

Kısıtlı Kaynak Koşullarının Yapı Maliyetine Etkisinin İncelenmesi

Recep KANIT, Umut Naci BAYKAN, Mürsel ERDAL
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bütün diğer sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de planlanan bir yapım işi için gerekli olan kaynakların öngörülen zaman ve miktarda projeye dahil olması beklenmektedir. Ancak, kaynakların kısıtlı olduğu koşullarda bu beklentilerin her zaman gerçekleşmesi mümkün olamamaktadır. Henüz planlama aşamasında iken yapım süresince oluşabilecek kaynak tahsisinin yapının maliyeti ve süresine etkilerinin bilinmesi, gerek yatırımcı gerekse yüklenici için gereklidir. Bu çalışmada, bir sağlık ocağı inşaatı için gereken kaynaklar Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat sistemiyle hesaplanarak, işçilik kaynaklarına uygulanan kısıtlamaların projenin süresine ve maliyetine etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kısıtlı kaynaklar, Maliyet planlama, Proje çizelgeleme, Maliyet, Maliyet tahmini.

Investigation of the Effects of Constrained Source Conditions on the Structure Cost

ABSTRACT

It is expected that all necessary sources needed for a construction project has to be included in the project at the required time with necessary amount like the other sectors. However under constrained source conditions, these expectations could not always be satisfied. Effects of source assignments on the cost and completion time of the structure have to be known during the planning stage by both investor and the contractor. In this study, effects of constraints on the workmanship sources to the project cost and time were investigated for a village clinic construction project at which the cost of the necessary sources were calculated according to the Ministry of Public Works' pricing system.

Key Words: Constrained resources, Cost planning, Project scheduling, Cost, Cost estimation.

1. PROJE YÖNETİMİ VE KISITLI KAYNAK KOŞULLARINDA PLANLAMA

Günümüzde kaynakların sınırsız olarak kullanılabilirdiği bir ortam öngörmek mümkün değildir. Kaynakların kıt, zamanın çok değerli olduğu günümüz koşullarında, kaynakların en akılcı biçimde kullanımını sağlayacak bir yönetim ve programlama tekniğinin gerekliliği açıktır. Zamanın ve paranın en iyi şekilde değerlendirilmesi ve kısıtlı olan malzeme, işgücü, makine-ekipman vb. kaynakların en uygun biçimde kullanılmasını sağlamak amacıyla, bir projenin başlangıcından bitimine kadar olan sürecin planlanması gerekmektedir. Bu gereklilik, proje yönetimi kavramını ortaya koymuştur.

Proje yönetimi için, “eldeki imkanlar dahilinde projenin amaçlanan hedeflere en iyi yoldan ve en etkili biçimde ulaşmasını sağlamak üzere, sürecin planlanması ve denetimi (1)”, “projenin hedeflerine ulaşabilmesi için proje faaliyetlerinin planlanması, programlanması (çizelgelemesi), ve kontrol edilmesi (2)”, “ulaşılacak istenen belli bir sonucu elde etmek için kullanılan maddi ve beşeri kaynakların ortak faaliyetlerini planlama, örgütlenme, yürütme ve denetleme çalışmaları (3)” gibi tanımlar verilebilir. Proje yönetiminin temel hedefi, bir

projenin planlanan sürede, en az maliyetle ve istenilen kalite düzeyinde tamamlanmasıdır. Proje yönetimi bilgilerin, tecrübelerin, araç ve tekniklerin, ihtiyaçların ve projeden beklentilerin karşılanmasına yönelik uygulanmasıdır (4). Tüm bu tanımlar içinde zaman, maliyet ve kısıtlı kaynakların bütünleştiği görülmektedir.

Günümüz koşullarında, inşaat sektörü için giderek 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 değerlendirilmelerini zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin sadece mal ve hizmet üretmeleri yetersiz kalmakta, bu mal ve hizmetleri rakiplerden daha kısa sürede ve daha uygun maliyetlerle üretmeleri önem kazanmaktadır (3). Dolayısıyla, bir firmanın piyasada rekabet edebilmesinin temel koşullarından birisinin de; tüm yapım sürecini kontrol edebilme yeteneği olduğu söylenebilir. İnşaat yönetimi adıyla tanımlanan bu yaklaşım; bir inşaat işletmesinin ele aldığı projenin amaçlarını gerçekleştirebilmek için bir araya getirdiği maddi ve beşeri kaynakların faaliyetlerini planlama, örgütlenme, yürütme, düzenleme ve denetleme fonksiyonları topluluğu şeklinde ifade edilmektedir (1). Hedeflenen proje amaçlarına ulaşabilmek için ye-

rine getirilmesi gereken fonksiyonların tamamı, eldeki kısıtlı kaynakların optimum biçimde kullanımını sağlamaya yöneliktir.

Banar (2000)'a göre, kaynak kullanımı konusunda literatürde geçen üç temel problem vardır. Bunlar:

- 1- Sürenin sınırlı, kaynağın serbest olması halinde kaynakların en iyi bir biçimde kullanılması (unlimited resource leveling problem),
- 2- Süre ve giderin serbest olarak alınıp, en az giderli yatırım süresinin bulunması (time cost trade-off problem),
- 3- Kaynakların kısıtlı olması hali yada mevcut kaynak kısıtları altında, sürenin en az uzamasıyla işin tamamlanması problemi (resource-constrained scheduling problem) (5).

Bir projedeki faaliyetlerin büyük bölümü kısıtlı durumdaki farklı kaynaklara ihtiyaç duyar. Kısıtlı kaynak koşulları altındaki proje programlamadaki kaynak tahsisi sorunlarının çözümü için matematiksel ve sezgisel yöntemleri temel alan pek çok farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Tam sayılı programlama, dal-sınır tekniği, sayılama vb. matematiksel yaklaşımlar küçük ölçekli test problemlerinin çözümünde yeterli olmakla birlikte, karmaşık problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadır (6). İnşaat projeleri vb. faaliyet sayısı oldukça fazla olan projelerde ise sezgisel yaklaşımların uygun çözümler ürettiği bilinmektedir. Sezgisel yaklaşımlara örnek olarak seri ve paralel yöntem, genetik algoritma, tabu arama ve yapay sinir ağları verilebilir.

Ulusoy (2002), kısıtlı kaynaklar altında proje çizelgeleme problemini, "kısıtlı kaynaklar kullanılarak, bir projeyi oluşturan faaliyetlerin öncüllük ilişkilerini ihlal etmeden amaç işlevini en iyileyecek biçimde çizelgenmesidir" şeklinde tanımlamıştır. Burada, proje süresi ve toplam maliyetin enazlanması proje yöneticisi için en önemli iki amaçtır (7).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada kullanılan proje Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca ülkemizde inşa ettirilen Köy Tipi Sağlık Ocağı projesidir. Proje, zemin kat, lojmanların yer aldığı iki normal kat, bahçe içerisindeki kömürlük ve garajdan oluşmaktadır.

Öncelikle, Yaklaşık Miktarlar Yöntemine (Birim Fiyat Yöntemi) göre projedeki imalat kalemlerinin (faaliyetlerin) miktarları (metrajı) hesaplanmış ve 2003 yılı Birim Fiyatları kullanılarak projenin maliyeti (keşfi) 285.384.867.114.-TL olarak belirlenmiştir (Ek 1). Keşifte yer alan imalat kalemleri dikkate alınarak faaliyet listesi oluşturulmuş ve her faaliyet dahilinde yapılması gereken imalatlar belirlenmiştir (Tablo 1). Proje bo-

yunca kullanılacak kaynak miktarları, keşifteki miktarlardan ve Bayındırlık İskan Bakanlığı birim fiyat analizlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Daha önce yapımı tamamlanmış benzer nitelikteki bir projenin yapım sözleşmesindeki süre dikkate alınarak, proje toplam süresi 260 gün olarak alınmış, iş yükü nedeniyle iş programında makine ve elektrik tesisatı ile ilgili faaliyetlere yer verilmeyerek, süre 217 güne indirilmiştir. Bu sürenin % 55'i kaba inşaat, % 45'i ise ince inşaat kabul edilerek, kaba inşaat için 117 gün, ince inşaat için ise 100 gün ayrılmıştır. Kaynak havuzunun tamamı için, haftada 6 gün ve günde 8 saat çalışmayı öngören 48 saat/hafta'lık bir çalışma takvimi esas alınmıştır. Proje başlangıç tarihi 01.01.2003 olarak kabul edilmiştir.

Proje, ikisi özet faaliyet (kaba inşaat ve ince inşaat) olmak üzere 42 faaliyetten oluşmaktadır. Faaliyetler arasındaki öncelik ilişkileri ile faaliyetlerin başlangıç ve bitiş tarihleri Tablo 1'de görülmektedir.

Kaynak havuzu içerisinde, 86 adet malzeme, 37 adet işçilik ve 8 adet makine-ekipman kaynağı bulunmaktadır. Kaynakların tamamı Tablo 1 yardımıyla ilgili faaliyetlere atanmıştır. Proje boyunca kullanılacak kaynaklara ait liste Ek 2'de verilmiştir.

Çizelgeleme, kaynak tahsisi ve kaynak dengeleme işlemleri için Microsoft Project programından yararlanılmıştır.

3. ANALİZ

3.1. Kaynak Kısıtsız Koşul

Kaynaklarda herhangi bir kısıtlama olmayan koşulda, sözleşmede belirlenmiş sürede projenin tamamlanması gerekmektedir. Dolayısıyla amaç işlevi, "proje süresinin enazlanmasıdır". Bu kabulle hazırlanan iş programında, faaliyet süreleri, proje toplam süresini aşmayacak biçimde belirlenerek, süre tahsisi sonunda her bir faaliyetin toplam bolluğu sıfır olarak elde edilmiştir. Bu durumda, tüm faaliyetler kritik yol üzerindedir.

İmalatların bir biriminin gerçekleştirilmesi için gerekli olan kaynak çeşit ve miktarları birim fiyat analizleri ile belirlenmiş olup bu miktarlar değişmemektedir. Analiz için kullanılan Microsoft Project programının notasyonu gereğince, kaynak tahsisi yapılmadan önce faaliyetlerin tamamı "sabit birim kullanan faaliyet" (fixed units) olarak ayarlanmıştır.

Sonuç olarak, eldeki kaynaklarla 217 günlük süreye uyulmuş ve bu süre sonundaki proje maliyeti 238.578.392.619.-TL. olarak bulunmuştur. Bu rakam, projenin yükleniciye maliyetidir. Proje nakit akışı Tablo 2'de verilmiştir. Proje 09.09.2003 tarihinde tamamlanacaktır. Proje programı Ek 3'te görülmektedir.

Tablo 1. Faaliyet listesi ve ilgili imalatlar

Sıra No	Faaliyet	Gün	Başlangıç	Bitiş	Önceki Faaliyet	İlgili Poz
1	Kaba İncelet	112	01.01.2004 08:00	15.05.2004 17:00	-	-
2	Kazı yapılması	5	01.01.2004 08:00	06.01.2004 17:00	-	15.00/1-15.00/1-2-15.00/1-3-15.00/6-1-15.00/6-2-15.00/6-3-15.01/0-2-15.01/0-3B-15.01/0-4-15.01/0-6-15.01/1-1-15.01/4-2-15.01/4-3
3	Temel atın çöbeton	1	07.01.2004 08:00	07.01.2004 17:00	2	16.00/1
4	Temel kalıplarının hazırlanması ve montajı	8	08.01.2004 08:00	16.01.2004 17:00	3	21.01/1-21.05/4
5	Temel demirlerinin hazırlanması ve montajı	8	08.01.2004 08:00	16.01.2004 17:00	3	23.00/1/1-23.00/2
6	Temel betonu dökelmesi	1	17.01.2004 08:00	17.01.2004 17:00	5-4	16.04/3/1
7	Dolgu yapılması	1	22.01.2004 08:00	22.01.2004 17:00	6FS-3	14.0/18
8	Blöke yapılması	1	23.01.2004 08:00	23.01.2004 17:00	7	17.1/37
9	Subzansmanışta tesviye betonu dökelmesi	1	24.01.2004 08:00	24.01.2004 17:00	8	16.00/2
10	Zemin kat kolon/perde kalıplarının hazırlanması ve montajı	6	26.01.2004 08:00	31.01.2004 17:00	9	21.01/1
11	Zemin kat kolon/perde demirlerinin hazırlanması ve montajı	13	17.01.2004 08:00	31.01.2004 17:00	5	23.00/1/1-23.00/2
12	Zemin kat kolon/perde betonu dökelmesi	1	02.02.2004 08:00	02.02.2004 17:00	11-10	16.04/3/1
13	1. kat döşeme kalıplarının hazırlanması ve montajı	6	06.02.2004 08:00	12.02.2004 17:00	12FS+3	21.01/1-21.05/4
14	1. kat döşeme demirinin hazırlanması ve montajı	10	02.02.2004 08:00	12.02.2004 17:00	11	23.00/1/1-23.00/2
15	1. kat döşeme betonu dökelmesi	1	13.02.2004 08:00	13.02.2004 17:00	14-13	16.04/3/1
16	1. kat kolon/perde kalıplarının hazırlanması ve montajı	6	18.02.2004 08:00	24.02.2004 17:00	13FS+3	21.01/1
17	1. kat kolon/perde demirlerinin hazırlanması ve montajı	10	13.02.2004 08:00	24.02.2004 17:00	14	23.00/1/1-23.00/2
18	1. kat kolon/perde betonu dökelmesi	1	25.02.2004 08:00	25.02.2004 17:00	17-16	16.04/3/1
19	2. kat döşeme kalıplarının hazırlanması ve montajı	6	01.03.2004 08:00	06.03.2004 17:00	18FS+3	21.01/1-21.05/4
20	2. kat döşeme demirinin hazırlanması ve montajı	10	25.02.2004 08:00	06.03.2004 17:00	17	23.00/1/1-23.00/2
21	2. kat döşeme betonu dökelmesi	1	08.03.2004 08:00	08.03.2004 17:00	20-19	16.04/3/1
22	2. kat kolon/perde kalıplarının hazırlanması ve montajı	6	12.03.2004 08:00	18.03.2004 17:00	21FS+3	21.01/1
23	2. kat kolon/perde demirlerinin hazırlanması ve montajı	10	08.03.2004 08:00	18.03.2004 17:00	20	23.00/1/1-23.00/2
24	2. kat kolon/perde betonu dökelmesi	1	19.03.2004 08:00	19.03.2004 17:00	23-22	16.04/3/1
25	Çatı katı döşeme kalıplarının hazırlanması ve montajı	6	24.03.2004 08:00	30.03.2004 17:00	24FS+3	21.01/1-21.05/4
26	Çatı katı döşeme demirinin hazırlanması ve montajı	10	19.03.2004 08:00	30.03.2004 17:00	23	23.00/1/1-23.00/2
27	Çatı katı döşeme betonu dökelmesi	1	31.03.2004 08:00	31.03.2004 17:00	26-25	16.04/3/1
28	Çatı yapılması	22	05.04.2004 08:00	29.04.2004 17:00	27FS+3	21.210
29	Çatı kaplamasının yapılması	14	30.04.2004 08:00	15.05.2004 17:00	28	18.21/1-18.23/1-18.24/6-19.05/0/1-24.01/2-24.02/0-24.03/1-24.06/1
30	İç dış tuğla duvar yapılması	70	25.02.2004 08:00	15.05.2004 17:00	16	18.07/1/1-18.07/1/2-18.08/1/6
31	Kaba işlerin bitirilmesi	0	15.05.2004 17:00	15.05.2004 17:00	30-29	-
32	İnce İncelet	100	17.05.2004 08:00	09.09.2004 17:00	1	-
33	Doğrama kasalarının takılması	10	17.05.2004 08:00	27.05.2004 17:00	31	22.00/1-27.50/4-27.57/1-27.57/6
34	İç dış sıva yapılması (İş istikrarı dahil)	20	28.05.2004 08:00	19.06.2004 17:00	33	21.06/5-27.50/1-27.53/1-27.53/5
35	İç duvar kaplamaları yapılması	10	21.06.2004 08:00	01.07.2004 17:00	34	26.07/1-26.19/1/2
36	Yer kaplamasının yapılması (Tesviye dahil)	10	02.07.2004 08:00	13.07.2004 17:00	35	21.26/1-21.28/1-26.20/6-26.62/2-27.58/1
37	İç boyalı işleri	50	14.07.2004 08:00	09.09.2004 17:00	36	25.00/5-25.01/6-25.02/3-25.04/5-25.04/8/1-25.06/0-25.13/7
38	Dış boyalı işleri	15	08.07.2004 08:00	07.07.2004 17:00	34	27.55/8/2
39	Kapı ve pencere montajlarının yapılması	15	08.07.2004 08:00	24.07.2004 17:00	38	22.00/9-23.15/2-23.16/3-23.17/6-23.21/1-A.01-A.07-A.08-A.010-C.01-C.04
40	Çam takılması	10	26.07.2004 08:00	05.08.2004 17:00	39	28.01/7-28.06/3-28.09/7
41	Çevre düzenleme - Fosforik - Çaraj Köm.	30	06.08.2004 08:00	09.09.2004 17:00	40	16.00/2-16.02/2-16.04/3/1-17.13/7-21.01/1-21.05/4-21.05/7-23.00/1/1-23.00/2-23.11/1-23.17/1-23.22/6-23.25.01/6-23.26.50/1-A-27.50/1-27.57/8-27.58/3
42	İnce işlerin bitirilmesi	0	09.09.2004 17:00	09.09.2004 17:00	41-37	-

Tablo 2. Kaynak kısıtsız koşulda proje nakit akışı (Süre:217 gün)

Aylar		Nakit Akışı (TL)
1	Ocak	39.954.676.282
2	Şubat	19.046.513.913
3	Mart	28.486.389.090
4	Nisan	11.582.184.365
5	Mayıs	10.771.042.875
6	Haziran	22.581.324.123
7	Temmuz	51.329.843.357
8	Ağustos	40.538.296.813
9	Eylül	14.288.121.801
TOPLAM		238.578.392.619

3.2. Kaynakların Kısıtlı Olduğu Koşul

Kaynak kısıtsız koşul için belirlenen proje programı baz alınarak, işçilik kaynaklarına ait adam-saat değerleri sırasıyla % 5, % 10, % 15, % 20 ve % 25 oranlarında azaltılmış (Ek 4) ve yeni durumun analizi yapılmıştır. Kısıtlamadan sonraki miktarların hesaplanması *Betoncu ustası* kaynağı için Tablo 3’de örneklenmiştir.

Tablo 3. İşçilik miktarına uygulanan kısıtlamalar

Kaynak	Azaltma Miktarı					
	% 0	% 5	% 10	% 15	% 20	% 25
<i>Betoncu Ustası</i>	%	%	%	%	%	%
	1572	1493	1415	1336	1258	1179

Analize göre, kaynak sınırsız programlamada projenin tamamı için gereken betoncu ustasının miktarı 633,97 saattir. Bu miktar faaliyetlere,

Temel altı grobeton	8,55 sa
Temel betonu dökülmesi	125,73 sa
Subasmanüstü tesviye betonu dökülmesi	10,15 sa
Zemin kat kolon/perde betonu dökülmesi	25,13 sa
1. kat döşeme betonu dökülmesi	49,43 sa
1. kat kolon/perde betonu dökülmesi	25,13 sa
2. kat döşeme betonu dökülmesi	48,55 sa
2. kat kolon/perde betonu dökülmesi	25,13 sa
Çatı katı döşeme betonu dökülmesi	51,62 sa
Çevre düzenleme+Fosseptik+Garaj/Köm.	264,50 sa

olarak dağılmaktadır. “Temel betonu dökülmesi” faaliyetinde betoncu ustasının miktarı 125,73 saattir. Faaliyet süresi 1 gün (=8 saat) olduğundan, bu faaliyeti 1 günde tamamlamak için ihtiyaç duyulacak betoncu ustası sayısı, $\frac{125,73}{8} = 15,72$ adettir.

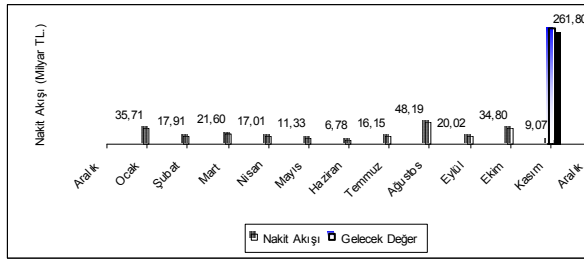
Her imalatın gerçekleştirilebilmesi için belirli nitelik (Betoncu ustası, Düz işçi v.b.) ve miktarda (saat) işçiliğe ihtiyaç vardır. Kısıtlama sonrası, aynı imalatın daha az işçilikle gerçekleştirilmesi zorunlu olduğundan, ilgili faaliyette kaynak yetersizliği problemi ortaya çıkmaktadır. Kaynak düzeylendirme (seviyelendirme) işleminde kaynakların artırılması mümkün olmadığı için (sabit birimler), bu problem ancak faaliyet süresinin artırılması ile çözülebilmektedir. Faaliyet süreleri artırılırken, öncelik ilişkileri ve oluşan bolluklardan yararlanılarak, bolluğu fazla faaliyet süresi daha önce artırılmıştır. Böylelikle, proje toplam süresindeki uzamanın en az olması sağlanmıştır. Her azaltma işleminden sonra proje toplam süresinin ve nakit akışının değişimini gösteren sonuçlar Tablo 4’te görülmektedir.

Tablo 4. İşçilik miktarlarının kısıtlanması durumunda proje süresi ve nakit akışı

Aylar		Aylık Nakit Akışı (TL)				
		% 5	% 10	% 15	% 20	% 25
Süre (gün)		232	241	249	260	273
1	Ocak	38.126.862.829	38.126.862.829	37.621.166.758	36.238.581.789	35.711.676.036
2	Şubat	18.063.428.584	17.791.288.148	17.729.144.876	17.963.056.142	17.909.127.534
3	Mart	24.358.957.302	23.917.177.407	23.418.315.147	23.622.246.947	21.597.837.992
4	Nisan	15.707.899.200	15.934.101.302	15.776.827.575	15.746.133.018	17.007.811.325
5	Mayıs	10.449.894.008	10.463.053.914	10.941.294.734	11.044.007.164	11.331.116.769
6	Haziran	14.487.799.188	12.535.924.181	10.469.413.163	8.754.871.308	6.779.782.847
7	Temmuz	50.800.582.390	42.008.420.483	29.462.637.413	20.203.700.019	16.153.151.353
8	Ağustos	29.968.746.059	30.205.649.692	38.544.417.588	48.448.003.286	48.192.035.362
9	Eylül	36.614.223.058	42.117.394.095	37.212.860.484	26.757.900.077	20.024.625.801
10	Ekim		5.478.520.568	17.402.314.882	29.799.892.870	34.804.883.862
11	Kasım					9.066.343.738
TOPLAM		238.578.392.619	238.578.392.619	238.578.392.619	238.578.392.619	238.578.392.619

3.3. Ekonomik Analiz

Yapılan işlemler sonucunda, işçilik miktarlarının kısıtlı olmadığı ve belirli oranlarda (% 5, % 10, % 15, %20, % 25) kısıtlandığı koşullar için oluşan nakit akışlarının bir arada değerlendirilebilmesi için gelecek değer analizi yapılmıştır. Elde edilen en uzun süreli proje programı 11. ayda tamamlanmaktadır (Şekil 1). Tablo 4’de yer alan aylık parasal değerlerin tamamı yıllık % 22 faiz oranıyla 11. ay sonuna taşınarak toplam maliyet hesaplandığında, yeni nakit akış durumu Tablo 5’deki gibi olmaktadır. İşçilik kısıtsız koşul ve farklı oranlarda kısıtlı koşullara göre maliyet belirlemelerinde dolaylı maliyetler hesap dışı bırakılmıştır.

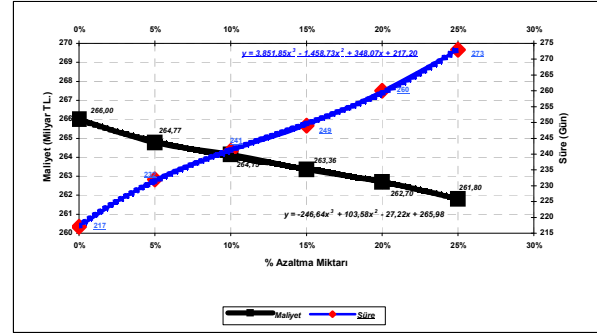


Şekil 1. En uzun süreli projenin nakit akışı ve nakit akışının gelecek değeri

Tablo 5. Elde edilen nakit akışlarının 11. ay sonundaki değerleri

Aylar	Aylık Nakit Akışı (11. ay sonundaki değerler)					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Süre (gün)	217	232	241	249	260	273
1 Ocak	47.914.528.063	45.722.573.901	45.722.573.901	45.116.132.031	43.458.105.676	42.826.228.688
2 Şubat	22.429.786.360	21.272.073.510	20.951.592.194	20.878.410.282	21.153.871.699	21.090.363.639
3 Mart	32.942.539.914	28.169.450.352	27.658.562.441	27.081.662.720	27.317.495.751	24.976.406.727
4 Nisan	13.152.859.857	17.838.068.391	18.094.946.062	17.916.344.236	17.881.487.149	19.314.263.336
5 Mayıs	12.011.507.417	11.653.372.923	11.668.048.410	12.201.366.606	12.315.908.079	12.636.083.124
6 Haziran	24.728.581.445	15.865.443.507	13.727.964.773	11.464.949.295	9.587.371.714	7.424.472.161
7 Temmuz	55.198.818.038	54.629.664.153	45.174.795.142	31.683.376.670	21.726.549.081	17.370.691.277
8 Ağustos	42.809.029.052	31.647.430.246	31.897.603.917	40.703.463.688	51.161.793.741	50.891.487.904
9 Eylül	14.816.821.997	37.969.051.017	43.675.854.669	38.589.839.691	27.748.016.707	20.765.592.580
10 Ekim			5.578.960.112	17.721.357.321	30.346.224.239	35.442.973.400
11 Kasım						9.066.343.738
TOPLAM	266.004.472.143	264.767.128.000	264.150.901.621	263.356.902.539	262.696.823.836	261.804.906.575

Tablo 5’deki veriler yardımıyla proje süresinin ve maliyetin değişimi aynı grafik üzerine işlenerek, değişim eğrilerinin eğilim çizgileri ve bu çizgilerin 3. derece denklemleri tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Proje süre ve maliyet değişiminin grafik ifadesi.

Şekil 2 incelendiğinde, işçilik kısıtı arttırıldıkça proje toplam süresinin uzadığı, ancak projenin yükleniciye olan maliyetinin giderek azaldığı görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda, süre eğrisine ait eğilim çizgisi denklemi,

$$y = 3.851,85x^3 - 1.458,73x^2 + 348,07x + 217,20$$

maliyet eğrisine ait eğilim çizgisi denklemi ise,

$$y = -246,64x^3 + 103,58x^2 - 27,22x + 265,98$$

olarak bulunmuştur.

Benzer bir projenin % 8 işçilik kısıtı altında oluşacak maliyet ve proje süresi tahmin edilmek istenirse, sonuçlar aşağıda gibi olacaktır.

% 8 işçilik kısıtı altında proje süresi :

$$y = 3.851,85(0,08)^3 - 1.458,73(0,08)^2 + 348,07(0,08) + 217,20$$

$$y = 237,68 \cong 238 \text{ gün.}$$

% 8 işçilik kısıtı altında projenin yükleniciye maliyeti :

$$y = -246,64(0,08)^3 + 103,58(0,08)^2 - 27,22(0,08) + 265,98$$

$$y = 264,34$$

$$y = 264.340.000.000. - TL.$$

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, yapım süreci boyunca kullanılması gereken kaynaklarda kısıtlama yapılması halinde, proje süresi ve maliyetinin bundan nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Bunun için yapımı gerçekleştirilmiş bir sağlık ocağı projesi ele alınmıştır. İşin yapım sözleşmesindeki süreye bağlı kalınarak ve kaynakların kısıtlı olmadığı kabul edilerek hazırlanan iş programı ile işçilik kaynaklarının belirli yüzdelere kısıtlandığı koşullarda oluşan nakit akışları ve proje süresindeki değişimler belirlenerek, bu değişimlerin matematiksel ifadesi elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, süre şartına bağlı programa uygulanan kaynak kısıtı proje süresini uzatmakta, ancak projenin yükleniciye olan maliyetini azaltmaktadır. Proje süresindeki değişim $y = -14,29x^2 + 216,14x + 218,64$ denklemiyle; proje maliyetindeki değişim ise $y = 11,08x^2 - 18,77x + 265,89$ denklemiyle ifade edilebilmektedir. Yüklenici, daha önce yapılmış olan bu tür bir analizin sonuçlarını kullanarak, benzer bir projenin planlama safhasında maliyet ve süre öngörülerinde bulunabilecektir. Bu çalışmada tek proje üzerinde yapılan işlemlerin, ileriki çalışmalarda birden çok benzer projeye yapılması durumunda güvenilirliği yüksek bir tahmin yöntemine ulaşılabileceği ortaya konulmaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Yıldız, S., Proje Yönetiminde Kaynak Dengelemesi ve Kazanılmış Değer Analizi: İnşaat Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001, Ankara.
2. Sivri, G., İnşaat Projelerinde İlerlemenin İzlenmesi, Kontrolü ve Proje Bilgi Yönetim Sisteminin Uygulanması, Yüksel Lisans Tezi, İ.T.Ü., Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001, İstanbul.
3. Kutlu, N. T., Proje Planlama Teknikleri ve PERT Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:3, Sayı:2, 2001.
4. Duncan, W. R., A Guide To The Project Management Body Of Knowledge, Project Management Institute, 1996, USA.
5. Banar, S., İnşaat Yatırımlarında Sınırlı Kaynak Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1987, Eskişehir.
6. Kanit, R., Kaynakların Kısıtlı Olduğu Koşullarda Bir İnşaat Projesinin Sezgisel Yöntemle Planlanması, Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, Cilt:6, Sayı 3, 2003, Ankara.
7. Erkip, N., Köksalan M., Proje Planlamada Kaynak Kısıtlı Çizelgeleme, Yöneylem Araştırması, s.89-127, ODTÜ Basım İşliği, 2002, Ankara.

Ek 1. Keşif Cetveli

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	14.018	Dolgunun elle tokmaklanarak sıkıştırılma	m ³	371.973	2,214,000	823,548,222
2	15.001/1	Makine ile yumuşak ve sert toprak kazıl	m ³	69.496	1,176,267	81,745,851
3	15.001/2	Makine ile her derinlikte yumuşak ve sert	m ³	44.407	1,523,151	67,638,566
4	15.001/3	Makine ile her derinlikte dar derin yumuş	m ³	2.304	2,310,897	5,324,307
5	15.006/1	Makine ile yumuşak ve sert küskülük	m ³	347.478	1,841,131	639,752,518
6	15.006/2	Makine ile her derinlikte geniş derin kazı	m ³	203.654	2,486,121	506,308,486
7	15.006/3	Makine ile her derinlikte dar derin	m ³	9.214	3,738,195	34,443,729
8	15.010/2	Makine ile (Patlayıcı madde kullanmadan	m ³	486.469	2,699,150	1,313,052,801
9	15.010/3	Makine ile (Patlayıcı madde kullanmadan	m ³	182.151	7,532,747	1,372,097,399
10	15.010/4	Makine ile patlayıcısız her derinlikte	m ³	329.244	4,144,507	1,364,554,063
11	15.010/6	Makine ile patlayıcısız her derinlikte	m ³	18.429	4,704,878	86,706,197
12	15.014/1	Makine ile (patlayıcı madde kullanılmada	m ³	486.469	5,999,308	2,918,477,363
13	15.014/2	Makine ile her derinlikte geniş derin kazı	m ³	310.856	9,548,571	2,968,230,587
14	15.014/3	Makine ile her derinlikte dar derin	m ³	16.123	10,627,071	171,340,266
15	16.001	150 Dozlu demirsiz beton	m ³	17.093	48,598,027	830,686,076
16	16.002	200 Dozlu demirsiz beton	m ³	64.931	52,637,987	3,417,837,134
17	16.022/1	Demirli BS 14 (B 160) betonu (kum ve ç	m ³	230.052	63,904,422	14,701,340,090
18	16.043/1	Demirli BS 18 (B 225) betonu (granülo	m ³	366.553	71,369,362	26,160,653,749
19	17.137	Kazı taşı ile blokaj	m ³	56.352	19,271,500	1,085,987,568
20	18.071/1	Yatay delikli 19x19x8.5 cm fabrika tuğla	m ²	215.383	6,632,871	1,428,607,655
21	18.071/2	Yatay delikli 19x19x13.5 cm fabrika tuğl	m ³	119.702	40,827,405	4,887,122,033
22	18.081/6	Düşey delikli 19x29x13.5 cm fabrika tuğl	m ³	104.703	39,620,942	4,148,431,490
23	18.211	Oluklu kiremitle çatı örtüsü yapılması	m ²	334.470	6,693,000	2,238,607,710
24	18.231	Oluklu kiremitle mahya yapılması	mt	45.200	2,383,220	107,721,544
25	18.246	Ahşap çatıda kiremit altına bitümlü	m ²	352.244	922,125	324,812,999
26	19.050/1	Çatı arasına döşeme üzerine tip 18 (6 cm	m ²	272.250	3,981,812	1,084,048,317
27	21.011	Betonarme kalıp yapılması	m ²	3744.814	9,354,687	35,031,562,843
28	21.054	Ahşap kalıp iskelesi (en yüksek 4 m)	m ³	2855.419	1,658,256	4,735,015,689
29	21.057	Ahşap kalıp iskelesi (en yüksek 4.01-16m	m ³	164.790	3,448,218	568,231,844
30	21.065	İş iskelesi 0-12.50 m yükseklikte	m ²	745.770	1,816,005	1,354,322,049
31	21.210	Çam keresteden ahşap oturtma çatı yapı	m ²	337.363	30,005,235	10,122,656,095
32	21.261	Beton üzerine çam keresteden, kadro	m ²	212.271	29,066,562	6,169,988,182
33	21.281	Ahşap süpürgelik yapılması ve yerine ko	mt	197.680	3,074,125	607,693,030
34	22.001	İç kapılara beyaz çamdan masif kasa yap	m ²	42.449	39,254,687	1,666,322,208
35	22.009/3	İki yüzü kontrplak presli beyaz çamdan	m ²	72.345	52,517,812	3,799,401,109
36	23.001/1	ø 8 ø 12 mm ince betonarme demirin bü	ton	31.877	849,956,250	27,094,055,381
37	23.002	ø 14 ø 50 mm kalın betonarme demirin bü	ton	16.244	779,025,000	12,654,482,100
38	23.111	Her türlü demir kapı pencere yapılıp yer	kg	365.000	2,699,162	985,194,130
39	23.152	Kutu profille kapı ve pencere yapılması	kg	1211.000	3,036,348	3,667,017,428
40	23.163	1.50 mm yerli dpk. sactan bükme pencere	kg	931.000	3,495,650	3,254,450,150
41	23.176	Çeşitli demir işleri yapılması ve yerine	kg	5320.000	2,241,981	11,927,338,920
42	23.226	Bayrak direği yapılması	kg	150.000	2,982,010	447,301,500
43	23.241	Her çeşit plastik imalat yapılması	kg	1700.000	6,468,113	10,995,792,100
44	24.012	12 nolu çinkodan ø 155 mm yağmur oluğ	mt	96.200	16,201,310	1,558,566,022
45	24.020	12 nolu çinkodan sıva eteği baca kenarı	mt	38.900	11,191,125	435,334,763
46	24.021	12 nolu çinkodan atika duvarı üstü ve	m ²	19.300	21,966,817	423,959,568
47	24.061	ø 100 mm bir ucu muflu pvc yağmur boru	mt	87.600	4,247,710	372,099,396
48	25.005	Yeni ahşap yüzeyin 3 kat yağlıboya ile	m ²	195.135	9,909,462	1,933,682,867
49	25.016	Demir imalatı 2 kat sülyen 2 kat yağlı	m ²	300.081	8,129,850	2,4439,613,518
50	25.023	Yeni sıva yüzüne 2 kat düz 1 kat dövme	m ²	532.625	9,029,250	4,809,204,281
51	25.036	Beton ve sıvanın akrilik, ince latexle	m ²	574.280	4,160,312	2,389,183,975
52	25.045	Yeni sıva yüzeyin beyaz üç kat kireç	m ²	831.736	561,542	467,054,697
53	25.048/1	Yeni sıva yüzlerine üç kat badana boya	m ²	990.761	3,897,667	3,861,656,455
54	25.060	Dolu kapı lambri gibi sert ağaç imalat	m ²	222.155	3,886,250	863,349,869
55	25.137	Demir, madeni imalatı korozyona karşı	m ²	51.864	4,570,500	237,044,412
56	26.071	Beyaz karo fayans ile duvar kaplama	m ²	346.854	18,998,235	6,589,613,803
57	26.191/2	100x200x9 mm dekoratif gre seramikle	m ²	202.374	20,484,355	4,145,500,859
58	26.206	3 cm renkli mermer plakla döşeme kap	m ²	234.096	42,527,341	9,955,480,419
59	26.622	Renkli mermer plakla merdiven basamağı	mt	104.850	22,126,917	2,320,007,247

60	27.501	Alt 250-Üst 300 kg çimento dozlu düz	m ²	1446.102	6,107,252	8,831,709,332
61	27.504	Metal kapı kasa arkalarının beton harc	m ²	14.400	5,561,135	80,080,344
62	27.531	Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva	m ²	1637.285	4,821,546	7,894,244,943
63	27.535	Alt 350 dz. Çim. Üst 0.1m ³ /250kg krç-çi	m ²	667.798	4,599,977	3,071,855,441
64	27.558/2	Yapı elemanlarına 3 mm her renkte pl	m ²	847.622	7,021,750	5,951,789,779
65	27.571	Mozayik denizlik yapımı	m ²	10.350	51,198,962	529,909,257
66	27.576	Mozayik parapet yapımı	m ²	10.350	49,494,836	512,271,553
67	27.578	Duvara, mozayik kaplı beton harpušta	m ²	72.810	39,043,962	2,842,790,873
68	27.581	200 dz çimento harcıyla tesviye tabakası	m ²	820.321	3,211,151	2,634,174,599
69	27.583	2.5 cm kalınlığında 400 kg çimento dz.	m ²	46.390	4,639,797	215,240,183
70	28.017	3 mm buzlu cam takılması (ahşap konst	m ²	8.320	10,931,187	90,947,476
71	28.063	4 mm normal düz cam takma (madeni	m ²	20.876	11,734,625	244,972,032
72	28.097	4+4 mm çift cam pencere ünitesi	m ²	15.940	42,022,125	669,832,673
73	A.01	Gömme iç kapı kanadı kilidi (geniş tip)	ad	44.000	3,333,750	146,685,000
74	A.08	Kapı kolu ve aynaları (kromajlı)	ad	55.000	3,248,750	178,681,250
75	A.10	Menteşe (kapılar için)	ad	165.000	577,500	95,287,500
76	B.18	Ayarlı menteşe (çift) plastik kaplama	ad	94.000	2,493,750	234,412,500
77	C.01	İspanyolet takımı (kol+100 cm palstik	ad	31.000	10,611,250	328,948,750
78	C.04	Vasistas ispanyolet takımı (kol makas	ad	16.000	10,611,250	169,780,000
		TOPLAM				285,384,867,114

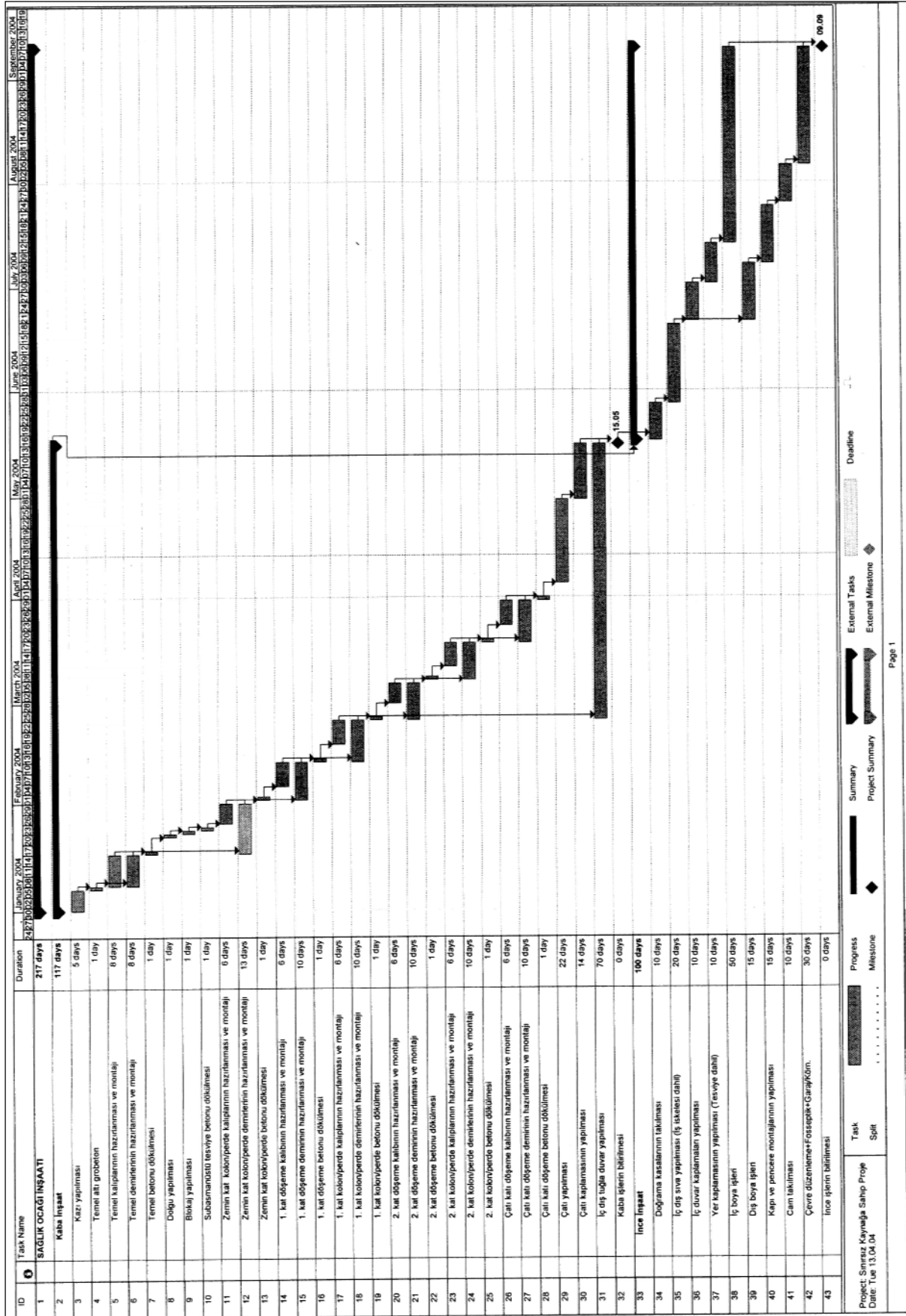
Ek 2. Proje İçin Kullanılan Kaynaklar

Poz No	Kaynak	Grup	Miktarı	Toplam Maliyeti
04.001/C	Kazı taşı	Malzeme	61,99 m ³	254.902.880,00 TL
04.003/B	Çakıl 08.003	Malzeme	232,27 m ³	2.008.299.328,00 TL
04.003/C	Granulometrik çakıl 08.005	Malzeme	260,18 m ³	3.053.056.192,00 TL
04.006/B	Kum 08.003	Malzeme	314,63 m ³	2.720.416.832,00 TL
04.006/C	Kum 08.004	Malzeme	183,29 m ³	1.867.798.416,00 TL
04.007	İnce sıva veya derz kumu	Malzeme	42,28 m ³	391.681.920,00 TL
04.008	Portland Çimentosu	Malzeme	265,95 tn	18.510.120.000,00 TL
04.015	Söndürülmemiş kalker kireci	Malzeme	3.443,74 kg	151.524.560,00 TL
04.018/B	Yatay delikli duvar tuğlası 8,5 cm	Malzeme	5.599,96 ad	447.996.800,00 TL
04.018/C	Yatay delikli duvar tuğlası 13,5 cm	Malzeme	21.546,36 ad	2.003.811.480,00 TL
04.018/H	Düşey delikli duvar tuğlası	Malzeme	13.192,58 ad	2.110.812.800,00 TL
04.026	Oluklu kiremit	Malzeme	5.685,99 ad	1.404.439.530,00 TL
04.028	Mahya kiremidi	Malzeme	158,2 ad	41.290.200,00 TL
04.031	Su	Malzeme	648,64 m ³	1.473.710.080,00 TL
04.101	Dinamit	Malzeme	89,23 kg	451.949.950,00 TL
04.104	Katranlı fitil	Malzeme	1.831,71 mt	1.373.782.500,00 TL
04.105	Kapsül	Malzeme	1.686,88 ad	485.821.440,00 TL
04.108	Benzin	Malzeme	0,29 kg	554.480,00 TL
04.109	Mazot	Malzeme	2.594,15 kg	3.362.018.400,00 TL
04.112	Elektrik enerjisi	Malzeme	4.265,86 kwh	661.208.300,00 TL
04.151	Çam kerestesi 1. Sınıf	Malzeme	9,4 m ³	4.700.000.000,00 TL
04.152	Çam kerestesi 2. Sınıf	Malzeme	72,9 m ³	27.337.500.000,00 TL
04.153/A	Beyaz çam 1. Sınıf	Malzeme	2,55 m ³	956.250.000,00 TL
04.167	Kontrplak	Malzeme	0,87 m ³	930.900.000,00 TL
04.177	Sentetik tutkal	Malzeme	10,85 kg	14.267.750,00 TL
04.251	Beton çelik çubuğu 8-12 mm	Malzeme	34.109,28 kg	14.632.881.120,00 TL
04.252	Beton çelik çubuğu 14-50 mm	Malzeme	17.269,58 kg	7.408.649.820,00 TL
04.255	Lamalar	Malzeme	3.422,44 kg	1.297.104.760,00 TL
04.256	Profil demiri	Malzeme	4.007,75 kg	1.983.836.250,00 TL
04.259	Düz siyah saç	Malzeme	88,33 kg	58.297.800,00 TL
04.263	Çinko levha	Malzeme	438,93 kg	970.035.300,00 TL
04.270	Çivi	Malzeme	734,35 kg	414.907.750,00 TL
04.271	Galvanizli çivi	Malzeme	31,17 kg	37.404.000,00 TL
04.275/1	Bulon	Malzeme	68,04 kg	62.937.000,00 TL
04.278	Galvanizli tel	Malzeme	10,03 kg	10.030.000,00 TL
04.285	Galvanizli boru 2 inç	Malzeme	10,23 mt	51.150.000,00 TL
04.286	Galvanizli boru 2 1/5 inç	Malzeme	6,83 mt	40.980.000,00 TL
04.292	Kare profil boru	Malzeme	949,79 kg	999.179.080,00 TL
04.297	Lehim	Malzeme	4,65 kg	25.575.000,00 TL
04.298	Tel çivi	Malzeme	0,08 kg	64.000,00 TL
04.401	Mermer Pirinci	Malzeme	3,47 tn	24.290.000,00 TL
04.407/A	Beyaz karo fayans	Malzeme	364,2 m ²	2.476.560.000,00 TL
04.414/2	Gre seramik, dekoratif sırlı	Malzeme	210,47 m ²	1.682.076.240,00 TL
04.422	Renkli mermer 2 cm	Malzeme	15,73 m ²	267.441.460,00 TL
04.423	Renkli mermer 3 cm	Malzeme	285,64 m ²	6.556.009.280,00 TL
04.466	Sentetik reçineli astar	Malzeme	211,91 kg	360.247.000,00 TL
04.468	Sentetik reçineli plastik sıva	Malzeme	2.966,68 kg	3.263.348.000,00 TL
04.501	Sülyen boya	Malzeme	126,03 kg	315.075.000,00 TL
04.503	Kaynamış bezir	Malzeme	165,07 kg	445.689.000,00 TL
04.504	Mamul yağlı astar boya	Malzeme	81,48 kg	203.700.000,00 TL
04.505	Mamul yağlı boya	Malzeme	354,86 kg	1.632.356.000,00 TL
04.510/B	Boya macunu	Malzeme	193,04 kg	424.688.000,00 TL
04.511	Zımpara kağıdı	Malzeme	1.024,08 ad	71.685.600,00 TL
04.512	İspirto	Malzeme	55,54 kg	66.648.000,00 TL
04.515	Gomalak	Malzeme	7,11 kg	19.908.000,00 TL
04.516	Pamuk	Malzeme	5,55 kg	2.664.000,00 TL
04.517	Tülbent bezi	Malzeme	55,54 m ²	26.659.200,00 TL
04.518	Pomza taşı	Malzeme	8,89 kg	4.089.400,00 TL

04.522/D	Akrilik esaslı ince kaplama malzemesi	Malzeme	172,28 kg	689.120.000,00 TL
04.522/E	Çinko kromat esaslı metal koruyucu malzeme	Malzeme	18,67 kg	74.680.000,00 TL
04.524/1	Plastik duvar boyası	Malzeme	317,04 kg	1.268.160.000,00 TL
04.525	Gliserin	Malzeme	11,11 kg	31.108.000,00 TL
04.530	Silikon esaslı macun	Malzeme	34 kg	272.000.000,00 TL
04.606	Bitümlü karton	Malzeme	62,74 m ²	14.116.500,00 TL
04.608	Bitümlü karton kumlu	Malzeme	391,18 m ²	43.029.800,00 TL
04.653	Normal düz cam	Malzeme	21,92 m ²	120.538.080,00 TL
04.684	Buzlu cam	Malzeme	8,74 m ²	51.688.360,00 TL
04.687	Cam macunu	Malzeme	9,59 kg	8.918.700,00 TL
04.691/2	Çift camlı pencere ünitesi	Malzeme	15,94 m ²	462.260.000,00 TL
04.691/5	Isı cam takozu	Malzeme	191,28 ad	1.530.240,00 TL
04.691/6	Yüksek nitelikte macun	Malzeme	6,38 kg	3.368.640,00 TL
04.710/11	DKP saçları	Malzeme	1.177,71 kg	786.710.280,00 TL
04.728	Kreozot	Malzeme	12,74 kg	2.548.000,00 TL
04.734/A13	Cam yünü	Malzeme	272,25 m ²	707.850.000,00 TL
04.739	Urgan 12 mm	Malzeme	27,27 mt	4.908.600,00 TL
04.769/10	EPDM cam conta fitil	Malzeme	119 kg	214.438.000,00 TL
04.769/11	Doğrama montaj dübeli	Malzeme	765 ad	117.810.000,00 TL
04.769/2	Muflu Sert PVC Boru	Malzeme	91,98 mt	216.704.880,00 TL
04.769/7	PVC pencere doğrama profili	Malzeme	1.513 kg	966.807.000,00 TL
04.769/8	Metal takviyesiz PVC doğrama profili	Malzeme	153 kg	101.745.000,00 TL
A.01	Gömme iç kapı kilidi	Malzeme	44 ad	110.013.772,00 TL
A.08	Kapı kolu ve aynaları	Malzeme	55 ad	134.010.965,00 TL
A.10	Menteşe(Kapı)	Malzeme	165 ad	71.465.625,00 TL
B.18	Ayarlı menteşe	Malzeme	94 ad	175.809.422,00 TL
C.01	İspanyolet takımı	Malzeme	31 ad	246.711.578,00 TL
C.04	Vasistas ispanyolet takımı	Malzeme	16 ad	127.335.008,00 TL
01.003	Fayans Kaplama Ustası	İşçilik	693,72 sa	1.636.461.890,00 TL
01.004	Seramik Kaplama Ustası	İşçilik	404,75 sa	954.805.250,00 TL
01.005	Mermer Kaplama Ustası	İşçilik	625,47 sa	1.475.483.730,00 TL
01.007	Mozaikçi Ustası	İşçilik	602,47 sa	1.421.203.140,00 TL
01.008	Doğramacı Ustası	İşçilik	489,08 sa	1.153.739.720,00 TL
01.009	Marangoz Ustası	İşçilik	19,77 sa	46.637.430,00 TL
01.010	Yalıtımcı Ustası	İşçilik	76,07 sa	179.425.540,00 TL
01.011	Lağımçı	İşçilik	89,23 sa	210.501.433,33 TL
01.012	Sıvacı Ustası	İşçilik	3.699,85 sa	8.727.946.150,00 TL
01.013	Duvarcı Ustası	İşçilik	1.126,72 sa	2.657.932.480,00 TL
01.015	Betoncu Ustası	İşçilik	633,97 sa	1.495.511.640,00 TL
01.016	Kiremitçi Ustası	İşçilik	75,93 sa	179.118.870,00 TL
01.017	Dülger Ustası	İşçilik	3.919,77 sa	9.246.737.430,00 TL
01.018	Sıcak Demirci Ustası	İşçilik	2.444,48 sa	5.766.528.320,00 TL
01.019	Soğuk Demirci Ustası	İşçilik	1.229,77 sa	2.901.027.430,00 TL
01.022	Camcı Ustası	İşçilik	56,25 sa	132.693.750,00 TL
01.023	Boyacı Ustası	İşçilik	2.145,35 sa	5.060.880.650,00 TL
01.024	Badanacı Ustası	İşçilik	595,18 sa	1.404.053.210,00 TL
01.026	Tenekeci Ustası	İşçilik	198,6 sa	468.497.400,00 TL
01.029	Cilacı Ustası	İşçilik	222,17 sa	524.075.440,00 TL
01.209	Marangoz Usta Yrd.	İşçilik	187,73 sa	313.509.100,00 TL
01.212	Sıvacı Usta Yrd.	İşçilik	930,82 sa	1.554.452.700,00 TL
01.219	Soğuk Demirci Usta Yrd.	İşçilik	2.545,1 sa	4.250.311.433,33 TL
01.401	Şoför	İşçilik	175,95 sa	415.066.050,00 TL
01.403	Makinist	İşçilik	438,85 sa	1.035.247.150,00 TL
01.404	Operatör Makinist	İşçilik	313,23 sa	841.031.500,00 TL
01.405	Makinist Yrd.	İşçilik	149,97 sa	282.993.390,00 TL
01.406	Operatör Yrd.	İşçilik	175,95 sa	383.219.100,00 TL
01.408	Yağcı	İşçilik	137,83 sa	240.105.666,67 TL
01.409	Formen	İşçilik	349,9 sa	1.184.084.160,00 TL
01.501	Düz İşçi	İşçilik	21.594,95 sa	33.342.613.093,33 TL
01.502	Erbap İşçi	İşçilik	614,87 sa	1.026.827.333,33 TL
01.503	Çırak	İşçilik	1.545,28 sa	2.002.682.880,00 TL

01.507	1. Sınıf Usta	İşçilik	807,5 sa	1.904.892.500,00 TL
01.507/1	1. Sınıf Usta Yrd.	İşçilik	1.062,5 sa	1.774.375.000,00 TL
01.508	2. Sınıf Usta	İşçilik	17,52 sa	38.929.440,00 TL
01.508/1	2. Sınıf Usta Yrd.	İşçilik	8,77 sa	14.629.200,00 TL
03.501	Ekskavatör 100HP	Makine	70,95 sa	2.734.602.294,60 TL
03.501/1	Ekskavatör 125HP	Makine	2,92 sa	151.937.167,08 TL
03.507	Traktör Ripper	Makine	21,47 sa	1.447.972.777,07 TL
03.517	Kompresör	Makine	89,23 sa	2.566.820.480,17 TL
03.524	Betonyer	Makine	78,02 sa	881.406.529,74 TL
03.527	Vibratör	Makine	138,45 sa	415.528.738,95 TL
03.570	Otomatik Beton Santrali	Makine	7,33 sa	73.574.736,04 TL
03.588	Plastik Doğrama İmalat Atölyesi	Makine	42,5 sa	4.482.652.947,50 TL

Ek 3. Kaynakların Kısıtlı Olmadığı Durum İçin Proje Programı



EK 4. İşçilik Kaynaklarına Uygulanan Kısıtlamalar

Kaynak	Kısıtlama Miktarı					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Fayans Kaplama Ustası	868%	825%	781%	738%	694%	651%
Seramik Kaplama Ustası	506%	481%	455%	430%	405%	380%
Mermer Kaplama Ustası	782%	743%	704%	665%	626%	587%
Mozaikçi Ustası	207%	197%	186%	176%	166%	155%
Doğramacı Ustası	302%	287%	272%	257%	242%	227%
Marangoz Ustası	25%	24%	23%	21%	20%	19%
Yalıtımcı Ustası	68%	65%	61%	58%	54%	51%
Lağımçı	224%	213%	202%	190%	179%	168%
Sıvacı Ustası	1545%	1468%	1391%	1313%	1236%	1159%
Duvarcı Ustası	762%	724%	686%	648%	610%	572%
Betoncu Ustası	1572%	1493%	1415%	1336%	1258%	1179%
Kiremitçi Ustası	68%	65%	61%	58%	54%	51%
Dülger Ustası	848%	806%	763%	721%	678%	636%
Sıcak Demirci Ustası	1850%	1758%	1665%	1573%	1480%	1388%
Soğuk Demirci Ustası	419%	398%	377%	356%	335%	314%
Camcı Ustası	71%	67%	64%	60%	57%	53%
Boyacı Ustası	598%	568%	538%	508%	478%	449%
Badanaçı Ustası	149%	142%	134%	127%	119%	112%
Tenekeci Ustası	178%	169%	160%	151%	142%	134%
Cılacı Ustası	56%	53%	50%	48%	45%	42%
Marangoz Usta Yrd.	199%	189%	179%	169%	159%	149%
Sıvacı Usta Yrd.	353%	335%	318%	300%	282%	265%
Soğuk Demirci Usta Yrd.	907%	862%	816%	771%	726%	680%
Şoför	762%	724%	686%	648%	610%	572%
Makinist	536%	509%	482%	456%	429%	402%
Operatör Makinist	762%	724%	686%	648%	610%	572%
Makinist Yrd.	397%	377%	357%	337%	318%	298%
Operatör Yrd.	762%	724%	686%	648%	610%	572%
Yağcı	239%	227%	215%	203%	191%	179%
Formen	397%	377%	357%	337%	318%	298%
Düz İşçi	6904%	6559%	6214%	5868%	5523%	5178%
Erbab İşçi	893%	848%	804%	759%	714%	670%
Çıracı	307%	292%	276%	261%	246%	230%
1. Sınıf Usta	673%	639%	606%	572%	538%	505%
1. Sınıf Usta Yrd.	886%	842%	797%	753%	709%	665%
2. Sınıf Usta	16%	15%	14%	14%	13%	12%
2. Sınıf Usta Yrd.	8%	8%	7%	7%	6%	6%
Ekskavatör 100HP	178%	169%	160%	151%	142%	134%
Ekskavatör 125HP	8%	8%	7%	7%	6%	6%
Traktör Ripper	54%	51%	49%	46%	43%	41%
Kompresör	224%	213%	202%	190%	179%	168%
Betoniyer	64%	61%	58%	54%	51%	48%
Vibratör	397%	377%	357%	337%	318%	298%
Otomatik Beton Santrali	32%	30%	29%	27%	26%	24%
Plastik Doğrama İmalat Atölyesi	36%	34%	32%	31%	29%	27%