



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

İnşaat Projelerinin Ağ Diyagramlarıyla Planlanmasında Süre-Maliyet Değişimlerinin Teknoloji Kullanımı Orijininde Analizi

Latif Onur UĞUR^{a,*}, Hakan POLAT^b, Ümran PEHLİVAN^a

^a İnşaat Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

^b Mimarlık Bölümü, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: latifugur@duzce.edu.tr

ÖZET

Büyük bir hızla gelişen dünyada verimli yatırımların hayata geçirilebilmesi için yalnızca fizibilite ve teknik uygulamalar konularının değil planlama ve maliyet yönetimi çalışmalarının da önemi giderek artmaktadır. Bu çalışmada Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) tarafından yapım ihalesi gerçekleştirilen bir toplu konut projesinin farklı planlama-maliyet ilişkileri araştırılmıştır. Bu amaçla metraj ve keşfi çıkartılan projenin sözleşme süresi esas alınarak ve ağ diyagramı (CPM) kullanılarak iş programı yapılmıştır. Bunun ardından proje tamamlanma süresi farklı miktarlarda kısaltılarak alternatif CPM planlamaları yapılmıştır. Süre kısaltımları kritik faaliyetlerde yeni teknolojik uygulamalar yapılması esasına göre düzenlenmiştir. Her alternatif proje planı için aylık imalatlar ve istihkak bedelleri hesaplanmış, Net Bugünkü Değer (NBD) yöntemi ile baz proje teslim tarihine taşınmıştır. Proje süre kısaltımlarının getireceği ek maliyetler teknoloji kullanımının maliyetleri olarak hesaplara yansıtılırken, birim kısaltma süresine karşılık gelen tasarruf miktarları da genel giderlerdeki azalmaya eşit kabul edilmiştir. Çalışmanın sonucunda; sözleşme süresi olan 18 aylık zaman değil, 16 aylık faaliyet süresi ekonomik olarak en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Yazarlar, orta ve büyük ölçekli yapım projelerinin ihalelerinden önce, süre-maliyet etütlerinin yapılmasının minimum maliyetli imalatların gerçekleştirilerek; gerek ülke gerek yapım firmaları bazında optimum çözümler için anahtar nitelik taşıdığı hususunun altını çizerler.

Anahtar Kelimeler: Proje planlama, Yapı maliyeti, Kritik Yörünge Metodu (CPM), Net Bugünkü Değer Yöntemi (NBD)

The Analysis of Time-Cost Changes in Planning of Construction Projects by Network Diagrams in Technology Use Origin

ABSTRACT

In the developing World rapidly, not only feasibility and technical implemmentation but also planning and cost management effort shave an increasing importance. In this study, varied cost-planing construction procurement of hous ing development Project scarried out by Prime Ministry Development (Toki), were investigated. For this purpose, work program reviewed based on the contractual time of Project which has quantity and estimation and byusing network diagram. After that, alternative CPM plannings were obtained by reducing different proportion of time. Reducing of time edited according to the basis of new technological applications. For each alternative

Project plan, montly manufacture and ration costs were calculated, base Project has been moved to date of delivery by net present value (NPV) method. Additional costs of reducing Project time were reflected as costs of technology, also conserve a mount scorres ponds to the reduction unit time, were adoptedequal tothe eduction of expense.As a result of study; 16 month soperating period has been identified as the most economically option,

not 18 months time of contract. The author semphasise that; prior to the procurement of medium and large scale construction projects, performing time-cost studies has a key at tribute for optimum solutions both national and construction companies, because performing time-cost studies provides minimum cost of production.

Keywords: *Project planning, Construction cost, Instructions of the Critical Method(CPM), Net Present Value Method (NPV)*

I. GİRİŞ

Bir işin optimal süre ve maliyette gerçekleştirilebilmesi için bütün tarafların (mal sahibi, yüklenici, malzeme satıcıları, resmi kuruluşlar vb.) ve çalışanların (mühendis, mimar vb.) süre, yer, kapasite ve maliyetler açısından, iç ve dış sınır koşulları karşısında, zamana bağlı olarak koordine edilmesi işi planlama olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle, planlama yapılacak olan imalatları tercih ve fiziksel sıra göz önünde tutularak önem sırasına koyma işidir. Bunlar;

1. Fiziksel Sıra: Bir imalatın başlamasının diğer bir imalatın tamamlanmasına bağlı olmasından doğan sıradır.
2. Tercih Sıra: Bir imalatın başlamasının diğer bir imalatın tamamlanmasına bağlı olmamasına rağmen özel gerekçelere bağlı olarak yapılan, imalatın daha sağlıklı yürümesini sağlayan sıradır [1].

Kararların doğru alınması ve bu kararlara ilişkin faaliyetlerin doğru yürütülebilmesi için mutlaka en uygun planlamanın yapılması gerekmektedir. Planlama yapılmadığı takdirde ortaya çıkabilecek fırsatları veya tehlikeleri görmek mümkün değildir. Ayrıca ilerleyen zamanlarda ortaya çıkabilecek problemleri çözmek için gerekli önlemlerin bir kısmı alınamayacaktır.

Projede hangi işin ne zaman yapılacağı, o işte kaç işçinin çalışacağı, bu kişilerin ne kadar zaman aralıklarıyla çalışacakları, makine-ekipmanların sayısı; kısaca inşaat projesinin başlangıcından bitişine kadar olabilecek en küçük adım dahil tüm adımların zamanlandırılması gerekmektedir.

Proje kontrolü, projedeki faaliyetlerin durumunu değerlendirmek, projenin durumunu planlanan durumla karşılaştırmak ve eğer gerekiyorsa düzeltici önlemler almak için yapılan faaliyetlerdir. Proje kontrolü sayesinde projenin yürütülmesi sırasında sorun yaratabilecek, kritik veya yarı kritik faaliyetler üzerinde yoğunlaşmak mümkün olur [2].

Bir projenin yatırım planlaması yapılırken; farklı koşullara göre farklı planlamaların yapılması ve her planlamanın zaman, kaynak ve maliyet analizlerinin yapılarak en rasyonel olanın tercih edilmesi en uygun yol olacaktır [3].

Bir proje belirli bir başlangıcı ve belirli bir sonu olan, kuruluş gagesine varabilmesi için tamamlanması gereken birbirinden ayrı fakat birbirleriyle ilgili ve birbirlerine bağlı, bir veya birkaç kaynak kullanan faaliyetleri bulunan bir iş veya projedir [4].

Doğru kararların alınması ve buna uygun faaliyetlerin yürütülebilmesi için projelerin mutlaka planlama aşamasından geçmesi gerekmektedir. Planlama yapılmadığı takdirde gelecekteki fırsatları ve tehlikeleri görmek mümkün olmayacağından, bu konuda gerekli önlemler de alınamayacaktır [5].

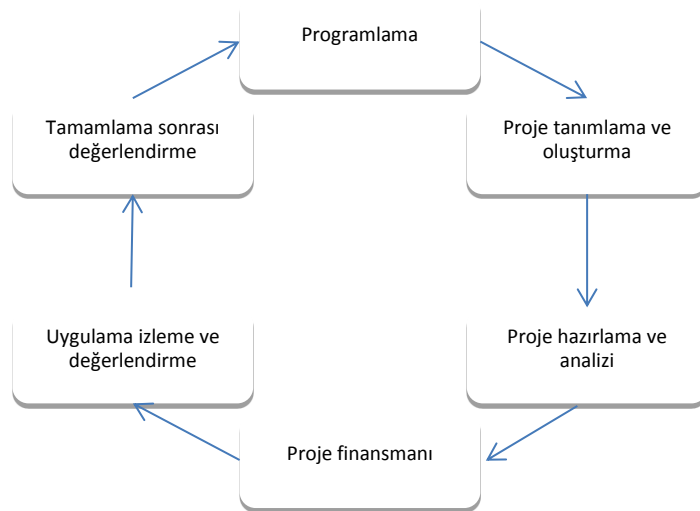
Neyin, niçin, nasıl ve ne zaman yapılacağını tanımlayan, projedeki işlerin yürütülmesini ve projedeki çalışanların yönetimini sağlayan planlama çalışmaları yapılmaksızın, projenin başarılı bir şekilde yürütülmesi ve sonuçlandırılması mümkün değildir. Proje planının geliştirilmesinde, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, proje zaman cetvelinin hazırlanması ve proje bütçesinin çıkarılması en önemli çalışmalar arasındadır [6].

Yönetimlerde simülasyon yaklaşımlarının geniş olarak kullanılmasına rağmen, özellikle inşaat mühendisliği ve yönetimi için maliyet tahmini amaçlı, sürekli simülasyon modelleri, yeterince keşfedilmemiş kalmaktadır. Chou, kendi geliştirdiği algoritmalar ve bir elektronik tablo-eklentisi programı kullanarak, bu konudaki bütçe tahsisi için bir erken evre maliyet dağılımı oluşturmak amaçlı bir çalışma yapmıştır. Burada örnek çalışma verisi olarak eski inşaat projeleri verilerini kullanmıştır. Çalışması kavramsal maliyet aralığı tahminleri için simülasyon yapı taşlarından bir dizi inceleme içeren kapsamlı rassal süreçler sunmaktadır [7].

Proje yönetimi, gelecekteki taahhüt ve onun gerçekleşmesi eylemini öngören ikili bir sorunu ortaya çıkarmaktadır [8].

Eğer bir inşaat projesi başarılı değilse; düşük performans, zaman gecikmeleri, maliyet aşımı ve kalite kusuru sorunları ortaya çıkar [9].

Planlama süreci; planın hazırlanması, uygulanması ve uygulamasının izlenmesi /değerlendirilmesi biçiminde üç aşamadan oluşur. Proje planlama sürecini oluşturan bu aşamalar, mantıksal bir dizi izlemekte ve bazen geriye dönüşümlü olarak çalışmakta yani bir döngü oluşturmaktadır. Birbiriyle sıkı bir biçimde ilişkili olan ve bütünsel olarak da ele alınması gereken bu aşamalardan herhangi birinin gözden uzak tutulması, tutarlı ve doğru kararlar alınmasını güçleştirir. Dolayısıyla bu aşamaların birinden ötekine geçiş, kesin ve açık bir karara dayanmalıdır. Proje döngüsünü oluşturan bu aşamalar altı ana başlık altında toplanabilir [10].



Şekil 1. Proje Döngüsünü Oluşturan Aşamalar

Kaynak analizlerinde nakit paranın çoğu da çoğu zaman kısıtlayıcı bir kaynak oluşturabileceği unutulmamalıdır. Nakit akışının ve gelir/gider durumunun bilinmesi, nakit sıkıntılarının oluşacağı zamanlarında önceden saptanması ve gerekli önlemlerin zamanında alınması son derece önemlidir.

Bunun için kritik yörünge dışındaki bazı eylemlerin nakit durumuna göre de ayarlanması ilk akla gelen çözümlerden biridir. Nakit sıkıntısı oluşması beklenen sürelerde genel olarak nakit girişini arttırıcı, nakit çıkışını azaltıcı bazı önlemlerin alınması gerektiği açıktır. Bu tür ayarlamalarla çözümlenemeyecek nakit açıklarının söz konusu olduğu durumlarda, kredi almak veya başka kaynaklardan bu açığı kapatmak yoluna gidilir.

Bu çalışmada inşaat projesinin planlamasını gerçekleştirirken amaç; teknolojiden yararlanarak proje süresini kısaltmanın sağlayacağı parasal kazanç yada kaybı açık bir şekilde görmektir. Bunun için Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) tarafından yapım ihalesi gerçekleştirilen bir toplu konut projesinin farklı planlama-maliyet ilişkileri araştırılmıştır. Bu amaçla metraj ve keşfi çıkartılan projenin sözleşme süresi esas alınarak ve ağ diyagramı (CPM) kullanılarak iş programı yapılmıştır. Bunun ardından proje tamamlanma süresi farklı miktarlarda kısaltılarak alternatif CPM planlamaları yapılmıştır. Süre kısaltımları kritik faaliyetlerde yeni teknolojik uygulamalar yapılması esasına göre düzenlenmiştir. Her alternatif proje planı için aylık imalatlar ve istihkak bedelleri hesaplanmış, Net Bugünkü Değer (NBD) yöntemi ile baz proje teslim tarihine taşınmıştır. Proje süre kısaltımlarının getireceği ek maliyetler teknoloji kullanımının maliyetleri olarak hesaplara yansıtılırken, birim kısaltma süresine karşılık gelen tasarruf miktarları da genel giderlerdeki azalmaya eşit kabul edilmiştir. Bu suretle söz konusu projenin ekonomik olarak tamamlanabileceği en uygun süre etüt edilmiştir.

II. MATERYAL ve METOD

A. MATERYAL

Bu çalışma esnasında proje ve planlamaların yapıldığı TOKİ projesinin, B Tipi Bloklarının projeleri kullanılmıştır. Bu projenin planlaması (serim yapılması, öncelik sonralık ilişkilerinin tespiti, CPM ve Gantt diyagramlarının oluşturulması, kritik faaliyetlerin belirlenmesi vb.) Microsoft Project programı ile yapılmıştır. Projenin süreci boyunca kullanılacak olan imalat kalemleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2014 yılı birim fiyatları baz alınarak hesaplar yapılmıştır. Maliyet hesapları ve grafikler yapılırken Microsoft Office programlarından yararlanılmıştır.

B.METOD

Bu amaçla metraj ve keşfi çıkartılan projenin sözleşme süresi esas alınarak ve ağ diyagramı (CPM) kullanılarak iş programı yapılmıştır. Bunun ardından proje tamamlanma süresi farklı miktarlarda kısaltılarak alternatif CPM planlamaları yapılmıştır. Süre kısaltımları kritik faaliyetlerde yeni teknolojik uygulamalar yapılması esasına göre düzenlenmiştir. Her alternatif proje planı için aylık imalatlar ve istihkak bedelleri hesaplanmış, Net Bugünkü Değer (NBD) yöntemi ile baz proje teslim tarihine taşınmıştır. Proje süre kısaltımlarının getireceği ek maliyetler teknoloji kullanımının maliyetleri olarak hesaplara yansıtılırken, birim kısaltma süresine karşılık gelen tasarruf miktarları da genel giderlerdeki azalmaya eşit kabul edilmiştir.

Bu çalışmada inşaat projesinin planlamasını gerçekleştirirken amaç; teknolojiden yararlanarak proje süresini kısaltmanın sağlayacağı parasal kazanç yada kaybı açık bir şekilde görmektir. Çalışmada

planlama önce ihale dokümanlarında belirtilen 18 aylık süreye göre yapılmış ve teknolojiiden yararlanılmamıştır. Sonrasında 17,16 ve 15 aylık süreler için kritik yörünge üzerindeki teknoloji kullanılabilcek faaliyetler belirlenip o imalat kalemlerinde hızlandırmalar/ kısaltmalar yapılmış ve maliyetler her hal için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Sonuçta elde edilecek parasal kazanımlar belirlenmiştir.

III. UYGULAMA

Bu çalışmada 18, 17, 16 ve 15 aylık süre kısaltımları için teknoloji kullanılan faaliyetlerin kısaltılmasından yola çıkılarak yapılan iş programı sonucu ortaya çıkan maliyetlerin, aylık giderler (işçinin yemek sigorta vs.) de hesaplanarak sonuçların kar yada zarar olanaklarının gözden geçirilmesi hedef alınmıştır. Bu da yapılan iki ayrı planlamaya göre proje maliyeti arasındaki fiyat farkının; aylık enflasyona göre faiz getirisinin karşılaştırılmasını sağlayacaktır. Teknoloji kullanımının proje ve planlama sorumlularına getirisinin olup olmadığının açık bir şekilde görülmesini sağlar. Bu şekilde projenin nasıl yürütüleceği konusunda planlama uzmanlarının iş sürecini daha kolay izlenmesi konusunda yardımcı olur. Bu doğrultuda eğer teknoloji kullanmak projenin yönetimi esnasında herhangi bir kâr sağlamıyorsa hatta daha fazla maliyetli oluyorsa bu durumun düzeltilmesini gerektirecektir. Örneğin; sıva yapılırken işçinin elle sıva yapması yerine sıvamatik kullanması zamandan kazandırabilir, işçi giderlerini zamandan dolayı azaltabilir fakat sıvamatik kullanım maliyeti bu kazanımı fazlasıyla götürüyorsa bu durum düzeltilmelidir. Buda proje sürecinde karşılaşılabilecek maliyet olanaklarının göz önünde bulundurulmasını ve projenin sürecinin bu sonuçlar doğrultusunda yürütülmesini sağlayacaktır.

Proje Planlama TOKİ'nin B tipi konutları baz alınarak yapılmıştır. Öncelikle 18 aylık iş planı yapılmış ve kritik yörünge üzerinde bulunana faaliyetlerden teknoloji kullanılabilcek iş kalemleri kısaltılarak üzerinden 17, 16ve 15 aya düşürülmüştür.

Çizelge 1.' de 63 adet iş kaleminin, B tipi bir blok için hesaplanan metraj miktarları ve 2014 yılı birim fiyatları çarpılarak toplam maliyet değeri (1.442.752,21 TL) bulunmuştur. Bu maliyet, işin ihale ilanında belirtilen 18 aylık sürede bitmesine karşılık gelen paradır.

Çizelge 1. B Tipi Bir Blok İçin Metraj ve Keşif

<i>Sıra No</i>	<i>Yapılan İş Tanımı</i>	<i>Birim Fiyat (TL)</i>	<i>Miktar</i>	<i>Birim</i>	<i>Maliyet</i>
1	Makine ile sert ve küskülük zeminin kazılması (Serbest Kazı)	4,30	1227,49	m ³	5278,21
2	Temel tabanına el ile tuvenan kum çakıl serilmesi ve sıkıştırılması	27,04	135,15	M ³	3654,46
3	Dolgunun elle tokmaklanarak sıkıştırılması	7,11	226,61	M ³	1611,20
4	200 kg çimento dozlu tesviye tabakası yapılması	8,74	3443,31	M ²	30094,53
5	3mm kalınlıkta plastomer esaslı polyester keçe taş. Pol.bit.ört.iki kat. Su yalıtımı yapılması	27,13	938,31	M ²	25456,35

6	250 dozlu demirsiz beton	156,63	27,88	M ³	4366,84
7	ø 8-12 mm ince nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	1905,86	61,65	t	117488,65
8	ø 14-28 mm kalın nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	1878,43	75,82	t	142430,08
9	Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı	19,59	403,92	m ³	7912,79
10	Hazır beton harçları (c20/25)	102,00	1504,14	m ³	153422,28
11	Spiral sarımlı yer altı yağmur suyu ile kanalizasyon boruları (pvc esaslı)(ts 12132)	13,00	78,50	mt	1020,50
12	Tünel kalıp sistemi ile betonarme kalıp yapılması	34,09	3948,80	m ³	134614,59
13	Yatay delikli birim tuğlalar (190*85*190)	0,18	295,55	m ²	53,20
14	Yatay delikli birim tuğlalar (190*135*190)	0,24	144,57	m ²	34,70
15	Xps ve eps köpük malzemeler ile ısı yalıtımı yapılması (3cm yüzeyi düzgün 300 kpa basınç dayanımlı)	10,55	145,60	m ²	1536,08
16	3cm kalınlığında beyaz mermer plakla ile dış denizlik yapılması	105,69	117,92	m ²	12462,96
17	3cm kalınlığında renkli mermer plakla ile dış denizlik yapılması	116,00	39,78	m ²	4614,48
18	Lama ve profil demirlerden çeşitli demir işleri yapılması ve yerine konulması	5,53	90,00	kg	497,70
19	Plastik doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması (sert pvc doğrama profillerden her çeşit kapı, pencere,kaplama ve benzeri imalat)	7,83	405,66	kg	3176,32
20	250/300 çimento dozlu harçlı düz sıva yapılması (dış duvar yüzeyleri ile bodrum iç duvarlarında)	17,61	1819,24	m ²	32036,82
21	500kg çimento dozlu tek kat düz sıva yapılması	12,80	1254,89	m ²	16062,59
22	Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	13,48	7495,90	m ²	101044,73
23	2.00mm kalınlığında sıcak haddelenmiş sacdan bükme kapı kasası yapılması ve yerine konulması	6,71	5418,02	kg	36354,91
24	Metal kapı kasa arkalarının beton harcı ile doldurulması	15,78	199,47	m ²	3147,64
25	2.5 cm kalınlığında 400 kg çimento dozlu şap yapılması	25,00	1669,19	m ²	41729,75

26	2.5 cm kalınlığında 500 kg çimento dozlu şap yapılması	30,19	214,54	m ²	6476,96
27	Beton ve harç katkı işleri (harç içine karışan maddelerle ortalama 3,5 cm kalınlığında yalıtım şapı yapılması)	21,83	12,24	m ²	267,20
28	Kireç-çimento karışımı harçla tavan sıvası yapılması	13,08	21,75	m ²	284,49
29	Alçı astar (perdah) yapılması	2,76	2693,96	m ²	7435,33
30	Kaba sıva ve vb. yüzeyler üzerine 5mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması	6,83	7027,17	m ²	47995,57
31	Kare ve dikdörtgen porfillerle pencere ve kapı yapılması ve yerine konulması	5,90	2356,98	kg	13906,18
32	Ahşap kapı kanadı	112,10	81,40	m ²	9124,94
33	1,5mm kalınlığında düz siyah sacdan bükme kapı kasası yapılması ve yerine konulması	6,78	95,64	kg	648,44
34	Renksiz düz camlar (6 mm kalınlıkta)	10,11	4,29	m ²	43,37
35	Renksiz buzlu camlar (4 mm kalınlıkta)	6,51	38,47	m ²	250,44
36	Ahşap doğramaya çıta ile 4+4 mm kalınlıkta 12 mm ara boşluklu çift camlı pencere ünitesi takılması	55,80	439,78	m ²	24539,72
37	Metal ve pvc asma tavan	48,55	91,77	m ²	4455,43
38	Renkli düz mozaik döşeme kaplaması yapılması	30,09	9,20	m ²	276,83
39	Seramik duvar karoları ile duvar kaplaması yapılması (20*25cm veya 20*30cm)	31,01	1241,57	m ²	38501,09
40	Beyaz çimentolu, düz veya desenli, her renkte, her ebat ve kalınlıkta, çift tabakalı terrazo karo plak ile iç mekanlar döşeme kaplaması yapılması (250x250mm/300x300mm/330x330mm vb. ebatlarda)	34,53	1,36	m ²	46,96
41	Normal çimentolu, düz veya desenli her renkte, her ebat ve kalınlıkta, çift tabakalı terrazo karo plak ile iç mekanlar döşeme kaplaması yapılması (250x250mm/300x300mm/330x330mm vb. ebatlarda)	33,86	174,36	m ²	5903,83
42	Pvc esaslı malzemeler ile süpürgelik yapılması	4,13	1779,70	mt	7350,16
43	Sırlı porselen karolar ile döşeme ve duvar kaplaması yapılması işleri (30*30cm veya 33*33cm)	36,81	929,37	m ²	34210,11

44	Her renkte mermer piriçli ve renklendirilmiş normal çimento ile renkli mozaik duvar kaplaması yapılması	37,68	370,00	m ²	13941,60
45	Ahşaptan oturtma çatı yapılması (çatı örtüsü altı tahta kaplamalı)	59,35	482,81	m ²	28654,77
46	Ahşap çatı üzerine 0.50 mm kalınlıkta sıcak daldırma galvanizli sac ile çatı örtüsü yapılması	30,20	482,81	m ²	14580,86
47	Taşyünü ve camyünü malzemeler ile ısı ve ses yalıtımı yapılması	9,53	463,50	m ²	4417,16
48	Xps ve eps köpük malzemeler ile ısı yalıtımı yapılması (3cm yüzeyi pürüzlü ve pürüzlü kanallı 200 kpa basınç dayanımlı)	32,58	32,01	m ²	1042,89
49	ø150mm çapında sert pvc yağmur oluğu temini ve yerine tesbiti	16,34	56,52	mt	923,54
50	ø 125mm çapında bir ucu muflu sert pvc yağmur borusu temini ve yerine tesbiti	12,40	115,20	mt	1428,48
51	Akrilik esaslı su bazlıgrenli/teksturlu dış cephe kaplanması	6,00	2335,71	m ²	14014,26
52	Akrilik esaslı su bazlı dış cephe boyası	6,50	948,38	m ²	6164,47
53	Yeni sıva yüzeylerine üç kat renkli kireç badana yapılması (iç cephe)	2,53	294,05	m ²	743,95
54	Yeni sıva yüzeylerine üç kat beyaz kireç badana yapılması (iç cephe)	2,53	294,05	m ²	743,95
55	Beton sıva ve benzeri yüzeyleri 3mm kalınlıkta akrilik esaslı renkli kaplama yapılması	17,28	8588,63	m ²	148411,53
56	Boru boyanması (yağlı boya)	1,15	490,08	m ²	563,59
57	Demir borudan kaynakla korkuluk yapılması yerine konulması	5,28	3370,22	kg	17794,76
58	Demir yüzeylere korozyona karşı iki kat boya yapılması	7,85	136,52	m ²	1071,68
59	3cm kalınlığında renkli mermer ile döşeme kaplaması yapılması (3x30xserbestboy)	89,60	383,31	m ²	34344,58
60	Beyaz çimentolu tek tabakalı terrazo karo plak ile iç mekanlarda döşeme kaplaması yapılması	57,74	128,09	m ²	7395,92
61	22 cm kalınlığında renkli mermer ile duvar kaplaması yapılması (2x30xserbestboy)	89,14	23,92	m ²	2132,23
62	Renkli mermer plaklar ile merdiven basamağı kaplaması	50,35	415,20	m ²	20905,32

63	Laminat parke döşeme kaplaması yapılması (ac4 sınıf 32) (süpürgelik dahil)	25,36	1651,31	m ²	41877,22
Toplam:					
1.442.752,21 TL					

Çizelge 2’de yapılan CPM esaslı iş planında, kritik yörünge üzerinden seçilen teknoloji kullanmaya elverişli olan iş kalemlerinin, teknoloji kullanılmayan iş kalemlerine göre 2014 yılı birim fiyatlarıyla birim fiyat farkları yer almaktadır. Proje üzerindeki etkisini görmek içinde yapılan iş miktarıyla çarpılmıştır. Bu işlem, teknoloji kullanılarak kısaltma yapılabilecek (kritik yörünge üzerinde bulunan) faaliyetlerde her süre kısaltımı için yapılmıştır. Çizelge 2’deki fark sütunu; 17 aylık planlamada teknoloji kullanılarak süre kısaltımı yapılan faaliyetlerde oluşan ek maliyet miktarlarını göstermektedir.

Çizelge 2. 17 Ay Sonunda Yapılan Birim Fiyat Farkları

İşin Adı	2014 Yılı Birim Fiyatları	Teknoloji Birim Fiyatları	Miktar	Farklar
Püskürtme sıva: 250/300 çimento dozlu harçlı düz sıva yapılması (dış duvar yüzeyleri ile bodrum iç duvarlarında)	17,61	26,13	1819,24	15.500 TL
Püskürtme Sıva: 500kg çimento dozlu tek kat düz sıva yapılması	12,80	18,10	1254,89	6.651 TL
Püskürtme Sıva: Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	13,48	20,00	7495,90	48.873 TL
17 Ay Sonunda Yapılan Birim Fiyat Farkları				71,027 TL

Çizelge 3’deki fark sütunu; 16 aylık planlamada teknoloji kullanılarak süre kısaltımı yapılan faaliyetlerde oluşan ek maliyet miktarlarını göstermektedir.

Çizelge 3. 16 Ay Sonunda Yapılan Birim Fiyat Farkları

İşin Adı	2014 Yılı Birim Fiyatları	Teknoloji Birim Fiyatları	Miktar	Farklar
Ön İmalatlı Demir: ø 8-12 mm ince nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	1905,86	2305,86	61,65	24.658 TL
Ön İmalatlı Demir: ø 14-28 mm kalın nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	1878,43	2278,43	75,82	30.330 TL
Püskürtme Sıva: 500kg çimento dozlu tek kat düz sıva yapılması	12,80	18,10	1254,89	6.651 TL
Püskürtme Sıva: Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	13,48	20,00	7495,90	48.873 TL
Püskürtme Boya: Akrilik esaslı su bazlı dış cephe boyası	6,50	9,64	948,38	2.978 TL
16 Ay Sonunda Yapılan Birim Fiyat Farkları				113.490 TL

Çizelge 4’deki fark sütunu; 15 aylık planlamada teknoloji kullanılarak süre kısaltımı yapılan faaliyetlerde oluşan ek maliyet miktarlarını göstermektedir.

Çizelge 4. 15 Ay Sonunda Yapılan Birim Fiyat Farkları

İşin Adı	2014 Yılı Birim Fiyatları	Teknoloji Birim Fiyatları	Miktar	Farklar
Ön İmalatlı Demir: ø 8-12 mm ince nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	1905,86	2305,86	61,65	24.658 TL
Ön İmalatlı Demir: ø 14-28 mm kalın nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	1878,43	2278,43	75,82	30.330 TL
Makinelı Şap: 2.5 cm kalınlığında 400 kg çimento dozlu şap yapılması	25,00	12,50	1669,19	-20.865 TL
Makinelı Şap:2.5 cm kalınlığında 500 kg çimento dozlu şap yapılması	30,19	12,94	214,54	-3.701 TL
Püskürtme Boya: Yeni sıva yüzeylerine üç kat renkli kireç badana yapılması (iç cephe)	2,53	5,00	294,05	726 TL
Püskürtme Boya: Yeni sıva yüzeylerine üç kat beyaz kireç badana yapılması (iç cephe)	2,53	5,00	294,05	726 TL
15 Ay Sonunda Yapılan Birim Fiyat Farkları			31.875 TL	

Çizelge 5' de yapılan hesaplamalarda toplamda bir blokta çalışacak işçi sayısı 32 olarak belirlenmiştir. Bir işçinin günlük genel giderleri (yeme içme, sosyal güvence, barınma ve iş güvenliği) toplamda 46 TL/gün olarak hesaplanmıştır. 18. ay sonunda, işin bitimi için idareden alınan paraya, her süre kısaltımı için, bu genel giderler geliri arttırıcı birer unsur olarak eklenmiştir. Örneğin 17 aylık planlamada bir aylık süre kısaltımında **44.320,00 TL'** ya karşılık gelen genel giderler, tasarruf / ay olarak eklenir.

Çizelge 5. Genel Gider Maliyeti

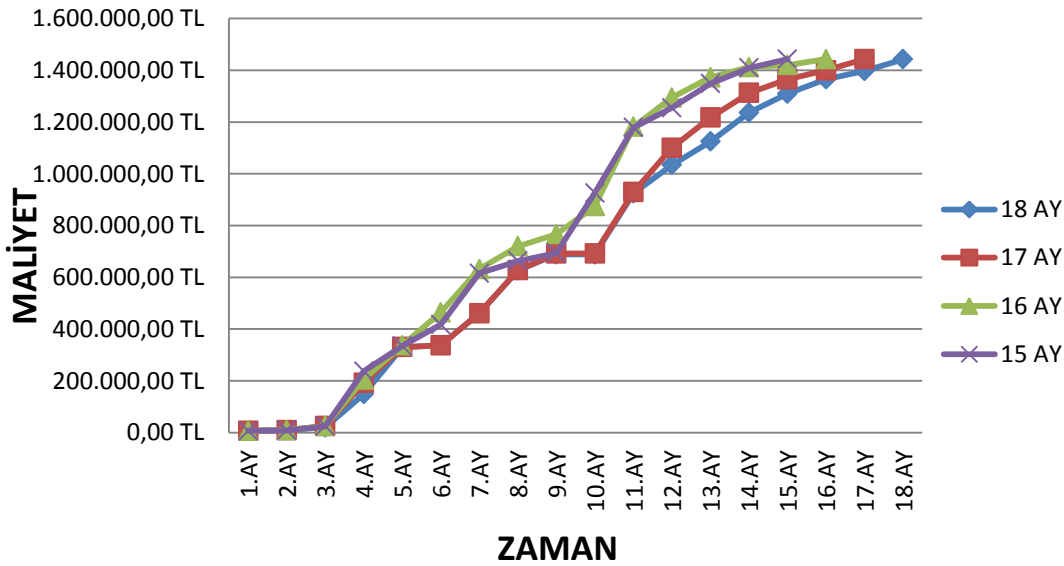
Genel Giderler	Günlük	1 Aylık	2 Aylık	3 Aylık
Sosyal Güvence	14 TL	425 TL	850 TL	1.275 TL
İş Güvenliği	15 TL	450 TL	900 TL	1.350 TL
Yeme- İçme	7 TL	210 TL	420 TL	630 TL
Barınma	10 TL	300 TL	600 TL	900 TL
Toplam	46 TL	1.385 TL	2.770 TL	4.155 TL
Toplam 32 Usta ve İşçi İçin	1.472,00 TL	44.320,00 TL	88.640,00 TL	132.960,00 TL

Ana iş programı esas alınarak CPM şebekesindeki kritik faaliyetlerden teknoloji kullanılmasına uygun olanlar üzerinde süre kısaltımları yapılarak, toplam proje süresinin 1, 2 ve 3 ay öne çekildiği üç ağ planlaması daha yapılmıştır. Her süre kısaltımına karşılık aylık hakediş bedelleri hesaplanmıştır. Çizelge 6' da 18, 17, 16 ve 15 aylık planlama sürelerine ait aylık hakediş bedelleri yer almaktadır. Projenin tamamında iş kalemlerinin miktarlarında herhangi bir değişiklik olmayacağı ve ek teknoloji kullanılsa dahi, ilk metrajdaki birim fiyatlarla ödeme yapılacağından farklı tamamlama süreleri için alınacak toplam hakediş miktarı 1.442.954,4 TL olup tamamlanma süresine göre değişiklik göstermeyecektir.

Çizelge 6. Aylık Hakediş Bedelleri

	18 AY	17 AY	16 AY	15 AY
Nisan	6.739,99 TL	6.739,99 TL	6.739,99 TL	6.739,99 TL
Mayıs	2.514,90 TL	2.643,79 TL	2.514,90 TL	1.912,92 TL
Haziran	11.320,41 TL	16.207,28 TL	16.336,17 TL	16.207,33 TL
Temmuz	127.856,23 TL	166.157,15 TL	179.457,18 TL	211.961,07 TL
Ağustos	181.930,03 TL	138.613,36 TL	132.295,34 TL	97.892,30 TL
Eylül	6.963,34 TL	6.963,34 TL	127.486,37 TL	82.628,19 TL
Ekim	123.688,19 TL	123.688,19 TL	167.006,02 TL	198.028,06 TL
Kasım	166.383,41 TL	166.383,41 TL	88.488,57 TL	47.645,26 TL
Aralık	61.028,41 TL	64.588,06 TL	46.357,88 TL	31.372,77 TL
Ocak	0,00 TL	0,00 TL	108.096,97 TL	276.762,98 TL
Şubat	236.139,42 TL	237.933,93 TL	306.673,46 TL	252.961,06 TL
Mart	109.954,20 TL	170.481,21 TL	113.023,06 TL	76.055,47 TL
Nisan	90.014,01 TL	117.089,87 TL	77.980,44 TL	93.660,84 TL
Mayıs	111.975,47 TL	94.906,64 TL	39.896,28 TL	60.461,69 TL
Haziran	72.790,89 TL	53.072,71 TL	8.005,40 TL	12.725,03 TL
Temmuz	55.967,80 TL	34.120,34 TL	22.614,11 TL	
Ağustos	32.359,06 TL	43.365,17 TL		
Eylül	45.126,44 TL			
Toplam Hakediş Bedelleri	1.442.954,4 TL	1.442.954,4 TL	1.442.954,4 TL	1.442.954,4 TL

Şekil 2 de farklı tamamlama sürelerine göre, ayrı ayrı yığışlı maliyet eğrileri (S diyagramları) gösterilmiştir.



Şekil 2. 18., 17., 16., ve 15. aylar için Nakit Akış Diyagramları (S Eğrileri) TL

18 aylık planlamanın hakedişdeğerleri hesaplandıktan sonra; alınan her hakedişin 18.ay sonu itibari ile bileşik nominal faiz getirisi ile maruz kalacağı enflasyonist kayıplar **Çizelge 7.**' de gösterilmiştir. Her süre kısaltımına karşılık gelen nakit akışının sağlayacağı faiz gelirleri ile maruz kalacağı enflasyonist kayıplar ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda aylık enflasyon değeri (Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2014 yılı ÜFE aylık % değişim ortalaması) % 7.40 ve banka faiz değeri aylık (BDDK verilerine göre 2014 yılı bankaların aylık vadeli mevduat faizi ortalaması) % 8.96 olarak alınmıştır.

Çizelge 7. 18 Aylık Planlamada Faiz-Enflasyon Etkisi

Aylar	Maliyet	Faiz ve Enflasyon Etkisi	
Nisan	6.739,99 TL	1,301025	8.768,90 TL
Mayıs	2.514,90 TL	1,281041	3.221,69 TL
Haziran	11.320,41 TL	1,261364	14.279,16 TL
Temmuz	127.856,23 TL	1,241989	158.796,01 TL
Ağustos	181.930,03 TL	1,222911	222.484,31 TL
Eylül	6.963,34 TL	1,204127	8.384,75 TL
Ekim	123.688,19 TL	1,185631	146.648,57 TL
Kasım	166.383,41 TL	1,167419	194.239,23 TL
Aralık	61.028,41 TL	1,149487	70.151,39 TL
Ocak	0,00 TL	1,131831	0,00 TL
Şubat	236.139,42 TL	1,114446	263.164,52 TL
Mart	109.954,20 TL	1,097327	120.655,73 TL
Nisan	90.014,01 TL	1,080472	97.257,60 TL
Mayıs	111.975,47 TL	1,063875	119.127,95 TL
Haziran	72.790,89 TL	1,047534	76.250,93 TL
Temmuz	55.967,80 TL	1,031443	57.727,61 TL
Ağustos	32.359,06 TL	1,0156	32.863,86 TL
Eylül	45.126,44 TL	1	45.126,44 TL

Gelir mahiyetindeki faiz değerlerinden kayıp mahiyetindeki enflasyon değerleri çıkartılarak, net getiri/götürü değerleri hesaplanmış ve Net Bugünkü Değer yaklaşımı ile; dört farklı zaman için yapılan planlamaların, İlgili projenin tamamlandığı ay sonu itibarıyla alacakları değerler belirlenmiştir. Bulgular Çizelge 8' de verilmiştir.

Çizelge 8. 18.Ay Sonu İtibarıyla Dört Farklı Planlama Sonucu Proje Toplam Bedellerinin Alacakları Değerler

	18 AY	17 AY	16 AY	15 AY
Nisan	8.768,90 TL	8.634,20 TL	8.501,58 TL	8.370,99 TL
Mayıs	3.221,69 TL	3.334,78 TL	3.123,48 TL	2.339,33 TL
Haziran	14.279,16 TL	20.129,26 TL	19.977,68 TL	19.515,68 TL
Temmuz	158.796,01 TL	203.195,47 TL	216.089,24 TL	251.307,65 TL
Ağustos	222.484,31 TL	166.908,09 TL	156.853,49 TL	114.281,38 TL

Eylül	8.384,75 TL	8.255,96 TL	148.830,07 TL	94.980,07 TL
Ekim	146.648,57 TL	144.395,99 TL	191.971,32 TL	224.134,27 TL
Kasım	194.239,23 TL	191.255,64 TL	100.154,10 TL	53.098,05 TL
Aralık	70.151,39 TL	73.102,76 TL	51.663,34 TL	34.426,19 TL
Ocak	0,00 TL	0,00 TL	118.617,75 TL	299.034,61 TL
Şubat	263.164,52 TL	261.091,38 TL	331.352,04 TL	269.119,05 TL
Mart	120.655,73 TL	184.200,15 TL	120.242,46 TL	79.670,68 TL
Nisan	97.257,60 TL	124.569,03 TL	81.687,15 TL	96.605,85 TL
Mayıs	119.127,95 TL	99.417,92 TL	41.150,75 TL	61.404,89 TL
Haziran	76.250,93 TL	54.741,49 TL	8.130,29 TL	12.725,03 TL
Temmuz	57.727,61 TL	34.652,61 TL	22.614,11 TL	
Ağustos	32.863,86 TL	43.365,17 TL		
Eylül	45.126,44 TL			
Toplam Enflasyon ve Faiz Etkileri	1.639.148,67 TL	1.621.249,91 TL	1.620.958,84 TL	1.621.013,7 TL

Yapılan 4 ayrı planlama sürecinde 18 aylık iş planının maliyet değerleri; hem zamandan kaynaklı olarak hem de teknolojinin kullanılmamasından dolayı diğerlerine göre daha düşük çıkmıştır. Bunun başlıca nedeni ise genel olarak teknoloji kullanılan imalat kalemlerinde uygulanan makine ekipman maliyetinin, insan gücüne göre daha yüksek değerde olmasıdır. Fakat teknoloji iş gücü sayesinde kısaltılan planlamalar farklı yönlerden kazanç sağlar.

Çizelge 8' de hesaplanan değerlerin 18.ay sonundaki düzeyini belirlemek için; her proje sonunda elde edilen (faiz geliri ve enflasyon kaybı dahil) toplam miktarların 18.ay sonuna taşınması aşağıdaki hesapla sağlanmıştır.

$$17\text{ay: } (1.621.249,91\text{TL} * 1,0156) = 1.646.541,41\text{TL}$$

$$16\text{Ay: } (1.620.958,84\text{TL} * 1,0156 * 1,0156) = 1.671.927,23\text{TL}$$

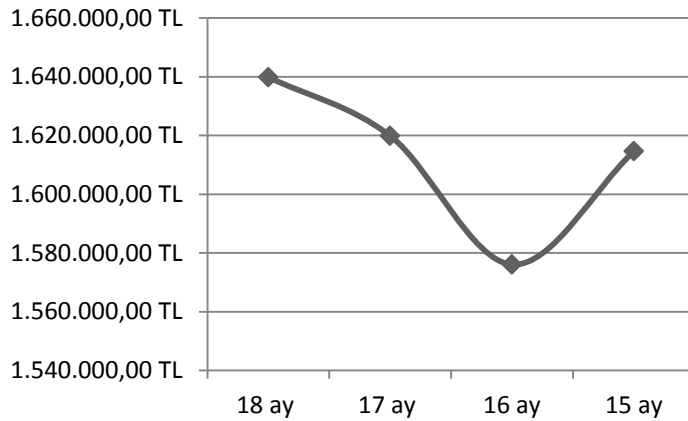
$$15\text{ Ay: } (1.621.013,7\text{ TL} * 1,0156 * 1,0156 * 1,0156) = 1.698.066,8\text{ TL}$$

Çizelge 9' da dört farklı planlamaya ait 18. Ay sonu değerlere; genel giderlerin azalmasından kaynaklanan tasarrufların (+) ve teknoloji kullanımı maliyetlerinden gelen harcamaların (-) etkileri görülmektedir. İnsan gücü maliyetleri kabaca genel gider maliyetlerine eşit kabul edilmiş ve yukarıdaki Çizelge 5' de hesaplanan değerlerden alınmıştır.

Çizelge 9 .Toplam Tasarruf Miktarı

	18 Ay	17 Ay	16 Ay	15 Ay
Erken Bitirilen Her Ay İçin Faiz Ve Enflasyon Etkisi	1.639.148,67 TL	1.646.541.41 TL	1.671.927.23 TL	1.698.066.80 TL
Genel giderler	-	44.320,00 TL	88.640,00 TL	132.960,00 TL
2014 yılı birim fiyatları ve kritik yörünge üzerinde teknoloji kullanılarak elde edilen birim fiyat farkından oluşan tasarruf	-	71.024,00 TL	184.514,00 TL	216.389,00 TL
Nihai değerler	1.639.148,67 TL	1.619.837.41 TL	1.576.053.23 TL	1.614.628.80 TL

Çizelge 9'da hesaplanan dört farklı planlama süresine ait nihai değerler Şekil 3'de grafiksel olarak anlamlandırılmıştır. Buradan anlaşılacağı üzere, projedeki bir blok için teknoloji kullanılarak sağlanan zaman kısaltımı; sözleşme süresi olan 18 aydan 16 aya kadar proje toplam getirisini azaltmakta, bu süreden sonra proje toplam getirisini arttırıcı yönde değişim göstermektedir. Şekil 3. aynı zamanda, projenin hangi sürede tamamlanırsa ne kadar kazançlı olabileceği konusunda önemli bir fikir vermektedir.



Şekil 3. 18., 17., 16., ve 15. aylar için Toplam Tasarruf Miktarları (S Eğrisi) TL

Bu şekilde tamamlama süresi ve getiri değerleri hesaplanan planlamaların; yüklenicilerin zamansal hareket kabiliyetleri ve elde edebilecekleri farklı süre/ kazanç düzeyleri hakkında verdikleri bilgiler, karar alma noktasındaki yöneticilere önemli olanaklar sunacağı öngörülmektedir.

IV. SONUÇ ve ÖNERİLER

Düzce TOKİ B tipi konut projelerinin 18 aylık iş planına göre maliyet hesapları yapılmıştır. Kritik yörünge metodu ile kritik yörünge oluşturulmuş ve kritik yörünge üzerindeki kritik faaliyetler bulunarak uygun olabilecek iş kalemlerinde teknoloji kullanarak, işi tamamlanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı hesaplamalar 17, 16 ve 15 aylık iş planlarına da yapılarak Net Bugünkü Değer hesaplanmıştır. Belirtilen her süre için teknoloji hesabı yapıp farklı veriler elde edilmiştir. Hesaplamalar bir blok için yapılmıştır. Çıkan maliyet blok sayısı kadar artacaktır.

Farklı projeler için, farklı tamamlama sürelerine göre maliyet hesapları yapmak ve en optimum değere yaklaşmak gerekir. Özelde bu proje için uygun olan süre 16 ay değil 15 ay olacaktır. Mevcut şartlarda 18 aylık bitirme süresi diğer üç bitirme süresine göre daha karlıdır. 14 ay veya daha az bitirme sürelerinde daha düşük sonuçlar elde edebiliriz.

Bu çalışmada bir faaliyet süreci içerisinde ki bir işi etkileyebilecek olan faktörlerden sadece belli bir kısmına değinilmiştir. Başlangıç ve bitiş çizgilerinin arasında işi aksatmak ya da işin daha performanslı gitmesini sağlamak planlama uzmanının elindedir. Tabi hava koşulları, makine ekipman arızaları malzeme zayıfatı ve çalışanların özel nedenleri bu çalışmanın dışında tutulmuştur.

V. KAYNAKLAR

- [1] D. Sorguç, M. Kuruoğlu, *İnşaat İşletmelerinde Çağdaş Yönetim ve Değişim Modeli*, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul-Türkiye (2001), 37.
- [2] J.G. Monks, *Schaum's Outline of Theory and Problems of operations Managment*, 2. Baskı, USA McGraw-HillInc., (1996).
- [3] O. L. Uğur, R. Kanit *Politeknin Dergisi* **7(2)** (2004) 159-168.
- [4] C. Yalçın, *Proje İdaresi ve Kontrolü*, Ankara-Türkiye, (1965).
- [5] İ.S. Barutçugil *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* **5(2)** (1982) 162.
- [6] N. K. Temiz *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* **3(2)** 2001.
- [7] J. Chou *International Journal of Project Management* **29** (2011) 706–717.
- [8] G. Garel *International Journal of Project Management* **31** (2013) 663–669.
- [9] A.S. Pillai, A. Joshi, K.S. Rao *International Journal of Project Management* **20 (2)** (2002) 165–177.
- [10] B. Albayrak, *Proje Yönetimi ve Analizi*, Ankara-Türkiye (2009).