



ÇOKKATLI YAPILAR İÇİN DÜŞEY-DOĞRUSAL PROJE PLANLAMASI

İlker ÖZDEMİR

Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Geliş Tarihi : 01.12.1998

ÖZET

Bu makalede, doğrusal proje planlamasında ve özellikle büyük, yapımı doğrusal, maliyeti yüksek yatırımlara uygun proje izleme tekniği olan LOB'un (Denge-Devre Diyagramları) geleneksel CPM'le (Kritik Yol Yöntemi) karma bir örneği biçimindeki VPM'in (Düşey Üretim Yöntemi) yüksek binalara uygulanışı verilmeye çalışılmıştır. Bu şekilde tanıtılan yöntemin, projelere karar veren ve yapımını yöneten kişilere projelerin işlemleri, öncelik ve ardışıklıkları ile hız, yapım ve tamamlanma sürelerine karar vermede sözkonusu projelerin plan değişikliği ve düzenlenme aşamalarında yardımcı olarak yol göstermesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Proje planlaması, Zaman çizelgelemesi, Doğrusal projeler, Denge-Devre diyagramları

VERTICAL LINEAR PROJECT SCHEDULING FOR HIGH-RISE BUILDINGS

ABSTRACT

In this paper, an application to high-rise buildings of VPM (Vertical Production Method) and an example will be given which is composition of two distinct and preferable methods are CPM (Critical Path Method) that is preferring against traditional Bar-Charts or schedules especially in big and costly investments and LOB (Line of Balance) technique that is suitable for using in linear project planning. Thus, it could be expected that to show the way of the method to designer and manufacturer about subjects which are activity, priority and sequencing of high-rise project, speeds of activity and construction, completion times, to add or take out some terms to schedule at the state of project changing.

Key Words : Project planning, Time scheduling, Linear projects, Line of balance

1. GİRİŞ

İnşaat yatırımları genellikle bir kez yapılan ve yinelenen işlemi pek olmayan bir proje şeklinde tanımlanabileceği gibi, yineme işlemi çok olan yol, kanal, tünel ve çokkatlı yapı inşaatı biçimlerinde de karşımıza çıkabilmektedir. Yinelenen işlemler gökdelenlerin katlarında yada toplu konutlarda olduğu gibi bazen birbirinin aynı; baraj gövdesi inşaatları, tünel, yol ve demiryol inşaatlarında olduğu gibi bazen de birbirinden farklı karakterde olabilmektedir. Bu nedenle her yatırım türü için

uygun planlama tekniğinin kullanılması esastır (Yüksel, 1988a).

Yinelenmeyen işlemlerli projelerde ve özellikle büyük ve pahalı yatırımlarda CPM ve Kutu Diyagramlarıyla planlama, işlem süreleri belirgin olmayan yatırımlarda da PERT (Program Evaluation and Review Technique) planlaması öngörülmektedir. Yinelenen işlemlerli projelerde ise LOB ya da VPM yöntem uygulaması gerekmektedir. Rassal olayların gözönüne alındığı birtakım yatırım planlamalarında

da GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) yöntemi kullanılabilir (Özdemir, 1989).

Yinelenen tipteki projelerin planlanması çalışmaları diğer planlama türlerine göre yenidir (Yüksel, 1988b). Denge diyagramlarıyla planlanan bu tür yatırımlarda iş kalemi azdır ve yatırımın hızı kontrol edilebilmektedir.

Türkiye dışında “Doğrusal Planlama Tekniği” nin ilk uygulamaları 1940’lı yıllarda başlamıştır (Turban,1968). Yöntemin geniş kapsamlı uygulamaları ve yoğun araştırmalarını yapanlar arasında Trimble, (1968); O’Brien, (1969); Carr ve Meyer, (1974) sayılabilir.

1975’lerde çokkatlı yapıların birer yinelenen tip yatırım olduğu ve diğer az katlı bina inşaatlarından farklı özellikler gösterdiği bu yıllarda belirlenmiştir (O’Brien, 1975). 1980’e doğru benzeşim modelleri üzerinde çalışılmış (Ashley, 1980); Dinamik Programlama ve bu konuyla ilgisi derinlemesine araştırılmıştır (Selinger, 1980). Bu yıllarda Doğrusal yapı planlamasıyla ilgili olarak yapılan bazı çalışmalar ve değişik uygulamalar arasında Johnston (1981); Stradal ve Cacha (1982) ve Arditi, (1982) sayılabilir.

Son dört-beş yıl içerisinde yapılan ilgili çalışmalardan, Düşey- Doğrusal Üretim Yönteminin 1970’den sonraki gelişmelerini açıklayan araştırma (O’Brien ve ark., 1985) ile Doğrusal Çizelgeleme Yöntemi’nin karayollarına uygulama-sını içeren çalışma birer örnek teşkil etmektedir (Chrzanowski ve Johnston, 1986).

2. DOĞRUSAL PROJE PLANLAMASI

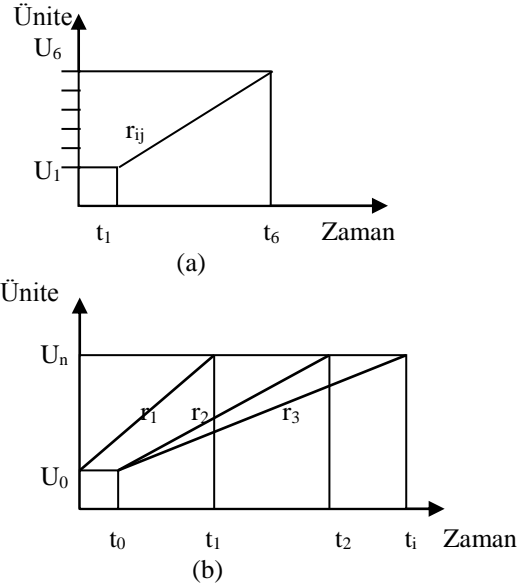
2.1. Tanımlar

Karayolu, demiryolu, kanal, toplu konut inşaatı, tünel, çokkatlı ve yüksek yapılar doğrusal projeler veya işlemleri sürekli tekrarlanan yatırımlar olarak bilinmektedir. Bu tip yatırımların planlanması ve yapım-yönetim çizelgeleri de tekil yapı projelerinin çizelgelerinden farklılık göstermektedir (Özdemir, 1989). Bazı tanımlamalar konuyu açıklamaya yardımcı olacaktır.

Akslar : İki eksenli yatırım çizelgelerinde yatay eksen süreyi (gün, hafta, ay, v. s.), düşey eksen ünite ya da birim sayısını (kat, blok, no, km., v. s.) göstermektedir.

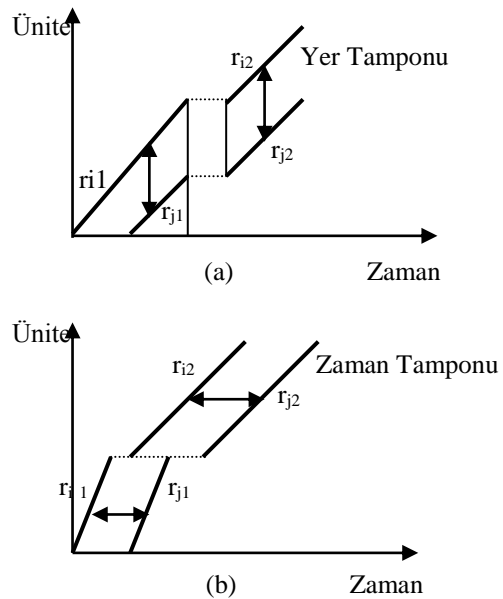
İşlem ya da Üretim Hızları : Yukarıda belirlenen koordinat takımında çizilecek her bir işleme ait üretim çizgisinin eğimi, ilgili işlemin “üretim hızını”

göstermektedir (Yüksel, 1988b). Şekil 1 a ve b’de de görüleceği gibi işlem süresi arttıkça eğimin azalacağı ya da hız arttıkça eğimin azalacağı doğaldır.



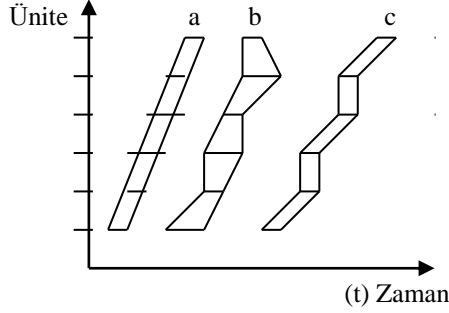
Şekil 1. İşlem gösterimi ve üretim hızları

Tamponlar : Yapım sırasında ardışık işlemler arasında bırakılan boşluklara denilmektedir. Aynı anda yapılan iki iş arasında, çalışmaların birbirini engellememesi için bırakılan boşluk ya da ünite sayısı “yer tamponu”; ardışık iki iş arasında bırakılan süre de “süre tamponu” olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2 a, b). Örneğin beton dökümü ile kalıp alma arasında minimum, asfalt serilmesi ile sıkıştırma arasında maksimum süre tamponu olmak durumundadır.



Şekil 2. İşlemler arasında yer ve zaman tamponları

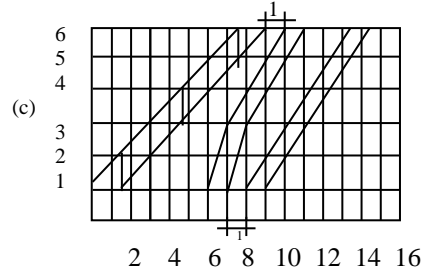
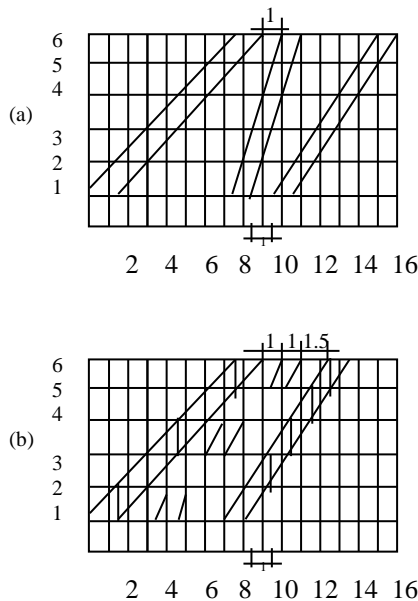
İşlem Çizim ve Gösterimleri : Yapım ve teknolojik sırasına göre işlemler ardarda ve belirli eğimlerle diyagramlarda gösterilmektedir. İşlemler sabit hızda, aynı ekip büyüklükleri ve sayılarıyla gerçekleştiriliyorsa doğrusal (Şekil 3, a); farklı zamanlarda başlatılıyor, bitiriliyor ve ara veriliyorsa kesikli ya da parçalı (Şekil 3 b, c); ekiplerde işgücü sayılarında, büyüklüklerinde değişiklikler yapılarak hızlandırılıyor ve yavaşlatılıyorsa da eğrisel veya kırık olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 3 d, e).



Şekil 3. Doğrusal, parçalı ve eğrisel işlem gösterimleri

2. 2. Yatırım Süresinin Belirlenmesi ve Kısaltılması

Önce CPM serim çizimine benzer şekilde işlemlerin en erken ve en geç başlama ve tamamlanma zamanları, bolluklar belirlenerek ünite miktarına bağlı olarak yukarıda belirtilen koordinat takımı içerisinde çizilir. Tamponlar gözönüne alınarak işlemler parçalı veya farklı eğimli hale getirilebilir. Böylece işgücü miktarı değiştirilmeden, yalnızca günlük çalışma süresi ve ekiplerde artırma veya azaltma yapılarak yatırım süresi kısaltılabilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Yatırım süresinin çeşitli şekillerde kısaltılması

Doğrusal planlamada işlem süreleri belirlenirken yapılan işin miktarı (beton ise m^3 , kalıp ise m^2 , v. b.), günlük çalışma süresi (normal, fazla çalışma, vardiya, v. b.), ekip büyüklüğü ve sayısı (işgücü, makinegücü, ek işgücü, v. b.), kiralanması veya satın alınması gibi hususlar önemli olmaktadır.

3. DÜŞEY ÜRETİM YÖNTEMİ (VPM)

3. 1. Yöntemin Mantığı

Bir kat için tüm işlemleri içeren iş programı, CPM'le çizildikten sonra temel bir katın yapım süreci belirlenmektedir. Buna bağlı olarak projenin tümünün üstyapı işlemlerinin hızı ve ritmi kattan kata tam ve tarihleriyle belirlenmekte, projenin en son teslim zamanı ortaya çıkartılmaktadır. Böylece yatayda bir kat için yapılan çalışma sistematik olarak üst katlara doğru ve amaçtan sapmadan, standart olarak yürütülmektedir. VPM olarak tanımlanan bu yöntemde tekrarlanan aynı işler daha basit ve paralel işlemler şeklinde çokkatlı yapı için ardışık şekilde kolayca izlenebilmektedir. Burada planın sürekliliği, işlem hızı ve ekip düzenlerinin değiştirilmesi, proje ilerleme hızında herhangi bir sapmanın meydana gelmemesi için gereken özenin gösterilmesi gibi hususların çok önemli olduğu belirtilmelidir.

3. 2. Yöntemde Kullanılan Teknik

Genellikle tipik birim için hazırlanan CPM Diyagramının klasik çözüm tarzı, işlemlerin erken ve geç tamamlanma sürelerinin bulunması gibi konular artık bilgisayarlarla oldukça kolay ve çabuk çözümlenebilmektedir. İşgücü, makine ve gelir gibi kısıtlı kaynakların kullanım problemlerinin çözümü için bulgusal (heuristic) bir yöntem önerilmektedir. Proje giderlerinin değişken, periyodik gelir kısıtlarını aşmaması zorunluluğu ayrı bir çözüm gerektirmekte, bu sayede eldeki para ölçüsünde malzeme alımı, imalat ve kaynak kullanımı (yönetimi) söz konusu olmaktadır (Özdemir, 1988). Burada, "Bulgusal, Sabit Kısıtlı Kaynak Kullanımı" temel yöntemine ek olarak gittikçe azalan gelir

kaynağına bağlı “Değişken Periyodik Kısıt” koşulu olarak tanımlanan yeni bir kavram kullanılmıştır (Özdemir, 1988). Yöntemin algoritması ve adımları, izleyen bölümde verilmeye çalışılmıştır.

3. 3. Matematiksel Tanımlama

Doğrusal bir planlamada n adet çizgi (1,2,...,i,...n) sırasıyla oluşturularak işlemler ardışık belirlenmektedir. Her çizgi;

(i,1), (i,2),..., (i,j),..., (i,m) ile gösterilen m adet işlemleri kapsamaktadır. İşgücü ya da makinegücü gereksinimi de herbir (i,j) işlemi için w_{ij} ile, kaynak miktarları da r_i ile belirlenmekte; bu kesikli değişkenler (1) eşitliğindeki gibi;

$$r_i = r_i^{(1)}, r_i^{(2)}, r_i^{(3)}, \dots, r_i^{(i)} ; i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

gösterilebilmektedir. (i,j) işleminin süresi ise (2) eşitliğindeki gibi;

$$d(i, j) = k_i \frac{W(i, j)}{r_i}, i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

belirtilebilmektedir. Burada k_i dönüşüm katsayısı olup ekiplerin günlük çalışma saatlerine bağlı olarak w ve d parametreleriyle değişen bir faktördür. (2) eşitliği aşağıdaki gibi (3) biçiminde de yazılabilmektedir:

$$f(i, j) = s(i, j) + k_i \frac{W(i, j)}{r_i}; i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Burada $f(i, j)$ işlemin başlama, $s(i, j)$ de bitiş zamanlarını göstermektedir. Süreklilik denklemi olarak yazılırsa (4) nolu eşitlikteki gibi düzenlenebilir:

$$s(i, j) = f(i, j-1) ; i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

Herbir (i, j) ve (i-1, j) işlemi bir boş $P(i, j)$ kümesinin elemanı olmak üzere işlemlerin bitme – başlama, başlama – başlama ve bitme – bitme ilişkilerine göre çeşitli eşitsizlikler şeklinde ifade edilebilmektedir. e (i-1, j) (i, j) iki işlem arasındaki başlama ya da bitiş en küçük zaman aralığı olmak üzere (5,6 ve 7) eşitliklerindeki gibi;

$$s(i, j) \geq f(i-1, j) + \epsilon_{(i-1, j)(i, j)} \quad (5)$$

$$s(i, j) \geq s(i-1, j) + \epsilon_{(i-1, j)(i, j)} \quad (6)$$

$$f(i, j) \geq f(i-1, j) + \epsilon_{(i-1, j)(i, j)} \quad (7)$$

ifade edilebilmektedir. Bu eşitlikler, işlemlerin başlama ya da bitiş zamanlarını tanımlamaktadır. Genel olarak projenin ilk işleminin başlama zamanı (8) eşitliğindeki gibi;

$$S_{(1, 1)} = 0 \quad (8)$$

alınabilmekte, toplam inşaat süresi de (9) eşitliğindeki gibi;

$$T = f_{(n, mn)} \quad (9)$$

Eşitliğin enküçüklenmesi ile bulunabilmektedir.

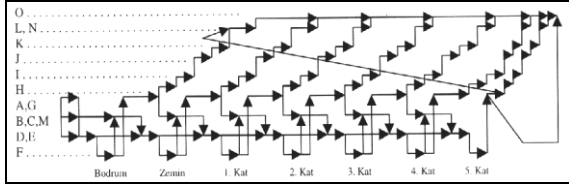
3. 4. Algoritmanın Adımları

Yöntem için belirlenen algoritmanın adımları şu sırayla izlenebilmektedir:

- Adım 1 : Ardışık olarak ve teknolojik yapım sırasına göre proje işlemleri sıralanır. Eğer işlem no'ları veri listesinde karışık olarak girilmişse bunlar sıralamaya göre değiştirilir.
- Adım 2 : İlk işlem başlangıç tarihi; $[D_{(i, 1)} = 0]$ alınır, Adım 4'e gidilir.
- Adım 3 : İşlem no'su bir artırılır $i = i + 1$
- Adım 4 : İşlemlerde kullanılan kaynak miktarları, dolaylı ve dolaysız işçilik giderleri, toplam işlem maliyetleri ve buna karşı gelen günlük nakit gereksinimi; analiz, rayiç, metraj ve şartnamelere göre hesaplanır.
- Adım 5 : İşlemin en erken ve en geç başlama ve tamamlanma zamanları, toplam bolluğu ve buna bağlı toplam işlem süresi belirlenir.
- Adım 6 : İşleme ait toplam gerekli nakit miktarı işlem süresine bölünerek günlük gider bulunur. İşlem eğimleri nedeniyle program şemasında çıkan günlük giderler kümülatif olarak alınıp kaydedilir.
- Adım 7 : Son işleme ait hesaplama tamamlanmışsa Adım 8'e, değilse Adım 3'e gidilir.
- Adım 8 : Günlük giderler toplamından yatırımın tamamına ait dolaylı ve dolaysız giderler bulunur. Başlangıçta öngörülen “Proje Tamamlanma Süresi” aşıyorsa gecikmeye bağlı “Ceza Giderleri” hesaplanarak “Yatırım Toplam Gideri” elde edilir.
- Adım 9 : Son işlemde geriye doğru süresi kısaltılabilecek belirli bolluğa sahip işlemler listelenerek Adım 2'ye geçilir. İlk işleme kadar tarama yapılmışsa izleyen adımlara devam edilir.
- Adım 10 : Hesaplanan toplam yatırım süresinde ilk belirlenen süreye göre bir azalma olmuşsa Adım 2'den itibaren yöntem tekrarlanarak devam edilir; sürede bir değişiklik olmamış ya da artma meydana gelmişse bir önce belirlenmiş olan süre ve önceki mali-yet değeri esas alınır.
- Adım 11 : Projenin “Toplam Dolaysız, Dolaylı, Ceza ve Üretim Genel Giderleri” hesaplanarak yazılır. Algoritma sona erer.

4. ÖRNEK BİR VPM UYGULAMASI

Yedişer kattan oluşan üç bloklu, betonarme bir toplu konut projesi için örnek doğrusal üretim yöntemi uygulaması yapılmıştır. Her üç blok da tip projeye sahip olduğu için yalnızca birine ait CPM Serimi hazırlanmış ve diğer bloklar için yalnız işlemlerinin başlama ve bitiş süreleri ortak çizelgede gösterilmiştir. Yöntemin uygulanması, tek bloktan oluşan 21 katlı bir binanın planlamasının aynısıdır. Burada fark, 2 ve 3 no'lu blokların hafriyat ve temel işlemlerinin gözönüne alınmamasıdır (Şekil 5).



Şekil 5. Örnek projeye ait bir blok CPM Serimi

Diyagramda belirtilen işlemlerin tanımları :

A: Hafriyat; B : İskele, kalıp hazırlık; C : İskele, kalıp yerleştirme

D : Donatı hazırlık; E : Donatı yerleştirme ; F : Beton dökümü ;
G : Kalıp sökülmesi ; H : Duvar örme ; I : Sıva yapılması ;
J : Döşeme kaplaması ; K : Doğrama yapılması ;
L : İş iskelesi, dış sıva ; M : Çatı yapılması ;
N : Cam takılması ;
O : Boya yapılması ;

Örnek konut projesi bir kooperatif inşaatı olduğundan gelirler toplamı her ay üyelere alman ödentiler, giderler ise imalatların toplam metrajlara oranı olan “pursantajlarla” yapılmaktadır. İnşaat imalatları taşeron firmalara “Götürü Usul” kullanılarak Yönetim Kurulu’na yaptırılmaktadır.

Başlangıçta yapım süresince kullanılacak tüm ekipler (kalıp, demir, beton, duvar, v. b...) büyüklük olarak belirlenmiş ve sabit alınmıştır. İnşaatın tüm işlemleri için 17 ekip belirlenmiş; bunlardan 6’sı periyodik (malzeme ve giderler), 11’i de sabit (işgücü ve makine) olmak üzere kaynakların dağılımı ve kullanımına karar verilmiştir (Özdemir, 1988).

Kaynak kullanımından sonra her blok ve kat için işlemlerin başlama ve bitiş süreleri gün olarak (Tablo 1)’de verilmiştir.

Tablo 1. Her Üç Blok İçin İşlemlerin Başlama ve Bitiş Zamanları

BL/İŞL	Bod.+Te.	Zemin	1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat
I/A	0-2	---	---	---	---	---	---
I/B	---	11-14	43-46	61-64	107-110	137-140	158-161
I/C	0-11	32-40	50-58	96-106	127-135	150-158	175-185
I/D	0-6	20-22	45-47	92-94	124-126	138-140	162-164
I/E	11-19	40-43	63-66	106-109	135-138	159-162	185-188
I/F	19-27	43-45	90-92	120-122	141-143	168-170	196-198
I/G	37-42	55-60	102-107	132-137	153-158	180-185	208-213
I/H	45-52	63-67	107-111	137-141	159-163	187-191	217-221
I/I	52-62	94-104	124-134	171-181	200-210	218-228	288-298
I/J	62-70	160-168	180-188	217-225	270-278	300-308	313-321
I/K	94-95	170-171	188-189	225-226	278-279	308-309	321-322
I/L	---	---	---	---	---	---	225-239
I/M	---	---	---	---	---	---	208-217
I/N	239-240	240-241	241-242	243-244	279-280	309-310	322-323
I/O	240-246	252-258	278-284	276-302	314-320	332-338	350-356
II/A	4-6	---	---	---	---	---	---
II/B	---	14-17	56-59	92-95	120-123	142-145	172-175
II/C	0-11	40-48	66-74	104-112	133-141	162-170	182-190
II/D	0-6	22-24	51-53	93-95	125-126	150-152	173-175
II/E	12-20	48-51	90-93	112-115	143-146	170-173	190-193
II/F	27-35	59-61	96-98	122-124	155-157	175-177	198-200
II/G	45-50	71-76	108-113	134-139	167-172	188-192	210-215
II/H	52-59	98-102	120-124	143-147	183-187	192-196	221-225
II/I	59-69	124-134	143-153	170-180	189-199	252-262	278-288
II/J	102-110	153-161	181-189	210-218	270-278	305-313	316-324
II/K	110-111	161-162	189-190	218-219	278-279	313-314	324-325
II/L	---	---	---	---	---	---	228-242
II/M	---	---	---	---	---	---	229-238
II/N	242-243	244-245	245-246	246-247	280-281	314-315	325-326
II/O	246-252	266-272	284-290	302-308	320-326	338-344	356-362
III/A	2-4	---	---	---	---	---	---
III/B	---	22-25	58-61	98-101	128-131	150-153	174-177
III/C	11-22	48-56	90-98	120-128	140-148	164-172	185-193
III/D	6-12	32-34	63-65	101-103	133-135	153-155	179-181
III/E	24-32	56-59	98-101	128-131	150-153	172-175	193-196
III/F	35-43	61-63	103-105	131-133	157-159	177-179	200-202
III/G	53-58	73-78	115-120	143-148	169-174	189-194	212-217
III/H	67-74	92-96	124-128	150-154	179-183	176-200	225-229
III/I	92-102	105-115	134-144	161-171	199-209	242-252	286-296
III/J	134-142	152-160	188-196	209-217	278-286	297-305	308-316
III/K	152-153	160-161	202-203	217-218	286-287	305-306	316-317
III/L	---	---	---	---	---	---	239-253
III/M	---	---	---	---	---	---	238-247
III/N	253-254	254-255	255-256	256-257	287-288	306-307	317-318
III/O	258-264	272-278	290-296	308-314	326-332	344-350	362-368

5. SONUÇ

Genellikle CPM ile planlamada tekrarlanan işlemlerin tekdüzeliği ve yatırım planının aynı özellikleri göstermesi, projeyi bir noktadan sonra durağanlığa itmekte ve giderek hata yapma eğilimini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca gereğinden fazla yinelenmeler, hesap-yoğun çizimler, tablo ve yazılımlar da süreyi ve proje içeriğini oldukça artırmaktadır.

Düşey-Doğrusal Planlama olarak içeriği tanımlanan ve CPM ilkelerinden hareketle oluşturulmuş, denetimi kolay olan bu tekniğin özellikle çokkatlı bina yapımı, bu tür yapıların yapım hızı ve tamamlanma sürelerinin denetimi gibi önemli hususları geniş ölçüde yerine getirdiği rahatlıkla söylenebilir. Diğer doğrusal projelerde ve önem arzeden yapılarda diğer benzer planlama ve denetim teknikleri yerine süratle ve kolayca uygulanabilmektedir. Yalnız proje hızı ve işlemlerin gerçekleşme gün ve tarihlerini denetleyen bu yöntem, gerek plancının gerekse proje yöneticisinin uyum sağlaması kolay olmakta, uygulama eğitimi de fazla zaman almamaktadır. Günümüzde kamu ve özel sektörde bu tür yatırım projeleri için tanımı verilen bu yöntemle proje yapım ve denetim koşulları aranmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Arditi, D. 1982. Yapı Kesiminde Denge Diyagramları, TBTA VII. Bilim Kongresi Mühendislik Araştırma Grubu, Ankara, No:528, 397-410.

Ashley, D. B. 1980. Simulation of Repetitive-Unit Construction, Journal of the Construction Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 106 (Co2), June, 185-194.

Carr, R. I., Meyer, W. L. 1974. Planning Construction of Repetitive Building Units, Journal of the Construction Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 100 (Co3), September, 403-412.

Chrzanowski, E. D., Johnston, D. W. 1986. Application of Linear Scheduling, Journal of Construction Engineering, 112 (4), December, 476-491.

Johnston, D.W. 1981. Linear Scheduling Method for Highway Construction, Journal of the Construction

Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 107 (Co2), June, 247-261.

O'Brien, J. J. 1969. Scheduling Handbook, Mc Graw-Hill Book Co. Ltd., New York, 246-255.

O'Brien, J. J. 1975. VPM Scheduling for High-Rise Building, Journal of the Construction Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 101 (Co4), December, 895-905.

O'Brien, J. J., Kreitzberg, F.C., Mikes, W.F. 1985. Network Scheduling Variations for Repetitive Work, Journal of Construction Engineering and Management, 111(2), June, 105-106.

Özdemir, İ. 1988. Ödemelerin Periyodik ve Değişken, İşgücü ve Makinegücünün Sabit Olduğu Yatırımlarda En Uygun Tamamlanma Süresinin Bulunması, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (yayınlanmamış), Eskişehir, Mart 1988, 38-95.

Özdemir, İ. 1989. "Çokkatlı Yapılar İçin Düşey-Doğrusal Proje Planlaması", **İTÜ Mimarlık Fakültesi Yüksek Binalar 1. Ulusal Sempozyumu**, İstanbul, 1-3 Kasım 1989, 157-165.

Selinger, S. 1980. Construction Planning for Linear Projects, Journal of the Construction Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 106 (Co2), June, 195-205.

Stradal, O., Cacha, J. 1982. Time Space Scheduling Method, Journal of the Construction Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 108 (Co3), September, 445-457.

Trimble, E. G. 1968. Programming House Building by Line of Balance, The National Building Agency, NBA, 24 sa., London.

Turban, E. 1968. The Line of Balance- A Management by expectation Tool, The Journal of Industrial Engineering Vol.XIX, No:9, September, 440-448.

Yüksel, O. 1988a. "Planlama Açısından Yatırımların Sınıflandırılması", **TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası IX. Teknik Kongresi**, 9 sa., Ekim 1988, Ankara.

Yüksel, O. 1988b. "Yinelenen Tipteki Projelerin Planlamasına Genel Bakış", **TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası IX. Teknik Kongresi**, 11 sa., Ekim 1988, Ankara.