



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

İnşaat Projelerinin Ağ Diyagramlarıyla Planlanmasında Süre-Maliyet Değişimlerinin Yeni İşgücü Eklenmesi Orijininde Analizi

Latif Onur UĞUR^{a,*}, Ayçin ERDAL^b

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

^b Yapı Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

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

ÖZET

Bu çalışmada Düzce ili TOKİ Toplu Konut Projesi'nde 8 adet B tipi bloğundan oluşan kompleksin inşaat maliyeti; CPM ile hazırlanan iş programları, iş gücü, ilgili yıl enflasyon ve faiz değerleri esas alınarak proje süresinin değişimi halinde maliyetlerin alacağı değerler bazında incelenmiştir. İşin sözleşmesinde belirtilen sürede (16 ay) tamamlanması durumundaki iş gücü maliyeti, aylık gelir-giderler, enflasyon ve faiz değerleri hesaplanmıştır. İşin tamamlanma süresinin 12 aya, 10 aya, 8 aya, ve 6 aya çekilmesi halinde proje maliyeti değerlerinin; iş gücü maliyetleri, aylık gelir-giderler, enflasyon ve faiz değişimi durumuna göre aldığı değerler irdelenmiştir. Bunun için her süre kısaltması haline karşılık gelen iş programları düzenlenmiş, artış gerektiren iş gücü maliyetleri hesaplanarak ilgili diyagramlar çizilmiş ve süre-maliyet karşılaştırmaları yapılmıştır. Bir projenin yatırım planlaması yapılırken; farklı koşullara göre farklı planlamaların yapılması ve her planlamanın zaman, kaynak ve maliyet analizlerinin yapılarak en rasyonel olanın tercih edilmesinin; edinilen bulguların da desteği ile makro ve mikro ölçeklerde en uygun yol olacağı fikri pekiştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Proje Planlama, Proje Çizelgeleme, Yapı Maliyeti, CPM, Gantt Diyagramı*

Analysis of the Time-Cost Changes in the Origin of New Labor Inclusion When Construction Projects' Planning with Network Diagrams

ABSTRACT

In this study, the Düzce TOKI Housing Project which is the 8 units of type B blocks complexes' construction costs, CPM prepared with work schedules, manpower, the relevant year's inflation and interest value based on the duration of the project Designer In case of costs, the value on the basis of were investigated. Work within the time specified in the contract (16 months) in the case of the completion of labor costs, monthly income and expenses, inflation and interest rates are calculated. Job completion time of 12 months, 10 months, 8 months and 6 months withdrawal if the project is worth the cost of the labor force entourage, monthly income and expenses, inflation and interest rate changes based on the condition, the values were discussed. To do this, each time the corresponding work programs organized into abbreviation, which require increased labor costs and time drawn diagrams about calculating cost comparisons are made. A project investment while planning; different conditions, different and to plan and each planning time, resources and costs by analysis of the rational to prefer,

the findings also support the macro and micro scales, the most appropriate would be the way the idea has been reinforced.

Keywords: Project Planning, Project Scheduling, Construction Cost, CPM, Gantt Diagram

I. GİRİŞ

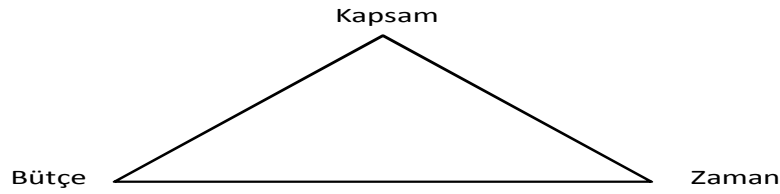
GÜNÜMÜZDE kaynakların sınırsız olarak kullanılabilceği bir ortam ön görmek mümkün değildir. Kaynakların kıt, zamanın çok değerli olduğu koşullarda, kaynakların en akılcı biçimde kullanımını sağlayacak bir yöntem anlayışı ve programlama tekniğinin gerekliliği açıktır. Zamanın ve paranın en iyi şekilde değerlendirilmesi ve kısıtlı olan malzeme, işgücü, makine-ekipman gibi kaynakların en uygun biçimde kullanılmasını sağlamak amacıyla, bir projenin başlangıcından bitimine kadar olan sürecin planlanması ve programlanması gerekmektedir. Planlama ve programlama süreçleri proje yönetiminin temelini oluşturmaktadır [1]. Proje yönetimi için; “Eldeki imkanlar dahilinde projenin amaçlanan hedeflere en iyi yoldan ve en etkili biçimde ulaşılmasını sağlamak üzere, sürecin planlanması ve denetimi [2]”, “Projenin hedeflerine ulaşabilmesi için proje faaliyetlerinin planlanması, programlanması (çizelgelenmesi) ve kontrol edilmesi [3]”, “Ulaşılmak istenen belli bir sonucu elde etmek için kullanılan meddi ve beşeri kaynakların ortak faaliyetlerini planlama, örgütleme, yürütme ve denetleme çalışmaları [4]” gibi tanım örnekleri verilebilir. Proje yönetiminin temel hedefi, bir projenin planlanan sürede, en az maliyete ve istenilen kalite düzeyinde tamamlanmasıdır. Proje yönetimi; bilgilerin, tecrübelerin, araç ve tekniklerin, ihtiyaç ve projeden beklentilerin karşılanmasına yönelik uygulamadır [5]. Tüm bu tanımlar içinde zaman, maliyet ve kaynakların bütünleştiği görülmektedir.

İnşaat sektörü uygulamalarında her geçen gün daha karmaşık ve büyük boyutlu projeler gündeme gelmektedir. İşletmeler arasında giderek artan rekabet, bu karmaşık projelerin sadece performansları açısından değil, süre ve maliyet açısından da değerlendirmesini zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin sadece hizmet üretmeleri yetersiz kalmakta, bu hizmetleri rakiplerden daha kısa sürede ve daha uygun maliyetle üretmeleri önemli bir faktör olmaktadır [4]. Dolayısıyla, bir firmanın piyasada rekabet edebilmesinin temel koşullarından birisinin, tüm yapım sürecini kontrol edebilme yeteneği olduğu söylenebilir. Proje, belli bir süre içinde bitirilmesi gereken karmaşık fakat homojen olan, bir veya birkaç kez yapılacak bir faaliyettir. Yönetim ve planlama, uygulama ve denetim çalışmaları olarak tanımlanabilir [6].

Proje, insan ve insan dışı kaynakların bir amacı gerçekleştirmek için belirli zaman kısıtlaması içinde bir organizasyon dahilinde bir araya geldikleri, bu belirli projenin sonunda ise başka yerlere tahsis edildikleri bir süreçtir [6]. Günümüz refahını oluşturan bütün sanayi üretim araçları, binalar, bütün mamuller, etrafımızda gördüğümüz her şey çeşitli projelerin ürünüdür [7]. Bir projenin amacı bir fayda sağlamak, bir ihtiyacı gidermek ve probleme çare bulmaktır [8]. Tarihin ilk çağlarından beri çeşitli projeler geliştirilmişse de bunlara ait bilgilerin korunmaması ve büyük çaplı projelerin sayıca az olması sebebiyle projeleri zaman, maliyet ve performans kısıtları içinde “başarılı” tamamlanmayı hedefleyen proje yönetimi disiplininin gelişmesi ancak II. Dünya Savaşı’ndan sonra olmuştur. Özellikle CPM ve PERT metotlarının geliştirilmesi, Proje Yönetiminde verimliliği arttırmıştır [9].

Proje yönetimi, pek çok fen alanı ile ilişkilidir; Matematik, Yöneylem Araştırması, Sosyal ve İdari bilimler, çeşitli mühendislik dalları projelerin yönetiminde kullanılır [10]. Bir projenin başarılı olabilmesi için hedefe ulaşmış olması ve bunun maliyet, tarih ve performans toleransları içinde

yapılmış olması gerekir [11]. Başarılı bir projenin en temel özelliği iyi bir planlama sürecinin ardından mükemmel bir icra ve kontrolle sonuçlandırılmasıdır [12]. Proje Yönetimi'nin hem tek tek işlemleri hem de tüm ülkenin kalkınmasında önemi vardır; bu, kıt kaynakların en verimli alanlara aktarılması ve en kısa zamanda, en az maliyetle bitirilmesini sağlayabilecek yetenekte olmasından kaynaklanır [13]. Bu tekniklerin öğrenilmesi ve amaca uygun, etkili şekilde kullanılması; bütün üretimlerin kaynağı olan projelerin hedeflere ulaşması ve bunun en verimli bir biçimde yapılmasını sağlamaktır [13]. Proje; kapsam, zaman ve bütçe kısıtlamaları altında yapılan çalışmaları gerektirir: proje çalışmaları belirli bir kapsamı gerçekleştirmek için, önceden belirlenen zaman ve bütçe içerisinde kalınarak yürütülür (şekil 1.). Projeler genellikle bu üç kısıtlama (kapsam, zaman ve bütçe) altında gerçekleşir [7]. Kapsam: bir projenin temelindeki asıl nedendir. Herhangi bir ürünün ve/veya hizmetin elde edilme amacını belirler. Zaman: proje ekibinin zaman kullanımını ve projenin ne kadar zamanda tamamlanacağını ortaya koyar. Bütçe: projenin maliyetinin ne olacağını açıklar. Yani eldeki kaynakların çalıştırılabilir bir sisteme dönüştürülmesinin maliyeti hesaplanır. Bkz. **Şekil 1.**



Şekil 1. Proje üçgeni

Projeler bu üç kısıtlama ile başarılı olurlar veya olamazlar. Bir projenin başarılı olabilmesi için bu kısıtlamalar çerçevesinde kalması zorunludur. Çünkü bu üç değişken birbiriyle yakından ilişkilidir. Örneğin; kapsam ve zaman gerçek maliyetin fonksiyonudur. Kapsam ve zaman değiştikçe maliyet de genelde değişir. Eğer, proje programlanan tarihte tamamlanıp işletmeye açılmazsa, yeni masraflara yol açar. Ayrıca projenin ön görülen süreden daha uzun veya daha kısa bir zamanda tamamlanması da projenin maliyetini yükseltir. Eğer, projenin süresi kısaltılırsa, işlemlerin yapılmasının hızlanması gerekir. Böyle bir durumda işçilik giderleri artar. Bununla birlikte ilave makine, araç ve gereç tahsisi de maliyeti yükseltir [7].

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. 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 [14].

II. MATERYAL VE METOD

A. MATERYAL

Çalışmada materyaller olarak, bu çalışmaya konu olan Düzce TOKİ B tipi blokların projeleri, enflasyon ve faiz oranları; yardımcı araçlar olarak da Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2012 Birim

fiyat analizleri (çalışmaya esas olan projenin ihale ve işe başlama zamanı 2012 yılı olduğu için bu yıla ait birim fiyatlar kullanılmıştır), Microsoft Project ve Microsoft Office programları kullanılmıştır.

B. METOD

2012 yılında yapımına başlanan TOKİ Düzce/Kaynaşlı Toplu Konut Projesi, 8 adet B tipi bloktan oluşan bir komplekstir. Çalışmada yapılmak istenen süre değişimleri için gerekli faaliyetler ve tamamlanma süreleri belirlenip bir serim çalışması yapılmıştır. İlgili faaliyetler arasında öncelik ve sonralık ilişkileri saptanmış ve buna uygun bir iş programı yapılmıştır. Sözleşmede belirtilen süre üzerinden (16 ay) süre kısaltmaları yapılmıştır. Bu süre kısaltımları ile proje teslim tarihi 12 ay, 10 ay, 8 ay ve 6 aya çekilmiştir. Her bir süre kısaltması için ayrı ayrı iş programları yapılmıştır. Süre kısaltmasındaki amaç; projenin daha kısa sürelerde tamamlanmasının getireceği maliyet değişimlerinin belirlenerek en ekonomik proje tamamlama süresini belirlemektir.

Ms Project programından yararlanarak; iş kalemlerinin gösterilmesi, öncelik ilişkileri, çubuk (Gantt) diyagramları ve ağ diyagramları (CPM) oluşturulmuş; kritik faaliyetler ile kritik yörüngelerin bulunması sağlanmıştır.

Gerçekleştirilecek yapıların maliyeti son tahmin yöntemlerinden biri olan Yaklaşık Maliyet (Birim Fiyat) yöntemine göre hesaplanmıştır. Yapıların tesisat, elektrik işleri gibi özellikleri göz önünde bulundurulmadan sadece inşaat iş kalemleri ele alınarak, aynı zamanda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2012 birim fiyatları kullanılarak maliyet hesaplamaları yapılmıştır. İlk olarak günlük gerekli imalat miktarları hesaplanmış ardından da aylık imalat miktarları ve bedelleri hesaplanarak her ayki hakediş miktarı bulunmuştur. Günlük ve aylık basamak hesapları yapıldıktan sonra işin toplam miktarının elde edilmesi için önceden belirlenen iş bitirme sürelerinin toplam maliyetleri elde edilmiştir. Aynı zamanda Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2012 birim fiyatları analizinden yararlanılarak her bir iş faaliyeti için gerekli usta, usta yardımcısı, düz işçilerin adam-saat ve adam-gün hesaplamaları yapılarak, inşaatın tamamlanması için gereken adam-saat ve adam-gün değerleri belirtilmiştir. Bu değerler üzerinden de işçilik maliyetleri hesaplanmıştır. Bu projede göz önünde bulundurulan bir diğer konu da enflasyonun projeye olan etkisidir. Farklı sürelerde bitirilmesi hesaplanan projeye enflasyon etkisinin, hangi sürede bitirilen projenin üzerinde daha makul olduğu belirtilmiştir. Hesaplamalara banka faiz oranları da yansıtılarak daha gerçekçi rakamlara ulaşmak hedeflenmiştir. Bu hesaplamalardan elde edilen sonuçlar ve projenin gereken süreden daha uzun ya da kısa sürede tamamlanması halinde projenin maliyetinin değişeceği bilgisi göz önünde bulundurularak; projenin bitimine en uygun süre ve bütçenin en iyi kullanılabileceği proje zamanı (optimum süre) belirlenmiştir.

III. UYGULAMA

Bu çalışmada Düzce/Kaynaşlı TOKİ konutlarının inşaat maliyeti, iş kalemleri ve işçi maliyetleri esas alınarak incelenmiştir. Belirlenen yapının maliyet hesabı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2012 yılı Birim Fiyatları esas alınarak yapılmış, işin 16 ay olan teslim tarihi baz alınarak CPM esaslı bir iş programı düzenlenmiştir. Her iş kalemi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat analizleri kullanılarak gereken düz işçi ve ustaların adam saat ve adam gün değerleri belirlenmiş, buradan yola çıkılarak işçilik giderleri hesaplanmıştır. İşin farklı planlamalarla 12 ayda, 10 ayda, 8 ayda ve 6 ayda bitimindeki işçilik adam-saat değerleri, enflasyon değerleri ve ortaya çıkan maliyet değerlerinden hesapla en uygun iş süresi elde edilmiştir. Proje süre kısaltımları, CPM şebekesindeki kritik

faaliyetlere yeni işgücü eklenmesi yolu ile ve bu kısaltım maliyet artışları da eklenen yeni iş gücünün yevmiyeleri ve genel giderleri ile karşılanmıştır. **Tablo 1.**'de 2012 yılı Birim Fiyatlarına göre bir adet B2 Blok'a ait keşif özeti gösterilmektedir.

Tablo 1. 2012 yılı Birim Fiyatlarına göre proje keşif özeti

İşin Adı	İşin Miktarı (M, m ² , m ³ , Ton, Kg, mtul vb.)	Birim Fiyatı (TL)	Metraj (TL)
Makina ile yumuşak ve sert küskülük zeminin kazılması	9819,92	3,39	33.289,53
Temel tabanına el ile kum çakıl serilmesi	1081,2	22,31	24.121,57
Dolgunun elle tokmaklanarak sıkıştırılması	1812,88	5,89	10.677,86
200 dz. Çimento harcıyla tesviye tabakası yapımı	27546,48	7,15	196.957,33
200 dozlu demirsiz beton	382,16	18,19	6.951,49
250 dozlu demirsiz beton	223,04	73,81	16.462,58
Ds 20 hazır beton	12033,12	101,86	1.225.693,60
Plastomer esaslı(-7 c, pb1-pb180) 3 mm. Poly. Keçe taş. Polimer bütümlü ört. 2 kat su yal. 6m.	7506,48	27,13	203.650,80
Ø150 mm spiral sarımlı pvc boru döşenmesi (drenaj, y.suyu için)	628	338,19	212.383,32
Ø 8-12 mm ince nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	493,17	1935,89	954.722,87
Ø 14-28 mm kalın nervürlü çeliğin bükülüp döşenmesi	606,59	1920,08	1.164.701,33
Betonarme kalıp yapılması	3231,36	18,53	59.877,10
Rendeli keresteyle zıvan. Çıplak beton, betonarme kalıp	31590,4	50,05	1.581.099,52
Yatay delikli 19*19*8.5 cm.fabr. Tuğlası ile yarım tuğla duvar yapılması	2364,4	15,03	35.536,93
Yatay delikli 19*19*13.5 cm.fabr. Tuğlası ile yarım tuğla duvar yapılması	1156,56	16,68	19.291,42
2 duvar arasına (2.5 cm) polistiren köpüğü ile ısı yalıtımı yapılması	1164,8	3,1	3.610,88
3 cm beyaz mermer plaklarla dış denizlik yapılması	943,36	90,28	85.166,54
3 cm renkli mermer ile dış denizlik yapılması	318,24	99,8	31.760,35
Çeşitli demir işleri yapılması ve yerine konulması	3360	4,85	16.296,00
Her çeşit plastik imalat yapılması yerine tespiti	3245,28	6,55	21.256,58
Alt 250-üst 300 kg. Çimento dozlu düz sıva yapımı	94553,92	14,46	1.367.249,68
500 kg. Çimento dozlu harçla tek kat düz sıva yapma	10039,12	10,45	104.908,80
Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	59967,2	11,05	662.637,56
2.00 mm yerli dkp. Saçdan bükme kapı kasası yapımı	43344,16	5,75	249.228,92
Metal kapı kasa arkalarının beton harcıyla doldurulması	1595,76	12,91	20.601,26
2.5 cm kalınlığında 400 kg çimento dz. Şap yapımı	13353,52	10,34	138.075,40
2.5 cm kalınlığında 500 kg çimento dz. Şap yapımı	1716,32	10,68	18.330,30
400 kg. Çimento dozlu tecrü şap yapılması	113,92	17,99	2.049,42
Alt 350 dz çim. Üst 0.1m ³ /250kg. Krç. Çimento tavan sıvası	174	10,71	1.863,54
Alçı astar(perdah) yapılması	21551,68	2,33	50.215,41
Sıva üzerine saten alçı kaplama yapılması	56217,36	5,79	325.498,51
Kutu profillerle pencere, kapı yapılması	18855,84	5,1	96.164,78
2 yüzü kontrplak presli beyaz çamdan iç kapı kanadı yapımı	651,2	90,43	58.888,02
Her türlü pencere yerine konulması	765,2	2,55	1.951,26
Her türlü kapı yerine konulması	765,2	2,55	1.951,26
6 mm normal düz cam takma (madeni konst. Çita ile)	34,32	23,11	793,14

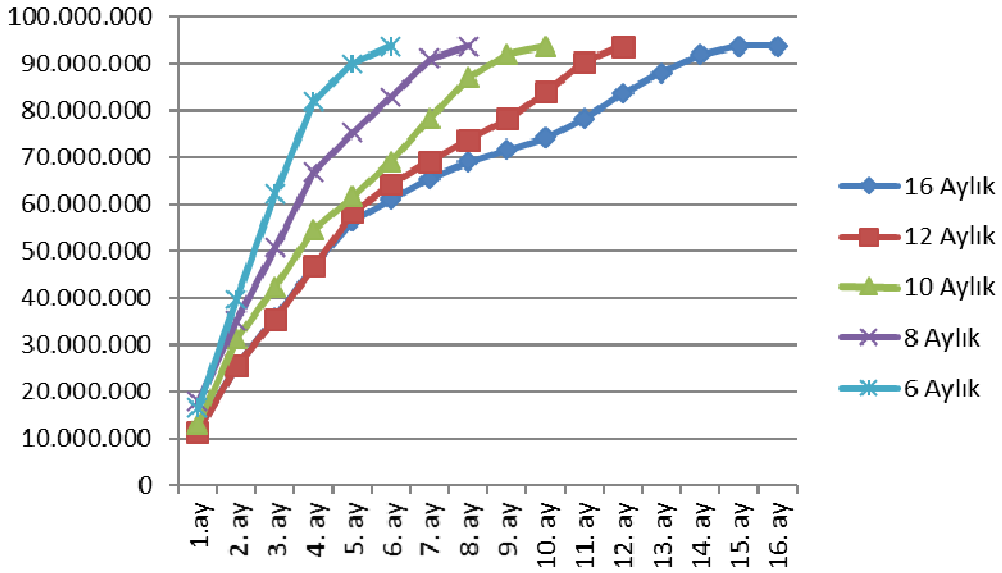
İşin Adı	İşin Miktarı (M, m m ² , m ³ ,Ton, Kg, mtul vb.)	Birim Fiyatı (TL)	Metraj (TL)
4 mm buzlu cam takma (madeni konst. Çıta ile)	307,76	22,93	7.056,94
4+4 mm çift cam penc. Ünitesi (madeni konst. Çıta ile)	3446,24	54,25	186.958,52
Alüminyum asma tavan y.(baskı çıtasız, eloksalı)	734,16	44,56	32.714,17
Renkli düz mozayik döşeme kaplaması yapımı	73,6	24,98	1.838,53
100x200x9 mm düz renkli gri seramikle fugalı döşeme kaplaması	7434,96	23,45	174.349,81
Her renk düzkaro mozayikle döşeme kaplaması yapma	10,88	29,36	319,44
Her renk desenli k.mozayikle döşeme kaplaması yapma	1394,88	29,04	40.507,32
Pvc esaslı malzemeler ile süpürgelik yapılması	14237,6	3,54	50.401,10
100x200x9 mm düz renkli gri seramikle fugalı duvar kaplaması	9932,56	16	158.920,96
Her renkte karo fayansla duvar kaplaması yapımı	2960	23,9	70.744,00
Çam keresteden ahşap oturma çatı yapı(rendesiz)	3862,48	54,08	208.882,92
Ahşap çatıya 0.50 mm. Galvanizli oluklu saç ile çatı örtüsü yapılması	3862,48	27,59	106.565,82
Çatı arasına döşeme üzeri. Tip 18 (6cm) camyünü şilte ile ısı yalıtımı	3708	5,15	19.096,20
3 cm polistiren köpüğü ile ısı yalıtımı yapılması	256,08	6,34	1.623,55
Perlii çimentolu izolasyon sıvası (32mm) yapımı	97,92	28,26	2.767,22
Ø150 mm pvc yağmur oluğu temini ve yerine tesbiti	452,16	14,04	6.348,33
Ø125 mm bir ucu muflu pvc y. Borusu tesbit montajı	921,6	10,65	9.815,04
Akrilik kalın cephe kap. Malzemesiyle kaplama yapm.	18685,68	11,23	209.840,19
Beton ve sıvanın akrilik, ince latexle boyanması	7587,04	10,94	83.002,22
Yeni sıvaya renkli veya beyaz 2 kat tutkallı badana	2352,4	3,69	8.680,36
Yeni sıva yüzeylerine 3 kat badana boyası yapılması	68709,04	8,54	586.775,20
Yeni ahşap yüzeyin 3 kat yağlıboya ile boyanması	5259,2	15,41	81.044,27
Demir imalt. 1 kat sülyen, 2 kat yağlıboya ile boyanması	3927,84	10,06	39.514,07
Katran badana yapılması	734,16	3,45	2.532,85
Demir borudan kaynakla korkuluk yapılması	26961,76	4,43	119.440,60
Demir, madeni imalatı korozyona karşı 1 kat boyama	1092,16	5,84	6.378,21
Isı yalıtımsız alümin. Doğrama(elektrostatik toz boyalı)	369,6	16,63	6.146,45
Isı yalıtımlı alümin. Doğrama(elektrostatik toz boyalı)	320,32	17,63	5.647,24
3 cm renkli mermer ile döşeme kaplaması yapılması(30 cm x serbest boy)	3066,48	46,75	143.357,94
Bey. Çiment. Merm. Pirinçli suni merm. Plaklarla döşeme yapılması	1024,72	44,78	45.886,96
2 cm renkli mermer plakla duvar kaplaması yapılması	191,36	77,13	14.759,60
Renkli mermer plakla merdiven basamağı kaplaması	3321,6	43,7	145.153,92
Tekstil döş. Kap. Yapma(tafting bukle polipropilen es. Halkalı havlı)	13210,48	11,39	150.467,37

Sözleşme şartları gereği 16 ayda tamamlanması istenen bir blokun keşif bedeli **11.731.452.- TL**, sekiz blokluğun projenin toplam bedeli ise; **93.851.616.- TL** olarak hesaplanmıştır. Bu rakam sözleşme bedeline karşılık gelmekte, iş hangi sürede tamamlanırsa tamamlansın toplamda idareden alınacak parasal değeri ifade etmektedir. Bu aşamadan sonra 16, 12, 10, 8 ve 6 aylık tamamlanma süreleri için yapılan iş programlarına göre maliyetler hesaplanıp aylık hakediş miktarları belirlenmiştir. Bkz. **Tablo 2.**

Tablo 2. Farklı tamamlama sürelerine göre hakediş bedelleri TL

	16 Aylık	12 Aylık	10 Aylık	8 Aylık	6 Aylık
1. ay	11.846.224	11.465.488	13.052.168	17.892.552	16.436.704
2. ay	13.716.568	14.149.168	18.274.440	17.248.728	23.316.200
3. ay	10.235.472	9.914.368	10.941.520	15.655.200	22.670.136
4. ay	11.133.760	11.275.528	12.340.192	16.163.368	19.688.080
5. ay	9.600.096	11.405.928	7.083.472	8.420.024	8.025.016
6. ay	4.509.552	6.103.720	7.466.152	7.576.032	3.715.480
7. ay	4.518.288	4.933.016	9.252.320	8.182.304	
8. ay	3.513.288	4.493.944	8.745.024	2.713.408	
9. ay	2.545.992	4.477.976	4.954.960		
10. ay	2.563.984	5.659.888	1.741.376		
11. ay	4.078.896	6.486.088			
12. ay	5.335.832	3.486.520			
13. ay	4.459.920				
14. ay	3.878.448				
15. ay	1.866.128				
16. ay	49.216				

Şekil 2. de farklı tamamlama sürelerine göre ayrı ayrı yığılımlı maliyet eğrileri ile (S diyagramlarıyla) gösterilmiştir. (**Şekil 2.**)



Şekil 2. 16., 12., 10., 8. ve 6. aylar için Nakit Akış Diyagramları (S Eğrileri) TL

Her süre kısaltımına karşılık gelen nakit akışlarının sağlayacakları faiz gelirleri ile maruz kalacakları enflasyonist kayıplar da **Tablo 3-7'**de hesaplanmıştır. Hesaplamalarda aylık enflasyon değeri (Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2012 yılı ÜFE aylık % değişim ortalaması) % 5 ve banka faiz değeri aylık (BDDK verilerine göre 2012 yılı bankaların aylık vadeli mevduat faizi ortalaması) % 7 olarak alınmıştır.

Tablo 3. 16 aylık planlama ekonomik değer hesabı TL

1. ay	11.846.224	12.083.148	12.324.811	12.571.308	12.822.734	13.079.189	13.340.772	13.607.588	13.879.739	14.157.334	14.440.481	14.729.291	15.023.876	15.324.354	15.630.841	15.943.458
2. ay	13.716.568	13.990.899	14.270.717	14.556.132	14.847.254	15.144.199	15.447.083	15.756.025	16.071.146	16.392.568	16.720.420	17.054.828	17.395.925	17.743.843	18.098.720	
3. ay	10.235.472	10.440.181	10.648.985	10.861.965	11.079.204	11.300.788	11.526.804	11.757.340	11.992.487	12.232.337	12.476.983	12.726.523	12.981.053	13.240.674		
4. ay	11.133.760	11.356.435	11.583.564	11.815.235	12.051.540	12.292.571	12.538.422	12.789.191	13.044.974	13.305.874	13.571.991	13.843.431	14.120.300			
5. ay	9.600.096	9.792.098	9.987.940	10.187.699	10.391.453	10.599.282	10.811.267	11.027.493	11.248.043	11.473.003	11.702.463	11.936.513				
6. ay	4.509.552	4.599.743	4.691.738	4.785.573	4.881.284	4.978.910	5.078.488	5.180.058	5.283.659	5.389.332	5.497.119					
7. ay	4.518.288	4.608.654	4.700.827	4.794.843	4.890.740	4.988.555	5.088.326	5.190.093	5.293.895	5.399.772						
8. ay	3.513.288	3.583.554	3.655.225	3.728.329	3.802.896	3.878.954	3.956.533	4.035.664	4.116.377							
9. ay	2.545.992	2.596.912	2.648.850	2.701.827	2.755.864	2.810.981	2.867.201	2.924.545								
10. ay	2.563.984	2.615.264	2.667.569	2.720.920	2.775.339	2.830.846	2.887.462									
11. ay	4.078.896	4.160.474	4.243.683	4.328.557	4.415.128	4.503.431										
12. ay	5.335.832	5.442.549	5.551.400	5.662.428	5.775.676											
13. ay	4.459.920	4.549.118	4.640.101	4.732.903												
14. ay	3.878.448	3.956.017	4.035.137													
15. ay	1.866.128	1.903.451														
16. ay	49.216															
Toplam	115.164.753															

Tablo 4. 12 aylık planlama ekonomik değer hesabı TL

1. ay	11.465.488	11.694.798	11.928.694	12.167.268	12.410.613	12.658.825	12.912.002	13.170.242	13.433.647	13.702.320	13.976.366	14.255.893	14.541.011	14.831.831	15.128.468	15.431.037
2. ay	14.149.168	14.432.151	14.720.794	15.015.210	15.315.514	15.621.825	15.934.261	16.252.946	16.578.005	16.909.566	17.247.757	17.592.712	17.944.566	18.303.458	18.669.527	
3. ay	9.914.368	10.112.655	10.314.908	10.521.207	10.731.631	10.946.263	11.165.189	11.388.492	11.616.262	11.848.588	12.085.559	12.327.270	12.573.816	12.825.292		
4. ay	11.275.528	11.501.039	11.731.059	11.965.681	12.204.994	12.449.094	12.698.076	12.952.037	13.211.078	13.475.300	13.744.806	14.019.702	14.300.096			
5. ay	11.405.928	11.634.047	11.866.727	12.104.062	12.346.143	12.593.066	12.844.927	13.101.826	13.363.863	13.631.140	13.903.763	14.181.838				
6. ay	6.103.720	6.225.794	6.350.310	6.477.316	6.606.863	6.739.000	6.873.780	7.011.256	7.151.481	7.294.510	7.440.401					
7. ay	4.933.016	5.031.676	5.132.310	5.234.956	5.339.655	5.446.448	5.555.377	5.666.485	5.779.814	5.895.411						
8. ay	4.493.944	4.583.823	4.675.499	4.769.009	4.864.390	4.961.677	5.060.911	5.162.129	5.265.372							
9. ay	4.477.976	4.567.536	4.658.886	4.752.064	4.847.105	4.944.047	5.042.928	5.143.787								
10. ay	5.659.888	5.773.086	5.888.547	6.006.318	6.126.445	6.248.974	6.373.953									
11. ay	6.486.088	6.615.810	6.748.126	6.883.088	7.020.750	7.161.165										
12. ay	3.486.520	3.556.250	3.627.375	3.699.923	3.773.921											
Toplam	116.461.800															

Tablo 5. 10 aylık planlama ekonomik değer hesabı TL

1. ay	13.052.168	13.313.211	13.579.476	13.851.065	14.128.086	14.410.648	14.698.861	14.992.838	15.292.695	15.598.549	15.910.520	16.228.730	16.553.305	16.884.371	17.222.058	17.566.500
2. ay	18.274.440	18.639.929	19.012.727	19.392.982	19.780.842	20.176.458	20.579.988	20.991.587	21.411.419	21.839.647	22.276.440	22.721.969	23.176.409	23.639.937	24.112.735	
3. ay	10.941.520	11.160.350	11.383.557	11.611.229	11.843.453	12.080.322	12.321.929	12.568.367	12.819.735	13.076.129	13.337.652	13.604.405	13.876.493	14.154.023		
4. ay	12.340.192	12.586.996	12.838.736	13.095.510	13.357.421	13.624.569	13.897.060	14.175.002	14.458.502	14.747.672	15.042.625	15.343.478	15.650.347			
5. ay	7.083.472	7.225.141	7.369.644	7.517.037	7.667.378	7.820.725	7.977.140	8.136.683	8.299.416	8.465.405	8.634.713	8.807.407				
6. ay	7.466.152	7.615.475	7.767.785	7.923.140	8.081.603	8.243.235	8.408.100	8.576.262	8.747.787	8.922.743	9.101.198					
7. ay	9.252.320	9.437.366	9.626.114	9.818.636	10.015.009	10.215.309	10.419.615	10.628.007	10.840.568	11.057.379						
8. ay	8.745.024	8.919.924	9.098.323	9.280.289	9.465.895	9.655.213	9.848.317	10.045.284	10.246.189							
9. ay	4.954.960	5.054.059	5.155.140	5.258.243	5.363.408	5.470.676	5.580.090	5.691.692								
10. ay	1.741.376	1.776.204	1.811.728	1.847.962	1.884.921	1.922.620	1.961.072									
Toplam	118.348.542															

Tablo 6. 8 aylık planlama ekonomik değer hesabı TL

1. ay	17.892.552	18.250.403	18.615.411	18.987.719	19.367.474	19.754.823	20.149.920	20.552.918	20.963.976	21.383.256	21.810.921	22.247.139	22.692.082	23.145.924	23.608.842	24.081.019
2. ay	17.248.728	17.593.703	17.945.577	18.304.488	18.670.578	19.043.989	19.424.869	19.813.367	20.209.634	20.613.827	21.026.103	21.446.625	21.875.558	22.313.069	22.759.330	
3. ay	15.655.200	15.968.304	16.287.670	16.613.423	16.945.692	17.284.606	17.630.298	17.982.904	18.342.562	18.709.413	19.083.601	19.465.273	19.854.579	20.251.671		
4. ay	16.163.368	16.486.635	16.816.368	17.152.695	17.495.749	17.845.664	18.202.578	18.566.629	18.937.962	19.316.721	19.703.055	20.097.117	20.499.059			
5. ay	8.420.024	8.588.424	8.760.193	8.935.397	9.114.105	9.296.387	9.482.315	9.671.961	9.865.400	10.062.708	10.263.962	10.469.242				
6. ay	7.576.032	7.727.553	7.882.104	8.039.746	8.200.541	8.364.551	8.531.843	8.702.479	8.876.529	9.054.060	9.235.141					
7. ay	8.182.304	8.345.950	8.512.869	8.683.126	8.856.789	9.033.925	9.214.603	9.398.895	9.586.873	9.778.611						
8. ay	2.713.408	2.767.676	2.823.030	2.879.490	2.937.080	2.995.822	3.055.738	3.116.853	3.179.190							
Toplam	120.253.262															

Tablo 7. 6 aylık planlama ekonomik değer hesabı TL

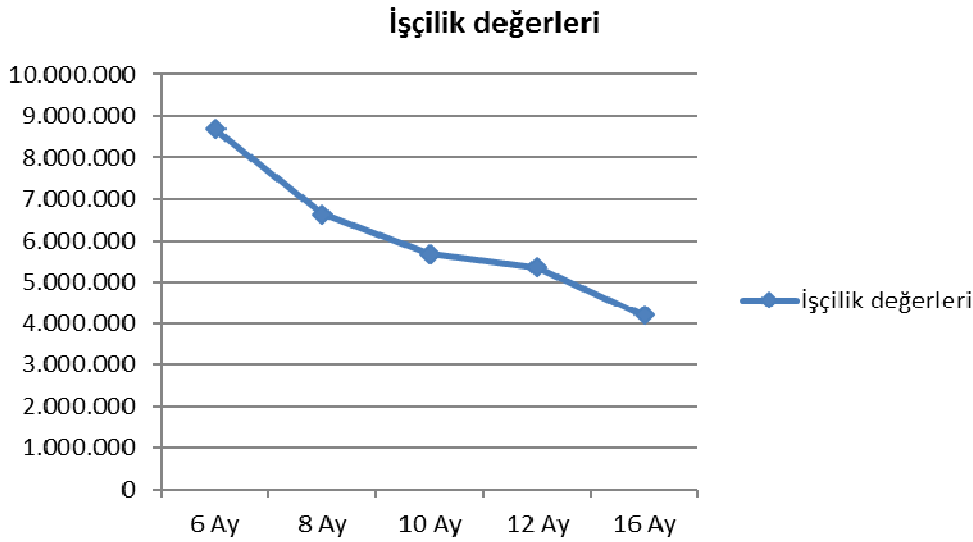
1. ay	16.436.704	16.765.438	17.100.747	17.442.762	17.791.617	18.147.449	18.510.398	18.880.606	19.258.218	19.643.383	20.036.250	20.436.975	20.845.715	21.262.629	21.687.882	22.121.640
2. ay	23.316.200	23.782.524	24.258.174	24.743.338	25.238.205	25.742.969	26.257.828	26.782.985	27.318.644	27.865.017	28.422.318	28.990.764	29.570.579	30.161.991	30.765.231	
3. ay	22.670.136	23.123.539	23.586.009	24.057.730	24.538.884	25.029.662	25.530.255	26.040.860	26.561.678	27.092.911	27.634.769	28.187.465	28.751.214	29.326.238		
4. ay	19.688.080	20.081.842	20.483.478	20.893.148	21.311.011	21.737.231	22.171.976	22.615.415	23.067.724	23.529.078	23.999.660	24.479.653	24.969.246			
5. ay	8.025.016	8.185.516	8.349.227	8.516.211	8.686.535	8.860.266	9.037.471	9.218.221	9.402.585	9.590.637	9.782.450	9.978.099				
6. ay	3.715.480	3.789.790	3.865.585	3.942.897	4.021.755	4.102.190	4.184.234	4.267.919	4.353.277	4.440.343	4.529.149					
Toplam	121.689.602															

Belirtilen her yeni proje süresi için iş gücü hesabı yapıp veriler elde edilmiş; 16, 12, 10, 8 ve 6 ay süreli programlara karşılık gelen “kritik yörüngeler üzerindeki iş gücü maliyetlerinin değişimi” elde edilmiştir. (*Tablo 8 ve Şekil 3.*)

Tablo 8. 16, 12, 10, 8 ve 6 ay süreli programlara karşılık gelen kritik yörünge üzerindeki iş gücü maliyetlerinin değişimi TL

Süre	Kritik faaliyetlerin işçilik maliyetleri	Kritik faaliyetlerdeki işçilik maliyetlerinin 16.cı ay sonu değeri
16 Ay	7.127.958	8.688.941
12 Ay	5.670.883	6.644.344
10 Ay	5.053.378	5.690.924
8 Ay	4.961.010	5.369.957
6 Ay	4.194.977	4.194.977

Şekil 3.'deki grafikten proje süresi kısaltıkça projenin maliyetlerini artıran ana faktör olan işçilik maliyetlerinin de arttığı görülmektedir.



Şekil 3. 16, 12, 10, 8 ve 6 ay süreli programlara karşılık gelen kritik yörünge üzerindeki iş gücü maliyetlerinin değişimi TL

93.851.616.- TL sözleşme bedelli projenin farklı zamanlarda tamamlanması ve hakedişlerin daha önce alınmasından sağlanacak kazançlar (enflasyon düşüldükten sonra) ve proje süresini kısaltmak için kritik yörüngeler üzerindeki faaliyetler için çalıştırılan işgücünün maliyetlerinin 16'ncı ay sonundaki ekonomik değerlerinin gösterildiği veriler *Tablo 9.*'da sunulmuştur. Bu tablodaki fark sütunu, sağlanan faiz getirilerinden, süreyi kısaltmak için çalışan sayısının artırılmasının maliyetlerinin 16'ncı ay sonundaki ekonomik değerinin çıkarılması ile oluşturulmuştur. Fark sütunu, projenin farklı zamanlarda tamamlanmasının net 16'ncı ay sonundaki değerini vermektedir.

Tablo 9. 16. 'cı ay sonu itibarı ile 16, 12, 10, 8 ve 6 ay süreli programlara karşılık gelen proje ekonomik değerleri, kritik yörünge üzerindeki iş gücü maliyetleri ve aradaki farklar TL

<i>Süre</i>	<i>Proje değerleri</i>	<i>İşçilik değerleri</i>	<i>Fark</i>
6 Ay	121.689.602	8.688.941	113.000.662
8 Ay	120.253.262	6.644.344	113.608.918
10 Ay	118.348.542	5.690.924	112.657.617
12 Ay	116.461.800	5.369.957	111.091.843
16 Ay	115.164.753	4.194.977	110.969.776

Yapılan hesaplamalar sonucunda işin sözleşmesinde belirtilen sürenin (16 ay) ekonomik değerlendirmelere göre uygun olmadığı anlaşılmıştır. Bu proje için 8 aylık tamamlama süresi ekonomik olarak en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak inşaat faaliyetlerinin süresinin kısaltılması genel giderlerde de önemli bir tasarruf yaratacaktır. İşin toplam tutarı (sözleşme bedeli) değişmeyecek fakat hakedişler erken alınacağı için “faiz getirisi ile enflasyon kaybı farkı” kadar, getiriye tasarruf sağlayacaktır. Ayrıca projenin erken bitmesi, daha çabuk işletmeye alınmasını ve sağlanacak faydanın (işletme gelirinin) daha erken başlamasını sağlayacaktır.

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Düzce/Kaynaşlı TOKİ B tipi planlı 8 adet bloktan oluşan toplu konut projesinin sözleşmede belirtilen 16 aylık sürede bitebilecek şekilde iş planı yapılmış ve proje maliyeti hesaplanmış, CPM (ağ) diyagramları oluşturularak kritik faaliyetler ve kritik yörünge belirlenmiştir. Bu 16 aylık sözleşme süresi; farklı tamamlanma sürelerine karşılık getirilerin neler olabileceğinin belirlenmesi amacı ile 12, 10, 8 ve 6 aya çekilerek tekrar hesaplanıp düzenlenmiştir. Her süre kısaltımına karşılık gelecek ve gerekli adam saat değerini sağlayacak işgücüne ait artışlar ve bu artışların neden olacağı maliyet artışları hesaplanmıştır.

Her süre için alınacak hakedişlerin banka faiz getirileri ve enflasyondan kaynaklanan kayıpları hesaplanarak 16'ncı ay sonunda hangi süreli projenin fayda/masraf oranının en uygun olduğu analiz edilmiştir. Çalışmalar sonucunda projenin, 16 ay yerine 8 ayda tamamlanmasının ekonomik olarak daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada süre kısaltımlarından kaynaklanan “tasarruf edilen zamana” karşılık gelen endirek maliyetlerin hesabı yapılmamıştır. Benzer uygulamalarda bu hesabın da yapılıp edinilen parasal faydanın da hesaba katılması, uygulamacıları daha gerçekçi sonuçlara ulaştıracaktır. Bazı uygulamalarda öngörülen tamamlama tarihinden daha ilerideki tamamlama zamanlarına karşılık gelen sürelerde optimum maliyete ulaşılabilmenin de olası olduğu unutulmamalıdır; belki de süre artırımını böyle bir proje için daha ekonomik olacaktır.

Bir projenin yatırım planlaması yapılırken; farklı koşullara göre farklı planlamaların oluşturulması ve her planlamanın zaman, kaynak ve maliyet analizlerinin yapılarak en rasyonel olanın tercih edilmesi, makro ve mikro ölçeklerden en uygun yol olacaktır. Bu ifade hem yatırımı yapan iş sahibi hem de projenin yapımını üstlenen inşaat firmalarını birlikte kapsamaktadır.

V. KAYNAKLAR

- [1] Balkan U.,N., “*İnşaat Projelerinde Kaynak İhtiyacının Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı İle Tahmini*”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (2007).
- [2] Yıldız, S., “*Proje yönetiminde kaynak dengelemesi ve kazanılmış değer analizi: inşaat sektöründe bir uygulama*”, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 7-20 (2001).
- [3] Sivri G., “*İnşaat projelerinde ilerlemenin izlenmesi, kontrolü ve proje bilgi yönetim sisteminin uygulanması*”, İ.T.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1-48 (2001).
- [4] Kutlu, N.T. “*Planlama teknikleri ve Pert tekniğinin inşaat sektöründe uygulanması üzerine bir çalışma*”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3 (2): 164-207 (2001).
- [5] Duncan, W.,R., “*A Guide To The Project Management Body Of Knowledge*”, Project Management Institute, USA, 3-27 (1996).
- [6] Keskinel, F. “*Şebeke Bazlı Bilgisayar Destekli Proje Yönetimi*”, Birsen yayınevi, İstanbul, 143-152 (1976).
- [7] Albayrak, B. “*Proje Yönetimi ve Proje Danışmanlığı*” Beta Yayınları, İstanbul,254, (2001).
- [8] Kuruoğlu, M., Bayoğlu, F.İ. “*Bayındırlık İşleri Genel Şartnamesinin Uygulanmasında Yaşanan İhtilafların İncelenmesi*”, İstanbul, 12, (2002).
- [9] Ashworth, A. “*Cost Studies Of Buildings*”, London, 410, (1999).
- [10] Gary, C.F. Larson E.W., “*Project Management: The Managerial Process*” Singapore, 254. (2000).
- [11] Weame S.H., “*Control Of Engeneerring Projects*”, USA, 102, (1974).
- [12] MPM-REFA İş Etütü ve İşletme Organizasyonu Birliği & Milli Prodüktivite Merkezi, “*Planlama ve Yönetme Yöntem Bilgisi*” (cilt 5. Ağ Planı Tekniği, Proje Yönetimi, İşyeri Planlaması), Ankara, 64. (1989).
- [13] Çetmeli, E. “*Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörüğe (CPM) ve PERT Metotları*”, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 87, (1982).
- [14] Barutçugil, I. S. “*Üretim Sistemi ve Yöntem Teknikleri*”, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa, 239-240(1996).