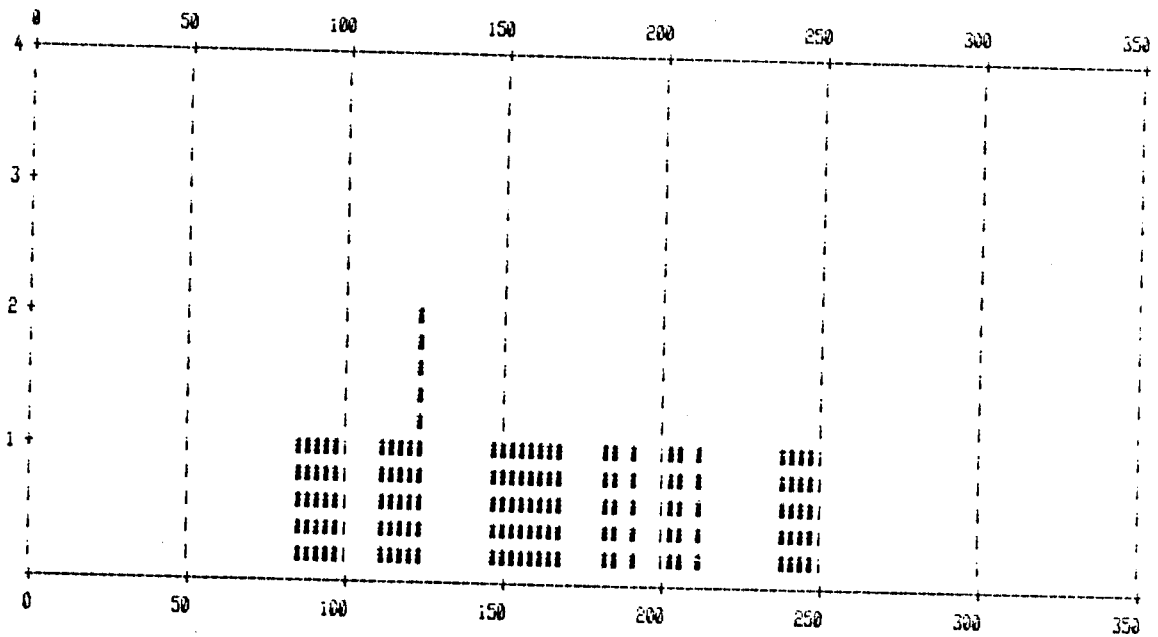
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Doğramacı (Ad)

Kaynak kısıtı : 2
 Max kaynak miktarı : 2
 Max kaynağın olduğu gün : 121
 İşin süresi : 317

Dengelemiş durum

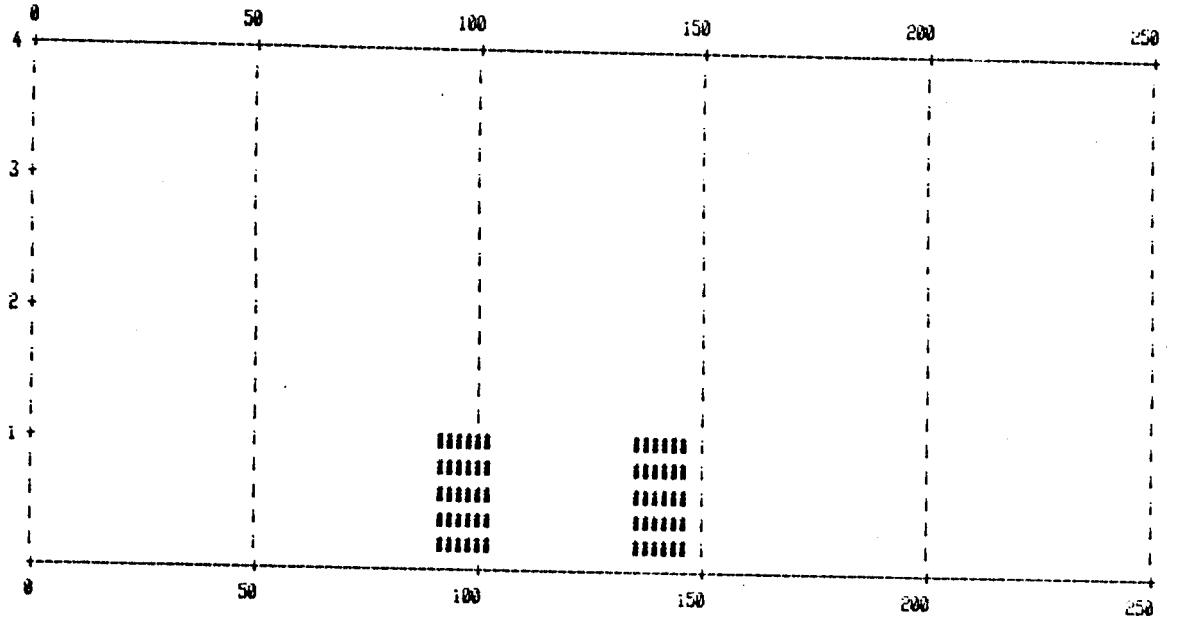


TABLO 15.14- Kaynak Profil Eğrisi (Tenekeci)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Tenekeci (Ad)

Kaynak kısıtı : 1
 Max kaynak miktarı : 1
 Max kaynağın olduğu gün : 91
 İşin süresi : 223

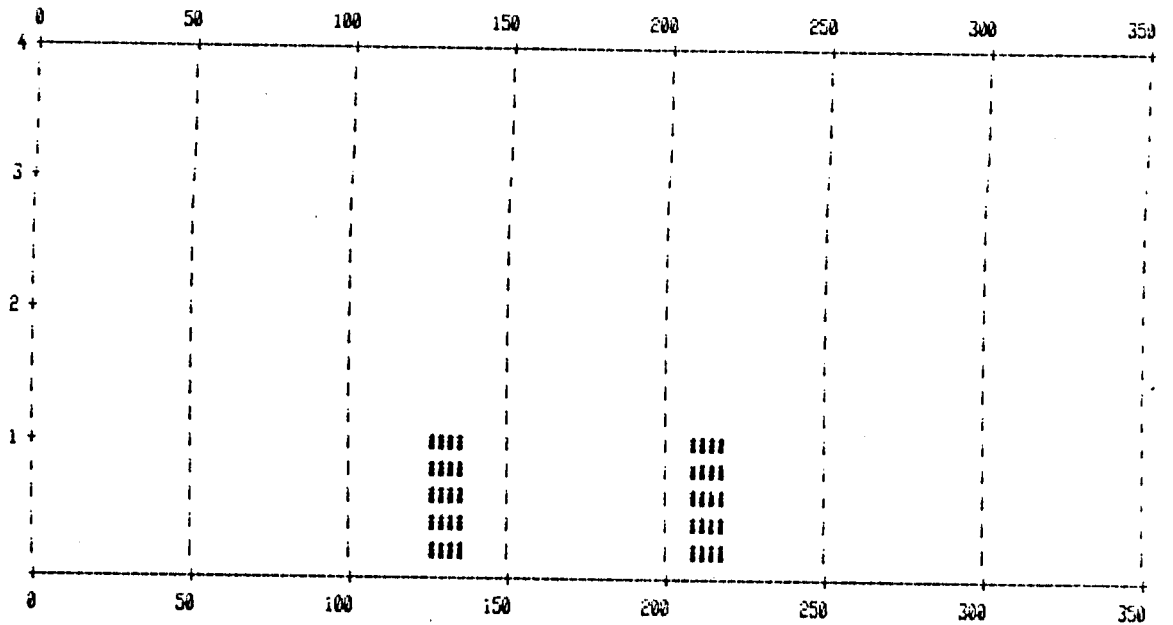
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Tenekeci (Ad)

Kaynak kısıtı : 1
 Max kaynak miktarı : 1
 Max kaynağın olduğu gün : 123
 İşin süresi : 317

Dengelemiş durum

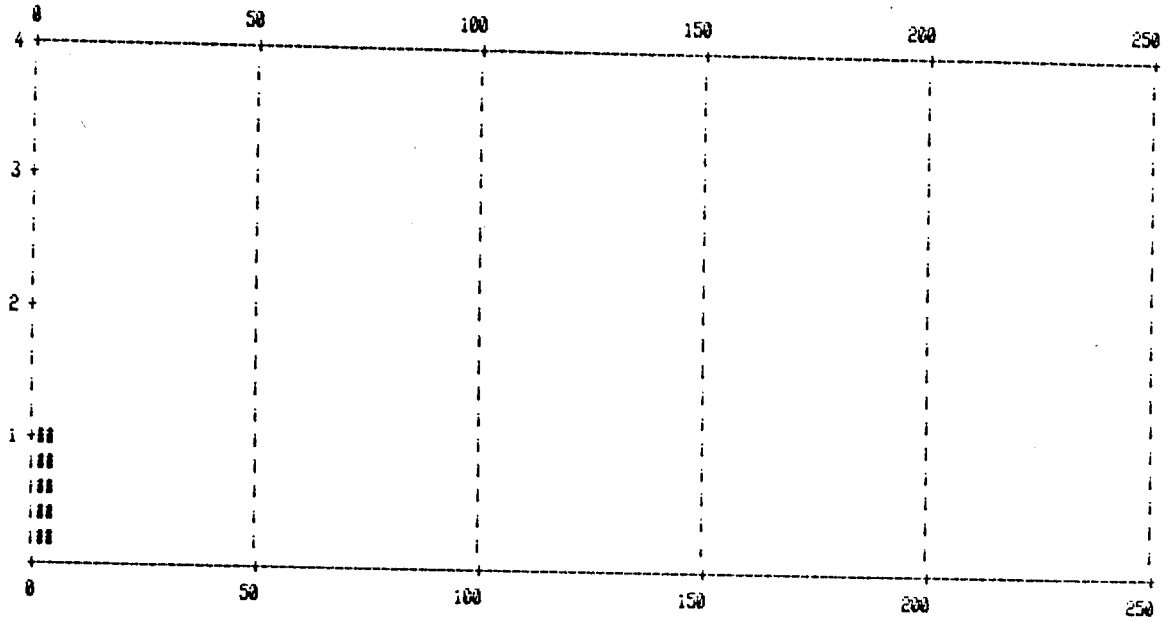


TABLO 15.15 Kaynak Profil Eğrisi (Kazı Makinesi)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Kazı makinesi (Ad)

Kaynak kısıtı : 1
 Max kaynak miktarı : 1
 Max kaynağın olduğu gün : 1
 İşin süresi : 223

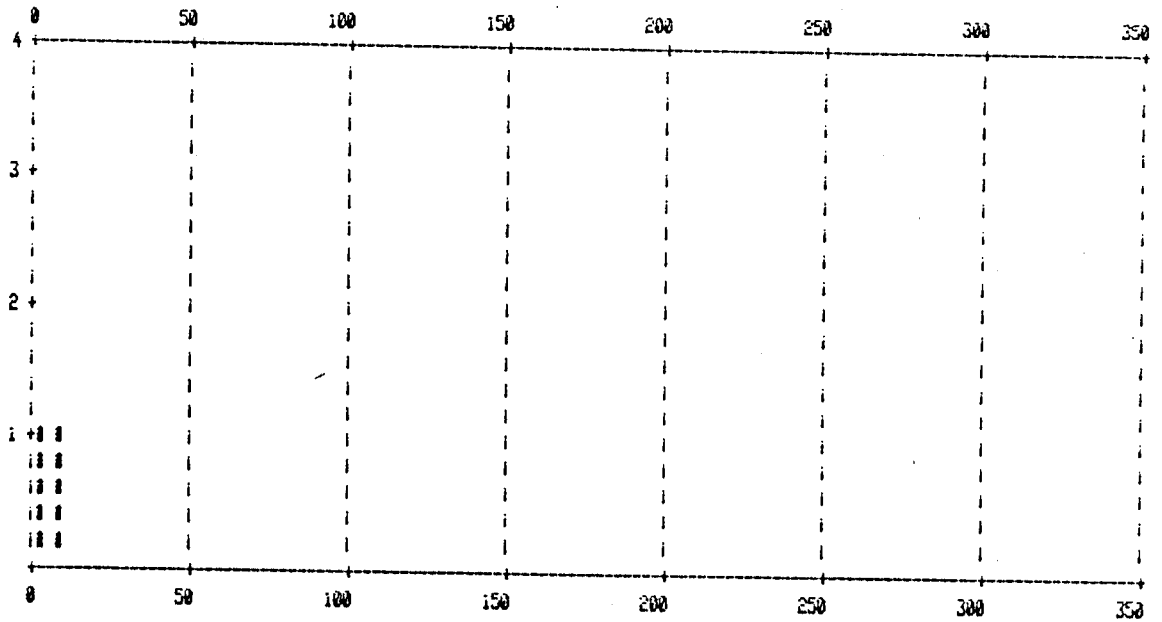
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Kazı makinesi (Ad)

Kaynak kısıtı : 1
 Max kaynak miktarı : 1
 Max kaynağın olduğu gün : 1
 İşin süresi : 317

Dengelemiş durum

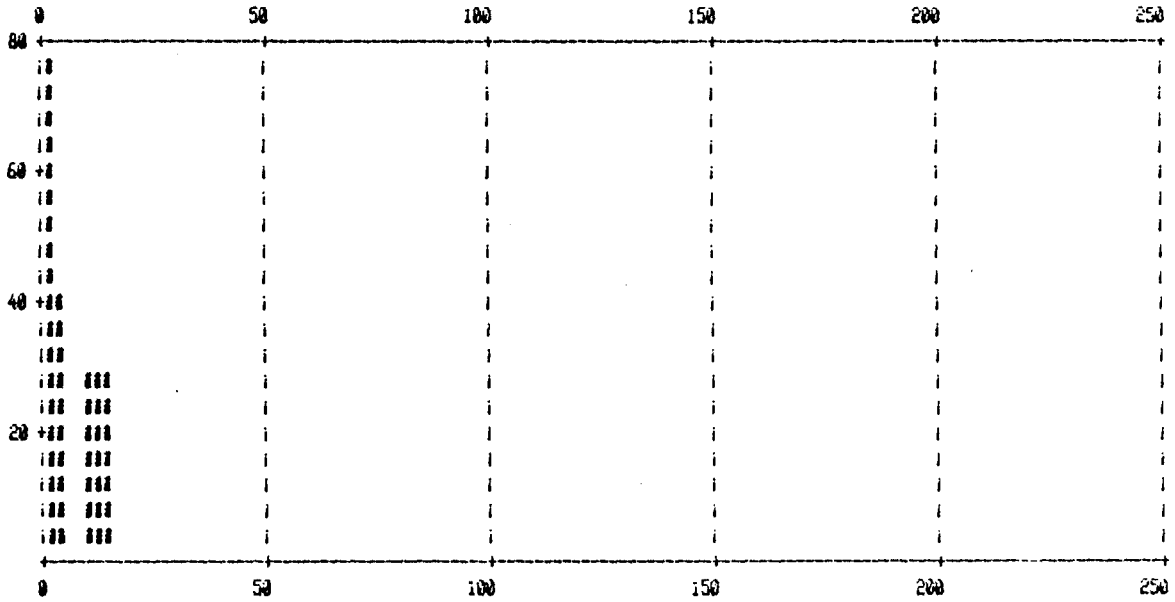


TABLO 15.16- Kaynak Profil Eğrisi (Kereste)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Kereste (*.1 m3)

Kaynak kısıtı : 40
 Max kaynak miktarı : 60
 Max kaynağın olduğu gün: 1
 İşin süresi : 223

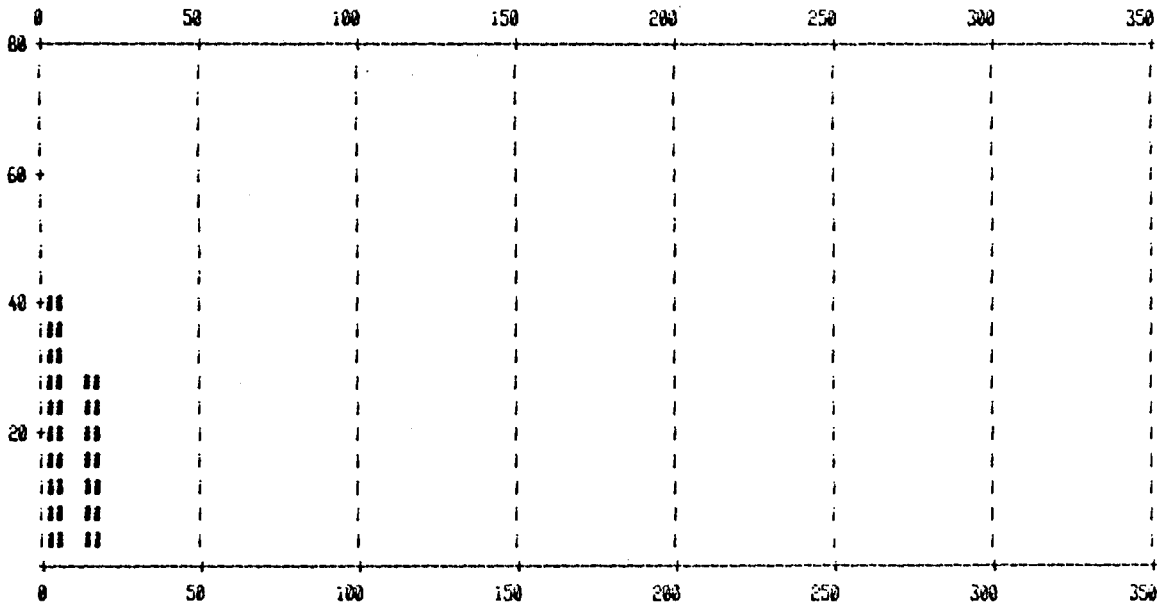
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Kereste (*.1 m3)

Kaynak kısıtı : 40
 Max kaynak miktarı : 40
 Max kaynağın olduğu gün: 1
 İşin süresi : 317

Dengelemis durum

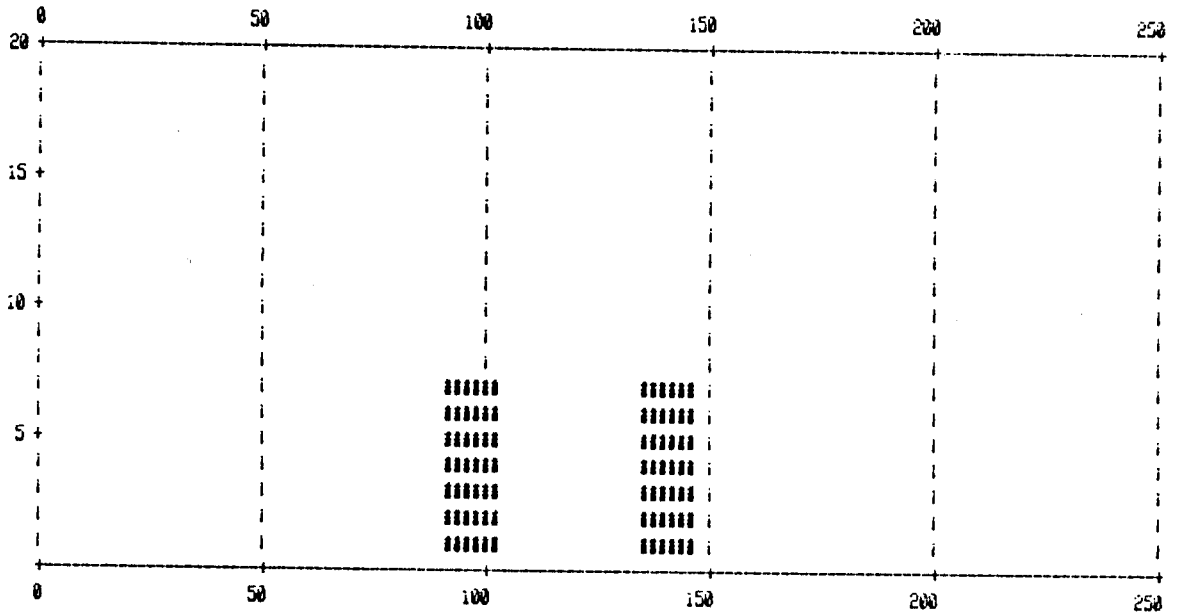


TABLO 15.17- Kaynak Profil Eğrisi (Aliminyum Ustası)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Aliminyum ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 7
 Max kaynak miktarı : 7
 Max kaynağın olduğu gün : 91
 Isın süresi : 223

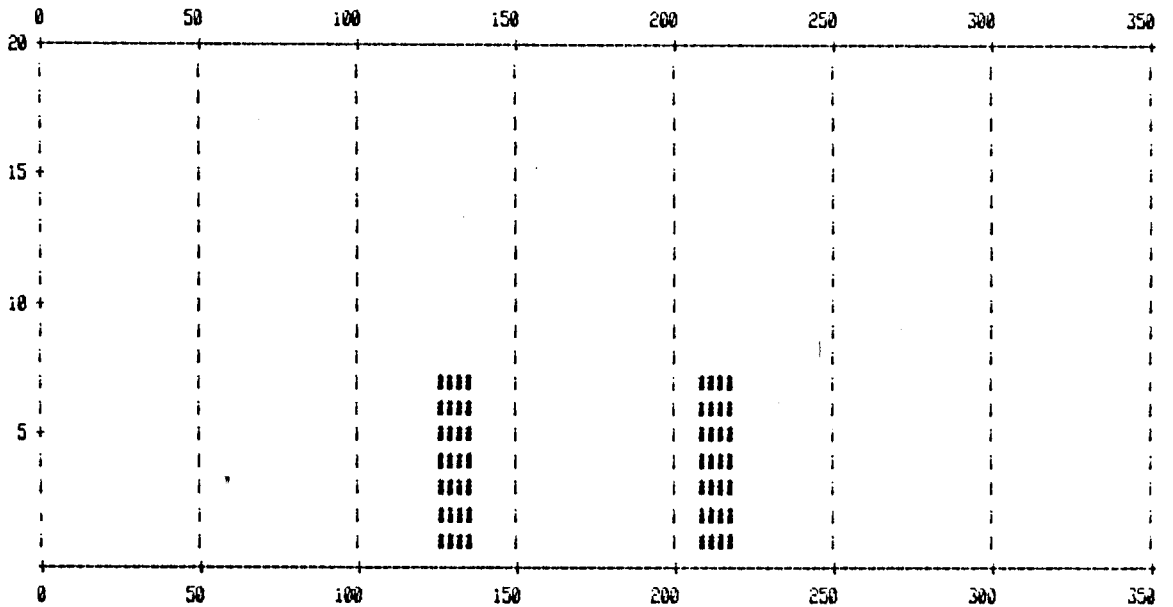
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Aliminyum ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 7
 Max kaynak miktarı : 7
 Max kaynağın olduğu gün : 123
 Isın süresi : 317

Dengelemiş durum

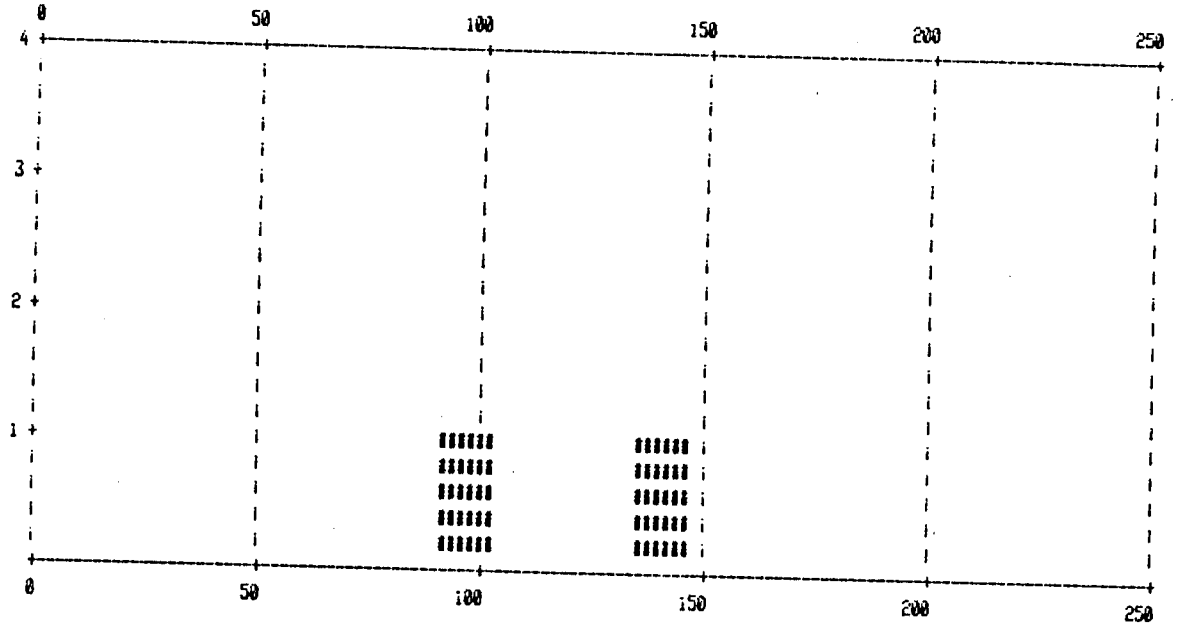


TABLO 15.18- Kaynak Profil Eğrisi (Tecrit Ustası)

KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Tecrit ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 1
 Max kaynak miktarı : 1
 Max kaynağın olduğu gün : 91
 İşin süresi : 223

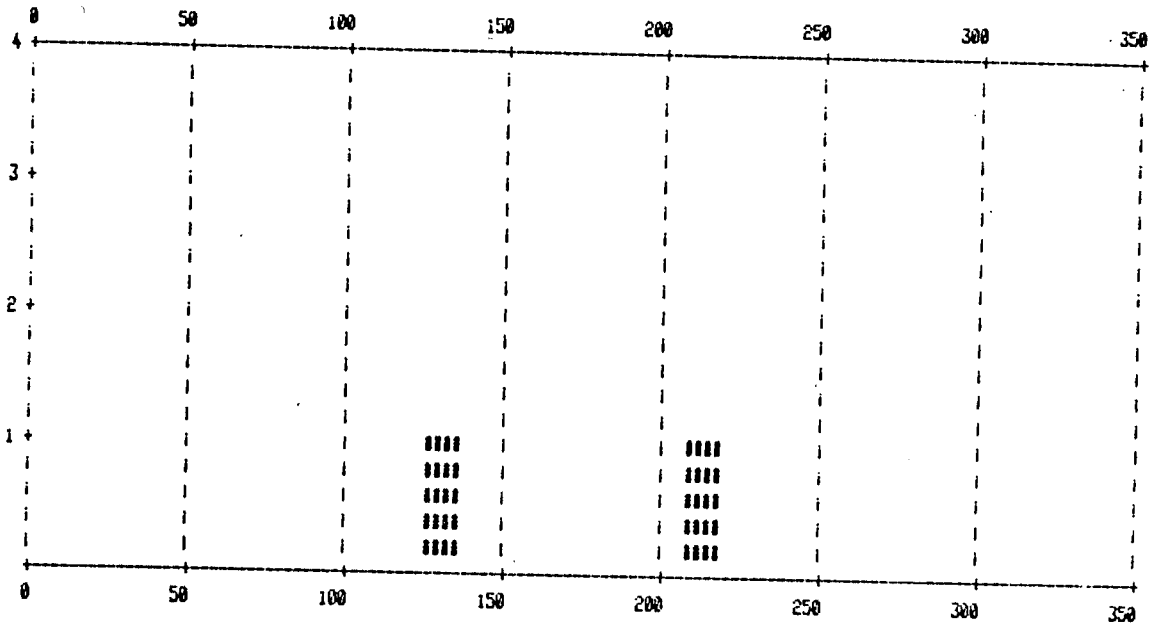
Dengelemeden önceki durum



KAYNAK PROFİL EĞRİSİ-Tecrit ustası (Ad)

Kaynak kısıtı : 1
 Max kaynak miktarı : 1
 Max kaynağın olduğu gün : 123
 İşin süresi : 317

Dengelemiş durum



TABLO 16- Kaynakların Aylık Dökümleri

Dengelemeden önceki durum

KAYNAKLAR	AYLAR								TOPLAM
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Duz isci (Ad)	584	519	479	612	548	464	474	144	3744
Donatı ustası (Ad)	76	56	32	32	0	0	0	0	196
Beton ustası (Ad)	14	36	8	8	4	0	0	0	70
Duvarcı (Ad)	0	8	36	52	59	8	0	0	163
Tuğla (#100 Ad)	0	132	594	768	891	132	0	0	2517
Cimento (Ton)	77	282	90	94	96	47	38	24	668
Demir (Ton)	82	28	20	10	0	0	0	0	140
Kum çakıl (m3)	371	966	364	375	362	167	101	60	2766
Kalıncı (Ad)	98	66	102	108	62	11	0	0	447
Sivacı (Ad)	0	0	112	122	225	243	270	120	1092
Bovacı (Ad)	0	0	0	0	0	180	300	80	560
Çamcı (Ad)	0	0	0	0	0	19	0	0	19
Doğramacı (Ad)	0	0	17	22	29	13	0	0	81
Tenekeci (Ad)	0	0	0	12	11	0	0	0	23
Kazı makinesi (Ad)	5	0	0	0	0	0	0	0	5
Kereste (#.i m3)	460	0	0	0	13	33	0	0	506
Alüminyum ustası (Ad)	0	0	0	84	77	0	0	0	161
Tecrit ustası (Ad)	0	0	0	12	11	0	0	0	23

Dengelemiş durum

KAYNAKLAR	AYLAR											TOPLAM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Duz isci (Ad)	382	342	420	372	400	328	254	384	328	372	162	3744
Donatı ustası (Ad)	68	32	32	32	16	16	0	0	0	0	0	196
Beton ustası (Ad)	0	30	20	8	4	4	4	0	0	0	0	70
Duvarcı (Ad)	0	0	18	26	40	28	24	27	0	0	0	163
Tuğla (#100 Ad)	0	0	297	429	570	462	366	393	0	0	0	2517
Cimento (Ton)	0	165	133	79	52	60	58	39	24	34	24	668
Demir (Ton)	74	8	28	20	10	0	0	0	0	0	0	140
Kum çakıl (m3)	0	795	606	328	282	232	227	157	70	89	60	2766
Kalıncı (Ad)	98	20	82	42	84	52	24	45	0	0	0	447
Sivacı (Ad)	0	0	56	88	66	96	104	196	136	230	120	1092
Bovacı (Ad)	0	0	0	0	0	0	0	50	190	210	110	560
Çamcı (Ad)	0	0	0	0	0	0	0	4	15	0	0	19
Doğramacı (Ad)	0	0	8	15	11	17	19	6	5	0	0	81
Tenekeci (Ad)	0	0	0	0	12	0	4	7	0	0	0	23
Kazı makinesi (Ad)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Kereste (#.i m3)	460	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	506
Alüminyum ustası (Ad)	0	0	0	0	84	0	28	49	0	0	0	161
Tecrit ustası (Ad)	0	0	0	0	12	0	4	7	0	0	0	23

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Weist'in önerdiği sınırlı kaynak-sınırsız süreli kaynak dengelemesi yönteminin bir bina inşaatına uygulanması şu sonuçları vermektedir.

Böyle bir dengeleme yapılmaması halinde işin süresi 223 gün iken dengeleme yapıldıktan sonra bu süre % 42 artarak 317 gün'e çıkmaktadır.

$$(317-223)/223 \approx 0,42$$

Artışın bu kadar fazla olmasının nedeni kısıt olarak bütün kaynaklar için kullanılan en fazla kaynak miktarının alınmış olması gösterilebilir. Aslında firmanın yapısına göre bu kısıtlar gerçek değerleriyle verilirse artış oranı bu denli fazla olmayacaktır.

Buna karşılık kaynak miktarındaki azalma oldukça büyük oranlara varmaktadır. Sözgelimi, işçilik için bu oran;

$$(18-51)/51 \approx 0,65$$

olmaktadır.

İşin süresinin 94 gün uzamasına karşılık max işçi miktarında 33 kişilik bir düşüş elde edilmektedir. Şantiye sosyal tesislerini v.b. tesisleri 51 kişi yerine 18 kişiye göre boyutlandırmak daha ekonomik olacaktır.

Benzer oranlar diğer kaynaklar için de verilebilir.

Yöntemin uygulamasında bir başka yarar malzemelerin seyrini izleyerek büyük firmalarda stok kontrolü problemi ne gerekli olacak verilerin elde edilebilmesi gösterilebilir.

Türkiye inşaat sektöründe yatırımın belirlenen süre de bitirilmeyip uzaması firmaya çok büyük cezalar getirmektedir. Buna karşın firmalar çoğunlukla hangi kaynağa ne miktarda ve ne zaman sahip olması gerektiği konusunda tam bir bilgisizlik ve bazen de yatırımın büyüklüğüne ve karmaşasına bağlı olarak- panik içinde olmaktadır.

Kuşkusuz yatırımın süre yönünden, çalıştırılan işçiler, makineler yönünden ve kullanılan malzemeler yönünden programa uygun olarak kontrol edilmesi de büyük yararlar sağlayacaktır. Böylece firmalar giderek, daha önce cevaplayamadıkları birim maliyetlerinin bedellerini bulabilecekler ve bu maliyetleri bir önceki maliyetlerle kontrol ederek kendilerini denetleyeceklerdir.

Teknolojideki gelişmeler göz önüne alınırsa ve serbest rekabet ortamının olduğu bir pazarda inşaat firmalarımız çalışmak zorunda kalırsa, kazançları ancak inşaatı çok iyi yönetmeleriyle mümkün olabilecektir.

Günümüzde inşaat yatırımları çok karmaşık, çok pahalı ve yoğun teknoloji gerektirmektedir. Türk mühendislerinin bilgi ve deneyim yönünden mevcut teknolojiyi yakalayabileceğini söylemek mümkündür. Ancak böylesi projelerin

mühendislerin deneyimiyle yürütülmesi artık mümkün olmamaktadır.

Tezde uygulanan yöntemin daha sonrası ne olabilir? Kuşkusuz bu sorunun cevabı uygulamayla beraber daha sağlıklı verilebilir. Literatürde önerilen kaynak kısıtına ulaşmak için işlemdeki kaynak miktarlarının azaltılması Türkiye için pratik bir değer ifade etmemektedir. Bu çözümden önce aşağıda örnekle anlatılan yaklaşım uygulamaya daha elverişlidir.

PİK'de şu 5 işlem bulunsun;

İşlemler	1	2	3	4	5
Kaynak	4	3	2	3	5

Kaynak kısıtının 11 olduğu varsayılırsa tezde kullanılan yöntemle 1., 2., 3. işlem programlanacak bu işlemlerden arta kalan 2 birimlik kısıt fazlası, 4. ve 5. işlemlerin kaynaklarından az olduğu için, bu işlemlerden herhangi birisi programlanamayacaktır. Halbuki PİK'deki işlemlerden 2., 4., ve 5. ile 1., 3. ve 5. işlemlerin kaynakları toplamı tam kaynak kısıtını vermektedir. Bu işlemlerin programlanması halinde mevcut kaynaklar daha iyi değerlendirilmiş olacaktır.

Önerilebilecek bir başka konu kapasite kullanım yüzdesindeki değişimlerin izlenmesi olabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Battersby, A., 1979, Network analysis, Unwin Brothers Limited, 332 p.
- Bayındırlık Bakanlığı, 1980, Genel fiyat analizleri, 1201 s.
- Çetmeli, E., 1972, Yatırımların planlanmasında kritik yö-
rünge (CPM) ve PERT metodları, Çağlayan Basım-
evi, İstanbul, 163 s.
- Davis, E., W., 1966, Resource allocation in project network
models a survey, The Journal Of Industrial Engi-
neering, Volume 17, No. 4, 177-188 pp.
- Davis, E., W., 1973, Project scheduling under resource
constraints-historical review and categoriza-
tion of procedures, AIIE Transactions, Volume 5,
No. 4, 297-313 p.p.
- Eyeci, Y., 1984, Birden fazla inşaatta işgücü planlaması,
Eskişehir, 104 s.
- Gülerman, A., 1970, PERT maliyet tekniği, işletmede bir
yönetim aracı olarak kullanılması, Doktora Tezi,
Ankara İ.T.İ.A. Yayınları No. 37, 147 s.
- Levin, R., I., ve Kirkpatric, C., A., 1973, PERT ve CPM
ile planlama ve denetim, O.D.T.Ü. İdari Bilim-
ler Fakültesi, Yayın no. 12, 184 s.
- Martin, W., A., 1973, Elektronik hesap makinaları ile sıra-
lama, (Çev. M. N. Yücel), İ.T.Ü. matbaası, 43 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam ediyor)

- Martino, R., L., 1965a, Proje idaresi ve kontrolu, kritik yolun bulunması, (Çev. C.C. Yalgın), Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Yayın no. 155, 142 s.
- Martino, R., L., 1965b, Proje idaresi ve kontrolu kaynakların tahsisi ve programlanması, (Çev. C.C. Yalgın, Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, 130 s.
- Martino, R., L., 1965c, Proje idaresi ve kontrolu tatbiki işletme planlaması, (Çev. C.C. Yalgın) Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, 140 s.
- Mirza, S., 1975, İşletmelerde kantitatif envanter kontrolu, Kalite matbaası, 94 s.
- Moder, J., J., 1970, Project management with CPM and PERT, Van Nostrand Reinhold Company, 360 p.
- O'Brien, J., J., 1971, CMP'in construction management project management with CPM, Mc Graw Hill, 321 p.
- Talbot, F., B., and Patterson, J., H., 1978, An efficient integer programming algorithm with network cost for solving resource-constrained scheduling problems, Management Science, Vo. 24, No. 11 1163-1174.
- Topçu, A., 1985, Sayısal ve alfanümerik vektörlerin bilgisayarla sıralama yöntemleri, A.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, No. 31, Sayı 2, 29-39.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam ediyor)

- Tosun, K., 1974, İşletme yönetimi, genel esaslar, İ.Ü. Yayın no. 1989, 485 s.
- Weist, J., D., 1967, A heuristic model for scheduling large projects with limited resources, Management Science, Vol. 13, No. 6, 359-377.
- Wright, K., W., 1985, Microcomputers increase awareness of scheduling benefits, World Construction, September, 41-45.
- Yeşilada, E., 1975, İnşaat planlamasında programlama ve kontrol teknikleri (CPM ve PERT), Bayındırlık Bakanlığı Baskı İşleri Atölyesi, 94 s.
- Yüksel, B., 1973, İnşaat planlamasında modern metodlar CPM ve PERT, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, 94 s.
- Yüksel, O., 1976, Yapı mühendisliğinde çağdaş planlama tekniklerinin (CPM-PERT) uygulanması (Betonarme projesi ve kaba inşaat planlaması), Yeterlik Tezi, Eskişehir, 108 s. (Yayımlanmamış).
- Yüksel, O., 1983, Bilimsel modellerin serimlerle (Network) geliştirilmesi ve analizi seminer notları, MPM, 152 s.
- Yüksel, O., 1986, Mikrobilgisayarlarla bir sıralama yöntemi, A.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi yayınları, Özel sayı, (Baskıda).