

Kaynak Kısıtlı İnşaat İşlerinde İş Gücü Planlanması ve Kaynak Dengelenmesi

Oğuzhan ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2021

Workforce Planning and Resource Balancing in Resource Constrained Construction

Oğuzhan ERDOĞAN

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Civil Engineering

June 2021

Kaynak Kısıtlı İnşaat İşlerinde İş Gücü Planlanması ve Kaynak Dengelenmesi

Oğuzhan ERDOĞAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN

Haziran 2021

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Osman Aytekin danışmanlığında hazırlamış olduğum “Kaynak Kısıtlı İnşaat İşlerinde İş Gücü Planlanması ve Kaynak Dengelenmesi” başlıklı tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 11/06/2021

Oğuzhan ERDOĞAN

ÖZET

Günümüzde inşaat sektöründeki gerçek ve/veya tüzel kişi bazında artış beraberinde yüksek rekabet ortamını getirmiştir. Gerçek kişiler ve/veya tüzel kişilerin kuruluş amaçları genel olarak kar elde etmek, topluma hizmet, bağımsız çalışma arzusu, sosyal saygınlık olsa da bunların başında hiç kuşkusuz kar elde etmek gelmektedir. Bulunduğumuz koşullarda bir gerçek ve/veya tüzel kişiliğin kar elde etme amacını yerine getirmesi için kaynaklarının optimum şekilde kullanılması gerekmektedir. İnşaat sektöründe başlıca önem arz eden parametreler zaman, iş gücü, sermaye, teknoloji, makine-ekipman olarak sayılabilir.

Bu çalışmada, şantiyelerde mevcut olan kaynakların optimum şekilde kullanılması amacıyla Wiest Yöntemi kullanılarak kaynak kısıtlı inşaat işlerinde iş gücü planlaması ve kaynak dengelemesi araştırılmıştır. Bu yöntemle proje süresini değiştirerek, iş gücü planında gerekli değişiklikler yapılarak işgücü maksimum değerlerini aşmamak ve maliyeti minimum seviyede tutmak amacı edinilmiştir. Plan oluşturma, aşama takibi, bütçe yönetimi ve iş yükü analizi yapabilen hazır paket programlar kullanılarak optimum iş gücü ve gider dengelemesi yapılarak projede süre / iş gücü parametrelerinin küçük ve orta ölçekli projelerde, küçük ve orta ölçekli gerçek ve/veya tüzel kişi adına minimum artış sağlanan giderle seyreterek projenin tamamlanması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kaynak Planlama, İş Gücü Planlama, Kaynak Dengeleme, Kaynak Kısıtlı Proje

SUMMARY

Today, the increase in the construction sector on the basis of real and/or legal persons has brought with it a high competitive environment. Real persons and / or legal persons in general, the purpose of the establishment of profit, service to society, the desire to work independently, social prestige, although without doubt the first of these comes to profit. In the present circumstances, the resources of a real and/or legal entity must be used optimally in order to fulfill the purpose of profit making. The main parameters of importance in the construction sector are time, labor force, capital, technology, machinery and equipment.

In this study, workforce planning and resource balancing in resource-constrained construction works were investigated using Wiest method in order to optimise the resources available on construction sites. With this method, it has been aimed to keep the cost at a minimum and not to exceed the maximum values of the labor force by changing the project duration, making the necessary changes in the workforce plan. The project was completed by monitoring the duration/labor parameters with minimum expenses on behalf of real and/or legal person by making optimum labor and expense balance by using ready-made package programs capable of Plan creation, phase tracking, budget management and workload analysis.

Keywords: Resource Planning, Workforce Planning, Resource Balancing, Resource Constrained Project

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
3. PROJE YÖNETİMİNDE KAYNAK DENGELEME AMAÇLI KULLANILAN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	20
3.1. Kaynak Dengeleme Çözüm Yöntemleri	20
3.1.1. Analog yöntemler	20
3.1.1.1. <u>Çubuk diyagramlar</u>	20
3.1.1.2. <u>Elektriksel Analog Yöntemler</u>	20
3.1.1.3. <u>Dual Serimler</u>	21
3.1.2. Analitik yöntemler	21
3.1.3. Yaklaşık (bulgusal, heuristik) yöntemler	21
3.1.3.1. <u>Kaynak Kısıtlı, Süre Sınırsız</u>	22
3.1.3.2. <u>Kaynak Kısıtsız, Süre Kısıtlı</u>	23

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.1.3.3. <u>Kaynak Kısıtsız, Süre Kısıtsız, Gider Serbest</u>	24
3.2. Kaynak Dengeleme.....	25
3.3. Kaynak Dengeleme Türleri.....	25
3.3.1. Faaliyet ötelenmesi yoluyla kaynak dengeleme	25
3.3.2. Faaliyet bölme yoluyla kaynak dengeleme	25
3.3.3. Kaynakların kullanım saatlerinin artırılması yoluyla kaynak dengeleme	26
3.4. Kaynak Yumuşatma.....	26
4. MATERYAL VE YÖNTEM	27
4.1. Yöntemin Ana İlkeleri	27
4.2. Yöntemin Aşamaları.....	29
4.3. Örnek Bir Serimde Tek Kaynak İçin Yöntemin Uygulanması	32
5. UYGULAMA	40
5.1. Microsoft Project Programı Tanıtımı.....	40
5.1.1. “Task” sekmesi	44
5.1.2. Resource menüsü	45
5.1.3. Report menüsü	45
5.1.4. Project menüsü.....	46
5.1.5. View menüsü	46
5.1.6. Help menüsü	47
5.1.7. Format menüsü	48

İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa**

5.2. Örnek Uygulama Projesi MS Project İle Kaynak Dengeleme Yapılması	49
6. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	62
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	72
EK AÇIKLAMALAR.....	75
EK Açıklama-A: MS Excel Wiest Yöntemi Kaynak Dengeleme Öncesi ve Sonrası İşgücü Kullanımı Gösterimi.....	76

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Acıklama

AD

Adet

M

Metre

M²

Metrekare

M³

Metreküp

 Σ

Toplam

 $\emptyset$

Yığılma Oranı

Kisaltmalar

Acıklama

EB

Erken Başlama

ET

Erken Tamamlama

GB

Geç Başlama

GT

Geç Tamamlama

PİK

Programlanabilir İşlemler Kümesi

UİK

Uygun İşlemler Kümesi

KDP

Kaynak Dengeleme Problemi

KDS

Karar Destek Sistemi

CPM

Critical Path Method

PERT

Program Evaluation and Review Technique

GERT

Graphical Evaluation and Review Technique

WBS

Work - Breakdown Structure

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Acıklama</u>
LOB	Line of Balance
AHP	Analytic Hierarchy Process
SB	Serbest Bolluk
TB	Toplam Bolluk
BFY	Birim Fiyat Yöntemi
BAMY	Birim Alan Maliyet Yöntemi
OMGH	Ortalama Mutlak Göreceli Hata
KOKH	Karekök Ortalama Karesel Hata
R^2	Determinasyon Katsayısı
YSA	Yapay Sinir Ağ

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Kaynak Kısıtlı, Süre Serbest Optimizasyon	22
3.2 Kaynak Optimizasyon Grafiği	23
3.3 Yığılma Oranları	24
3.4 Kaynak Serbest, Süre Serbest	24
4.1 Kaynak Profil Eğrisi Fonksiyon Grafiği	29
4.2 Wiest Yöntemi Öncesi ve Sonrası Günlere Göre İşgücü Kaynak Dağılımı Grafiği.....	30
4.3 Wiest Kaynak Dengeleme Akış Diyagramı.....	32
4.4 Örnek Projede CPM Serimi Gösterimi.....	33
4.5 Wiest Yöntemi Uygulama Öncesi ve Sonrası Günlere Göre Kaynak Dağılımı	39
5.1 MS Project Açılış Ekran	43
5.2 MS Project Ana Ekranı.....	44
5.3 MS Project Task Menüsü	45
5.4 MS Project Resource Menüsü.....	45
5.5 MS Project Report Menüsü	46
5.6 MS Project Project Menüsü	46
5.7 MS Project View Menüsü	47
5.8 MS Project Help Menüsü	48
5.9 MS Project Format Menüsü.....	48
5.10 Uygulama Projesi 1 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi	61

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.1 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Öncesi Calender İşgücü Miktarları Gösterimi	62
6.2 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Öncesi Proje Giderler Gösterimi	63
6.3 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Sonrası Proje Gösterimi.....	63
6.4 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Sonrası Proje Giderler Gösterimi	64
6.5 Uygulama Projesi 2 MS Excel Dengeleme Sonrası Proje Öteleme Gösterimi	64
6.6 MS Project İşgücü Kaynaklarının Günlük Maliyetleri Gözlenmesi	66
6.7 Uygulama Projesi 1 MS Excel İşgücü Kaynaklarının Günlük Dağılımlarının Gösterilmesi.....	66
6.8 MS Project Resource Levelling Sonrası Proje Süresi Değişimi	67
6.9 Kaynak Dengeleme Öncesi İşgücü Dağılımı Grafiği.....	68
6.10 Kaynak Dengeleme Sonrası İşgücü Dağılımı Grafiği.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ**Cizelge****Sayfa**

4.1 Örnek Proje Kaynak Seviyeleri Gösterimi	33
4.2 Örnek Proje Kaynak Dengeleme Tablosu	34
5.1 Uygulama Projesi 1 Keşif Özeti	49
5.2 Uygulama Projesi 1 Adam Saat Tablosu.....	51
5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu.....	53
6.1 Wiest Yöntemi Öncesi ve Sonrası Proje Girdileri Karşılaştırılması	69

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Proje yönetim anlayışının elzem olması yeni bir olgu değildir. Tüm kamu kurum ve özel yatırımlarda proje ölçeklerinin büyümesiyle beraber proje yönetimi önem kazanmaya başlamıştır. 1841 yılında İstanbul'da doğmuş ve babası Galata Köprüsünün mühendisliğini yapmış etkinlik için bilimsel yönetimin ilkelerini ortaya koyan Henri Fayol'un adını verdiği Fayolizme göre yönetim fonksiyonları Planlama, Örgütleme, Liderlik/Yönetme, Denetimden oluşmaktadır. Proje Yönetim süreçleri beş ana unsurda şekillenmiş olup bu aşamalar; Planlama, Organize Etme, Koordinasyon ve Kontrol etme, Kapanıştır. ABD'de tüm kıtayı kapsayan ve yapımında binlerce işçinin çalıştığı karmaşık demiryolu ağları beraberinde iş gücü planlaması ve hammadde miktarlarındaki optimizasyona bağlı olarak proje yönetiminin önemini getirmiştir. Daha sonrasında Frederick Winslow Taylor 'Eğer işlerin hızlı ilerlemesini istiyorsak, daha fazla sayıda ve daha uzun mesailerle işçi çalıştırmalıyız.' anlayışını, yaptığı bilimsel çalışmaları çelik fabrikalarında pratikte kabul gördürerek verimin önemine dikkat çekmiş, bu sayede hem işçi olarak girdiği Midvale Çelik Şirketi'nde altı yılda başmühendis olmuş hem de Philadelphia'daki mezar taşına "Bilimsel Yönetimin Babası" lakabını koydurmuştur. Devam eden yıllarda Stevens Teknoloji Endüstrisi'nde oda arkadaşı olan ve birlikte mezun olduğu Henry Laurence Gantt, Gantt çizelgesini, görev ve prim sistemini ve işçi verimliliği ve üretkenlik ölçüm sistemlerini geliştirerek yakın geleceğinde Hoover Barajı, Amerikan Eyaletlerarası Otoban Sistemi gibi yüzlerce projede ve günümüzde bilgisayar destekli proje yönetim programlarının da temelinde aynı mantıkla devamı olarak kullanılmaya devam ettirilmesini ve adı halen Amerikan Makine Mühendisleri Derneği tarafından verilen madalyalarda yer almaktadır.

Günümüzde proje planlama ve yönetim aşamasında kullanılan teknikler çeşitlenmiş olup en çok kullanılanların başında CPM, PERT, GERT, WBS, LOB gibi analizler gelmektedir. İlk olarak 1956 yılında DuPont şirketi tarafından geliştirilen CPM tekniği inşaat sektörü ve mühendislik hizmetlerinin planlanmasında vazgeçilmez olmuştur. Geçmiş birikimlere bağlı tecrübeye dayanarak hazırlanan Adam/Saat değerleri ile yapılan işlem süresindeki tahminler, faaliyetler arasındaki mantıklı ilişkilerle biçimlendirilerek projenin iş akış yapısını belirleyen bu yöntemle, proje planlaması yapılabilmektedir. Olaylar, Ağlar, Süre gibi sistemi oluşturan parametrelerde gerekli düzenlemeler yapılarak maliyet, zaman,

iş gücü gibi girdilerde optimum koşullar sağlanabilmektedir. 1950'lerin sonlarında Amerika Birleşik Devletleri Deniz kuvvetleri adına denizaltılar için tasarlanan Polaris füzesi geliştirilmesinde çalışan danışmanlarca geliştirilen PERT analizinde ise süreler kesin olarak bilinmemektedir. Projenin belirlenmiş bir teslim zamanında bitme olasılığını bulmak için kullanılan PERT analizinde süreler kesin olarak bilinmediği için iyimser süre, kötümser süre ve olabilir süre olarak üç adet tamamlanma süresinden bahsedebiliriz. Bu sürelerden iyimser sürede her şey planlandığı gibi gider ve tüm etmenler lehimize devam eder. Gerçekleşme olasılığı düşüktür ve aynı zamanda projenin en erken tamamlanma süresini verir. Kötümser sürede ise hiçbir şey beklendiği gibi gitmez ve beklenmedik olaylar projeye yansır ve sonucunda projenin en geç tamamlanma süresini verir. Olabilir sürede ise geçmiş birimlere bağlı tecrübeye dayanarak alınan bilgiler çerçevesinde ağ diyagramı oluşturulur ve büyük olasılıkla gerçekleşecek tamamlanma süresini elde etmiş oluruz. İki analiz sayesinde de projenin süresini, kritik faaliyetlerini, belirlenen zamanda proje bitme olasılığını, projenin plana göre ne seviyede tamamlandığını, bütçe dengelemesini, planlanan sürede daha ileri ya da geri tarihlerde gerçekleşmelerde maliyetin değişimi ve kontrol edilişi, kaynakların yeterliliğinin sorgulanması sağlanabilmektedir. GERT tekniğinde faaliyet olasılıkları, zaman için tahmini olasılık dağılımları, faaliyetlere geri dönüş yapılabilmesi ve sadece zamandan ayrı olarak maliyet ve güvenilirlik vb. gibi çeşitli anlamları test edebilmesi ile PERT ve CPM tekniklerinden ayrılan bir tekniktir. WBS tekniği temel olarak %100 kuralı, karşılıklı özel öğeler, faaliyeti değil sonuçları planla, ayrıntı düzeyi, kodlama şeması, terminal elemanı ve normlara uygun prensiplerine dayanan ve DoD, NASA ve havacılık endüstrisinin PERT/ COST sistemi için yayınlanan ve tüm hizmetlerde kabul edilmesi için Savunma Bakanlığınca onaylanan belgede yer alan bir analiz yöntemidir. LOB denge diyagramlarında ise az sayıda işleme sahip ve tekrarlardan oluşan demiryolu, baraj, yol, altyapı sistemleri gibi işlerde kullanılan 2 boyutlu düzlemde yatay eğride süre, düşey eğride tamamlanması gereken işin metrajını gösteren ve buna bağlı olarak proje planlamasını sağlayan bir analiz yöntemidir.

Günümüzde artan rekabet koşullarında her alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de zaman ve bütçe kavramı çok daha fazla önem arz etmektedir. İnşaat sektöründe maliyet daha projenin planlanması aşamasında karşımıza çıkmaktadır. Planlama aşaması gerek ihaleye girerken gerek projeye başlarken gerekli metraj hesapları yapıldıktan sonra makine/teçhizat,

iş gücü değerleriyle proje süresi hesaplanmakta, devamında keşif olarak karşımıza çıkmakta ve buna bağlı olarak maliyet belirlenmekte ve ihale aşamasında teklif buna göre verilmekte veya proje maliyetine bağlı olarak projeye başlanıp başlanılmayacağına karar verilmektedir. Maliyet aşamasında kaynak dengeleme analizlerinden faydalanmayan gerçek/tüzel kişiler maliyetlerinde daha yüksek meblağlarla karşılaşmakta ve buna bağlı olarak ya projeden vazgeçmekte veya eğer ihaleye katılacaklarsa projeye yüksek teklif vererek işi alamamaktadır. Proje planlamasının öneminin gitgide elzem hale gelmesine müteakip insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak için aracı olan teknolojik ilerlemede MS Project, Primavera P6, GanntPro, Wrike, ProjectLibre, FastTrack Schedule 7.0, Explorer Contract Manager.cs, Contractor NGS 2000, CORECON Application Suite, CAPS Construction Suite, CONAC Aim vb. gibi programlar sektöre sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dünyada gerçekleştirilen devasa projelerin karmaşıklığını en aza indirmek adına proje planlama ve çizelgeleme kavramı öncelikle Frederick Winslow Taylor ve Henry Laurence Gantt'ın önderliğinde tarihte yerini almıştır. İlerleyen yıllarda bilimin birikerek ilerleme karakterine paralel olarak planlama kavramı ve çizelgeleme kavramı büyüyerek ilerlemiş ve sonrasında bilim insanları ve idare uzmanları kaynak dengeleme alanında zihinlerini meşgul ederek, yeni analiz ve teknikler ortaya koymuşlardır. Proje planlama ve kaynak dengeleme alanında yapılan önemli araştırmalar ve çalışmalar bu kısımda özet halinde verilmiştir.

Kanıt vd. (2005) yaptıkları çalışmada bir sağlık ocağı inşaatında kullanılacak kaynaklar Bayındırlık ve İskân Bakanlığı birim fiyatları analizi ile hesaplanmış ve işçilik kaynaklarına uygulanan kısıtlamaların proje süresi ve maliyet üzerine etkisi incelenmiştir. Projede çalışma süresi haftada 6 gün ve günde 8 saat olmak üzere 48 saat/hafta olarak alınmış ve emsal iş olarak 260 gün proje süresi belirlenerek gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra 117 gün kaba, 100 gün ince inşaat ve toplamda 217 gün proje süresi bulunmuştur. Toplamda 42 faaliyet, 86 adet malzeme, 37 adet işçilik ve 8 adet makine-ekipman kaynağı bulunmaktadır. Araştırma kapsamında işçilik miktarları %5, %10, %15, %20 ve %25 azaltılarak proje tamamlanma süresinde meydana gelen artışlara bağlı yeni proje tamamlanma süreleri ve oluşan maliyet değerleri gösterilmiştir. Buna bağlı olarak gelecek değer analizi yapılmış ve analiz sonucu süre eğrisi oluşturularak işçilikte meydana gelecek değişimlere karşın maliyetin alacağı değer formüle edilmiş ve proje tamamlanma süresindeki artışlara karşın maliyette azalma meydana geldiği görüşmüş ve çeşitli projelerde uygulanması durumunda yüksek tahmin yöntemine ulaşılabilceği gösterilmiştir.

Aytekin vd. (2011) yaptıkları çalışmada, inşaat firmalarının günümüz rekabet koşullarında varlıklarını sürdürebilmeleri için sezgisel karar vermek yerine yoğun araştırmaya dayanan bilimsel karar destek sistemlerine sahip olmaları gerektiğini

vurgulamış ve yön gösterici olması amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemini kullanarak Sosyal Konut, Lüks Konut ve Alışveriş Merkezi alternatiflerinden en uygun olanının seçilmesini hedeflemişlerdir. Bunun için AHP matrisi $n \times n$ boyutlu bir kare matris oluşturulur ve içerisine 1-9 sayısal aralığında değer katsayıları verilmiştir. AHP matrisini oluşturan sayılar değerlerin belirlenmesinde 10 adet alt kriterden oluşan hiyerarşi oluşturulmuştur. Finansal Yatırım, Satış Pazarlama, Konum Yer, Firmaya Katkı önem yüzdeleri bulunmuştur. Bu başlıklarda kendi içerisinde alt başlıklara ayrılmış görece önem vektörleri tabloleştirilmiştir. Araştırma sonucunda AHP yönteminin tutarlılık yaratmak adına kesin bir çözüm olmasa da tutarsızlıkları önlemek adına yardımcı olması hedeflenmiştir.

Karahan ve Ezin (2014) 15 iş kalemi bulunan, proje süresi 52 hafta olan Adıyaman Üniversitesinin ihaleye çıkarttığı Fen Edebiyat Fakültesi Ek Bina İnşaatı yapım işinde PERT ve CPM tekniklerini kullanarak faaliyetleri GANNT şeması üzerinde gösterilmiş ve kritik yol bulunarak bollukları olacak faaliyetler belirlenmiş ve maliyet optimizasyonu sağlanmıştır. Proje hızlandırmanın sebep olduğu maliyetler maliyet artışı formülüne göre tabloleştirilerek ek maliyetler çıkartılmış ve düşük maliyet harcama kalemleri olan faaliyetlerde ek maliyetlere katlanılarak proje ömrü uzatma yoluna gidilebileceği gösterilmiştir ayrıca bu faaliyetlerin sürelerinde meydana gelecek azalışa bağlı olarak yapılacak ek işlerle karşılaştırma yapılarak daha fazla kara geçilebileceği önerilmiştir.

Yıldırım ve Bettemir (2017) yaptıkları çalışmada yüklenicilerin rekabet avantajına sahip olabilecekler, tüm müteahhitler tarafından kullanılabilecek hesap cetveli geliştirerek çok katlı bina inşaatının iş programında kullanmışlardır. Yapılan çalışma 3 bodrum kat ve 17 normal kat olarak toplamda 20 kattan oluşan betonarme yapıya ait pozlar için aktivitelere verim katsayılarına bağlı çarpanlar eklenerek adam/saat değerleri bulunmuş ve iş programı Gannt şeması ile gösterilerek kritik yol yöntemi ve doğrusal iş programı yöntemi kullanılmıştır. CPM yönteminde kritik yol belirlenerek bolluğa sahip aktivitelerin erken başlama zamanları ötelenerek, boşta işçi sayısının fazlalığı görülerek dalgalanmaların önüne geçilmiş ve iş programı güncellenmiştir. CPM yöntemi ve doğrusal iş programlama yöntemlerine ait iş programlarında oluşan işçi dalgalanmaları grafiklerle ortaya koyulmuş

ve minimum moment yöntemi ile kıyaslama yoluna gidilmiştir. CPM yönteminde minimum moment yöntemi ile hesaplanan moment 557955 iken doğrusal iş programlamada moment 437382 olmuştur. Buna bağlı olarak kaynak dengeleme ve sınırlı kaynak probleminin çözümünde doğrusal iş programı yönteminin kullanılmasının daha iyi sonuçlar vereceği söylenmiştir. Boşta kalma süreleri azaltılarak bazı uygulamalarda ise sıfıra indirilmiştir. Buna bağlı olarak işçilik giderlerinde azalmalar sonucunda maliyette düşüşler elde edilmiştir.

Aytekin vd. (2011), yaptıkları çalışmada şantiye ve merkez ofis arasında uygulamaların anında ulaştırılabilmesi için MySQL veri tabanı ve PHP programlama dili kullanılarak sunucu tabanlı bir yazılım oluşturmuşlardır. Saha elemanlarının uzaktan erişim ile iş programına paralel olarak güncel veriler ile yaklaşık maliyet ve hak ediş hesapları yapabilmeleri olanakları araştırılmıştır. Geliştirilen yazılım sayesinde proje ilgili ihtiyaç duyulan bilgilere ve verilere anında ulaşım sağlamaktadır. Güvenlik zaaflarına bağlı olarak Firewall yazılımları ihtiyacı doğurarak artı maliyete sebebiyet veren Server- Client tabanlı tabanlı yazılımlar yerine PHP, MySQL destekli, Apache 2.x, IIS vb. bir sunucu üzerine kurulum gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yazılım stok planlaması, Gantt modülü CPM(FAT) algoritması ile iş programı oluşturulması, muhasebe ve maliye standart formları, sözleşme bilgileri, her türlü resmi belgeler, farklı yazılım gereksinimini ortadan kaldırma, Unix tabanına sahip olmasıyla diğer WinNt tabanlı sunuculardaki güvenlik açığından dolayı edinilmesi gereken Firewall yazılıma ihtiyaç duymaması, açık kaynak kodlu olmasından dolayı devamlı yeni sürüm ve değişiklikler için up-to-date ya da ürün CD/DVD'sinin temin edilmesine gerek duymaması, anlık olarak verilen karşılıklı bildirimler ile gerekli önlemlerin, hesapların anında yapılarak bildirilmesine olanak sağlaması, çeşitli dosyaların rapor haline getirilmesinde Adobe Reader dışında başka bir yazılıma ihtiyaç duymaması gibi faydaları ile sözleşme yönetimi alanında kullanılabilecek öncü bir yazılım olması hedeflenmiştir.

Göktürk (2007) ele aldığı anket çalışmasında Türkiye'de ön maliyet tahmini yaparken karşımıza çıkan sorunları araştırarak ön maliyet tahminini sapma oranları faaliyet alanlarını baz alarak ayrı ayrı belirlemeye çalışmıştır. İnşaat sektörü doğası gereği öngörülemeyen

maliyetlerin yer aldığı bir sektör olduğu, buna karşın öngörülemeyen maliyetlere ait istatistiki veriler bulunmadığı, maliyet tahminin amacı bir işin ne kadara mal olacağını bilmek, yeterlilik düzeyine karar vererek eksikliklerin giderilmesini sağlamak veyahut yanlış hesaplar yapılarak olası zararların önüne geçmek olduğu belirtilmiştir. Freiman Eğrisi'nden de açıkça görülebileceği üzere düşük maliyet tahminleri zarara, yüksek maliyet tahminleri ise ekstra bütçe kullanılmasına yol açacağı gösterilmiştir. Düşük maliyet tahmin edildiğinde fazladan çıkabilecek her maliyet zarara eklenmekte, yüksek maliyet tahminlerinde harcanan ekstra bütçeler ek işlere bütçe ayırmayı engelleyerek olası karlardan yoksunluğa sebebiyet verecektir. Maliyet tahmin yöntemlerini istatistik-olasılık analizleri, benzer projeler ile karşılaştırma yapma, yapay zekâ teknikleri olarak alt başlıklar halinde vermiş, %27'si 50'den az işçi, %41'i 50-100 işçi, %17'si 500-2000 işçi, %15'i 2000'den fazla işçilerden oluşan, konut, otel hastane, endüstriyel tesis, okul, alt yapı, yol, tünel metro, köprü, demiryolu, boru hattı, santral, baraj, liman projelerinde sırasıyla %61, % 55, %35, %24, %23, %18, %12, %17, %11, %9, %9, %8, %3, oranlarıyla çalışmakta olan kişilerin katılımıyla gerçekleştirilen ankette %5'ten düşük ön maliyetten sapma maliyetini tahmin edebilen firmalar % 3,5 oranında olmuştur. Geriye kalan firmalarda bu oranlar %5-10 arası sapma oranı tahmini yapabilenler %19,3, %10-15 arası sapma oranı tahmini yapabilenler %33,3, %15-20 arası sapma oranı tahmini yapabilenler %19,3, %20'den daha fazla sapma oranı tahmini yapabilenler ise %24,6'sı olarak aktarmıştır. Bu firmalar arasında yapılan anketlerde maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan zorluklar araştırılmıştır. Buna göre birincil sebep olarak bilinç, eğitim ve insan kaynaklı nedenler grubunda %80,30 oranında proje öncesi maliyet tahmini yapmaya ayrılan zamanın yetersizliği olduğu, standartlaştıramama kaynaklı nedenler grubunda %78,73 orana sahip projelerin kendine özgü olması ve seri üretim tipinde olmaması durumu, iç sistem eksikliği kaynaklı nedenler grubunda muhasebenin geçmiş verileri maliyet merkez kodlarına ayrıştırmamış olması durumu %71,21 oranında, dış sistem eksikliği kaynaklı nedenler grubunda %73,81 oran olarak İller bankası, Bayındırlık Bakanlığı, MSB gibi birim fiyat analizleri bulunan kurumların gerçeği yansıtmadığı görüşü sonucu tahmin sapması; elde edilemeyen veri ve belirsizlikler kaynaklı nedenler grubunda %77,57 oranıyla projenin karşılaşma sıklığı düşük olmasından dolayı bilginin yetersiz olması; ekonomi kaynaklı nedenler grubunda %71,97 oranıyla siyasi ve politik sebeplerle meydana gelebilecek dalgalanan enflasyonun belirsizlik yaratması, revizyon kaynaklı nedenler grubunda %76,49 oranıyla projede belirsizlik var olması ve buna bağlı olarak konsept değişikliklerinin olabilmesi, projenin ilerleyen aşamalarında idarenin ihtiyaç ve

beklentilerini değiştirmesi gibi çeşitli sebeplerle meydana gelen cevaplara ulaşmıştır. Çözüm önerisi olarak şirket yönetimlerinin kaynak ayırması ile şirketlerin düşük sapmada ön maliyet tahminleri yapabilmeleri için kendi veri bankasını oluşturması %89,75 oranı ve projeler bittiğinde elde edilen tüm verilerin düzenli bir biçimde işlenerek depolanması ve şirket veri tabanı oluşturularak buraya aktarılması %88,33 oran ile gösterilmiştir. Projede yönetici olarak çalışan kişilerin projede yer alan tüm bireylere maliyet, ön maliyet konusunda bilinçlendirerek maliyet odağında imalat yürütülmesi %86,4, teknik ve idari şartnamelerin projeye daha sonraları ek maliyet çıkartmayarak tüm proje gereksinimlerine cevap verebilecek nitelikte olması %84,4 oranıyla başlıca çözüm önerileri olarak elde edilmiştir.

Albayrak (2016) yaptığı çalışmada çok sayıda moda, kesikli süre-gider ilişkisine, çok sayıda işleme sahip olan ve karmaşık süre-gider eniyilemesi problemi karşısında analitik yöntemlerin yetersiz kaldığını belirterek, meta sezgisel yöntem olarak Genetik Algoritmaları ve Parçacık Süre Optimizasyonunu göz önüne almıştır. Meta sezgisel yöntem kullanımında Genetik Algoritma ve Parçacık Süre Optimizasyonu yönteminde deneme-yanılma, tecrübe ya da referans alma gibi performansı etkileyen parametrelerden uygun olanın sečilmesi gerektiğinin öneminden bahsetmiştir. Sonuçlardan yola çıkarak geniş uygulanabilirlik kapasitesi, esneklik ve adaptasyon yeteneği bakımından Genetik Algoritma ve Parçacık Süre Optimizasyonu yöntemlerinin analitik yöntemlerden daha başarılı olduğunu belirtmiş ve bunlar arasında Parçacık Süre Optimizasyonunun daha karmaşık yapıda olmasına karşın yerel optimumlardan kaçınma yönünden süre-gider eniyilemesi bakımından daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Kanıt (2003) yaptığı çalışmada öncelik kuralı prensibine göre sezgisel yöntem ile çalışabilen iki adet algoritmanın uygulanması açıklamıştır. Algoritmalar kaynakların sınırsız olduğu durumda tamamlanma süresi 46 gün olan, 20 faaliyetten oluşan, beş adet kaynak ihtiyacı bulunan, günlük 16 m³ beton, 10 ton demir, 80 m² kalıp, 15 işçi ve 1 adet kazı makinesi kaynaklarına sahip bir köprü inşaatı projesinde uygulanmıştır. Oluşturduğu algoritma birbiriyle ilişkili 13 adet adımdan oluşmaktadır. Belirlediği çalışma prensibi genel olarak; baştan sona gidilerek en erken başlama, bitiş ve oluşma zamanlarının bulunması,

sondan başa gidilerek en geç başlama, bitiş ve oluşma süreleri bulunması, sonuçların tablo haline getirilerek bolluğu sıfır olan faaliyetler yolu izlenerek kritik faaliyetlerin bulunması, tüm projenin ve faaliyetlerin teker teker sürelerinin bulunması, faaliyetin ihtiyaç duyduğu kaynağın temin edilebilme kapasitesinden altında değer almasının kontrolü, tüm faaliyetlerin başlama ve en erken başlama süreleri eşitlenmesi, faaliyetlerin başlangıcından projenin tamamlanmasına kadar geçen maksimum sürelerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanmış listenin en başına gidilmesi, faaliyette başlama zamanı bulunan zamana eşit veya küçük ise kaynak miktarlarına bakılarak faaliyet programlanması, doğru programlama yapılmışsa diğer yapılmamışsa tekrar edilmesi ve bir birim artırılması, kaynak alokasyonu yapılarak kaynakların belirlenen formüle göre azaltılması, bitiş zamanı bulunması, alokasyon yapılmış faaliyet başlangıç zamanları bitiş zamanından küçükse bitiş zamanına eşitlenmesi, tüm faaliyetler planlanarak çubuk diyagram çizilerek kullanım tablosu düzenlenmesi. Sınırlı kaynak koşullarında ve bolluk sayısına göre yapılan algoritmalar sonucunda kaynak sınırsız koşullarda 46 gün olan proje süresi, kaynak kısıtlı halde 2 algorithmada 58 günde tamamlanmıştır.

Bayram vd. (2015) yaptıkları çalışma ile 2003-2001 yılları arasında Kamu İhale Kanunu'na göre ihale edilen 420 kamu yapım işine ait ihale dosyalarını Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bağlı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinden temin ederek sıklıkla kullanılan Birim Fiyat Yöntemi ve Birim Alan Maliyeti Yöntemlerini Karekök Ortalama Karesel Hata, Ortalama Mutlak Göreceli Hata ve Determinasyon Katsayısı kriterlerini kullanarak kıyaslamışlardır. Bölgesel olarak inşaat yapım maliyetlerinin değişkenlik gösterdiği düşünüldüğünde doğru veriye ulaşabilmek adına çeşitli bölgelerden veriler toplanmıştır. Bu bağlamda incelenen ihaleler yedi coğrafi bölgede yer alan; İzmir, Bursa, Ankara, Malatya, Gaziantep, Adana, Trabzon ve Samsun'a aittir. Bu iller ülke toplam nüfusunun %24,27'sini ve toplam yüzölçümleri %12,16 seviyesindedir. Yıllık bazda ve Şehirler bazında Yapılan karşılaştırmalar sonucunda R^2 korelasyon katsayısının karesi model tahmini ve nümerik ilişkinin kuvvetini belirlemek için kullanılmış ve Birim Fiyat Yöntemi Birim Alan Maliyeti Yöntemine 0,9565 değeri ile 0,8859 değerine göre daha gerçekçi değer verdiğini göstermişlerdir. $R^2 > 0,80$ durumunda reel ve tahmini değerler arasında güçlü bir korelasyon olduğu düşünülmekte olduğu belirtilmiştir. $R^2 = 0,8859 > 0,80$ ifadesi de güçlü bir korelasyon değeri olsa da BFY ile hesaplanan KOKH değerinin BAMY ile hesaplanana göre %13,57

ve OMGH değeri de %1,73 oranında daha küçük hesaplanmış olması, bu bulguyu doğrulamaktadır. Ancak elde edilen KOKH ve OMGH değerlerinin büyüklükleri göz önüne alındığında, yapım maliyeti tahmini için BFY yaklaşımının da tatminkâr düzeyde olmadığı ifade etmişlerdir. BFY ile hesaplanan KOKH ve OMGH değerlerinin, BAMY ile hesaplanan KOKH ve OMGH değerlerine göre sırasıyla %13,57'lik ve %1,73'lük sapma oranları ile daha düşük hesaplandıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla BFY yaklaşımının BAMY yaklaşımına göre daha yüksek performans gösterdiği, hesaplanan R^2 değerlerinin ($0,9565 > 0,8859$) de bu bulguyu desteklediği ifade edilmiştir. Uygulanan Karekök Ortalama Karesel Hata, Ortalama Mutlak Göreceli Hata ve Determinasyon Katsayısı kriterleri ile Türkiye'de yaklaşık yapım maliyeti tahmininde yaygın olarak kullanılan T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait veri tabanlarından Birim Fiyat Yöntemi ve Birim Alan Yaklaşık Maliyeti yaklaşımlarının tatminkâr olmadığı sonucuna varılarak yapım maliyeti hesaplamada dikkat edilmesi gerektiği ve yapım maliyeti hesaplama yöntemi olarak daha gerçekçi alternatif yaklaşımlar üzerinde çalışmanın gerekliliği belirtilmiştir.

Özdemir (1997) yaptığı çalışmada Süre/maliyet optimizasyonunda kullanılan algoritmayı elde edebilmek için PC bilgisayarlarda gelişmiş bir program ve çıktıları değerlendirmiştir. 97 işleme sahip CPM serimli, 438 gün proje süresine sahip, 4 adet 3 daireli, 6 adet 4 daireli bitişik dubleks bloklardan oluşan toplu konut inşaatında yapım alanındaki uygulayıcılarla iletişimi sağlayacak Out-off Kilter Algoritması'nın özel bir uygulaması olan Time-Cost Trade Off kullanılan bir projede uygulama yapılmıştır. Veri yazılımlarıyla beraber 240 satırdan oluşan programa "Dengelenmiş CPM çözümü" ve "Binary Search" eklenmiştir. Oluşturduğu algoritma 9 adımdan oluşmakta olup bu adımlar; proje faaliyet adımları ile CPM modeli oluşturularak birinci keşfin ve faaliyet giderlerinin bulunması; projeyi oluşturan tüm faaliyetlerin ve düğümlerin en erken ve geç başlama, tamamlanma sürelerinin bulunarak serbest ve toplam bolluklarıyla beraber toplam sürenin elde edilmesi, düğümlerin erken tamamlanma zamanlarından yararlanarak süre değerleri bulunması, projede yer alan tüm düğümlerin işaretlenerek akım değerlerinin edinimi, projede son düğüme kadar işaretleme devam ediyor ve son düğümden işaretleme tamamlanıyorsa bir sonraki adıma, işaretlenmiyorsa iki adım sonrasına geçilmesi, son düğüme gelen akım sonsuz ise iki adım sonrasına gidilmesi, eğer sonsuza eşit değil ise ortaya çıkan yeni toplam yatırım süresi hesaplanması, yeni toplam yatırım süresi daha evvel var

olan değerden büyük ise iki adım sonrasına, değil ise bir sonraki adıma geçilmesi, akım yolu boyunca ayrıt kümesi kümelerinin oluşturulması, ayrıt kümelerden en küçük olanı hesaplanması, işaretlenemeyen düğümlerde erken tamamlanması süresi değerleri ayrıt kümelerinin en küçük olanı kadar azaltılması ve 4 adım öncesine dönülmesi, daha evvel var olan yatırım süresi ve toplam yatırım maliyeti değerleri yazılması ve son elde edilen süreye göre projenin CPM serimi oluşturularak işlem sona ermesi olarak verilmiştir. Şantiyede alan darlığından dolayı ekip sayısını ve işçi sayısı artırmak olası olmamış ve bunun yerine ekiplere fazla mesai yaptırma ve işlemlere ait yapım teknolojilerini değiştirme yoluna gidilmiştir. Verilen formüllere dayanarak zorlama bedelleri elde edilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda algoritma yardımıyla birim zorlama bedellerine bağlı olarak maliyet ve süre değişmiştir. Birim zorlama bedelleri ve maliyetin doğru orantılı olduğu görülmüştür. Uygulaması yapılan projede %9'a denk gelen 39 günlük azalmaya karşılık dolaysız giderlerde artış olmasına rağmen toplam maliyette oluşan %0,2'lik düşüş kâr marjında %6 artışa denk geldiği ortaya konmuştur.

Uğur (2003) yaptığı çalışmada tipik bir projenin bileşenleri olarak; projenin başlatılması, seçimi ve tarifi, proje organizasyonu, faaliyetlerin analizi, projenin çizelgelenmesi, kaynak yönetimi, teknolojik yönetim, projenin bütçelenmesi, projenin icrası ve kontrolü, projenin kapatılması başlıkları altında toplanabileceğini söylemiştir. Proje bütçesi hazırlanması için yukarıdan aşağıya bütçeleme, aşağıdan yukarıya bütçeleme ve görev tabanlı bütçeleme olmak üzere üç metot olduğunu aktarmıştır. Ankara Aşı Serum ve İlaç Kontrol Enstitüsü yapısı ele alınarak GAANT diyagramı ve MS Project 2000 programı yardımıyla kritik faaliyetler, kritik yörünge bulunarak ağ diyagramları çizilmiş ve projenin tamamlanma süresinin %5, %10 ve %15 oranlarında öne çekilmesi koşullarında iş gücü maliyetlerindeki değişimleri irdelemiştir. Tamamlanma süresi düşürülen senaryolarda işçiler fazla mesai yaparak fazla mesai ücreti ödenmiş ve 3 farklı senaryo için iş programı düzenlemiş ve iş gücü maliyeti hesaplayarak süre-maliyet karşılaştırmaları yapmıştır. Normal ve Sıkıştırılmış senaryoları göz önüne alarak aylara göre eklemeli maliyet toplamalarını ve kıyaslamaları vermiştir. Elde ettiği sonuçlara göre normal tamamlanma süresi 408 gün olan projeyi sıkıştırma senaryoları ile 20, 41 ve 55 gün süre azatılımı sağlamıştır. Bugün azaltışlarına göre maliyet artışlarının toplam bedelin %0,02, %0,03 ve %0,1'ine karşılık geldiğini hesaplamıştır. Süre-maliyet ilişkisi kurulduğunda artışları

miktarları belirli olan iş gücünü daha az süre ile çalıştırma durumunun sebep olacağı genel giderlerdeki azalmanın tasarruf sağlayacağı, işin toplam bedeli değişmemesine karşın hak edişler daha evvel alınacağı için enflasyon kayıpları azalacağı, bu miktarın değerlendirilmesinden elde edilecek faiz karşılığı olan gelir yine ciddi bir artış sağlayacağı, binanın daha erken sürede tamamlanması ve kullanıcıların hizmetine açılmasından elde edilecek sosyal faydası gibi artılarından bahsedilerek zaman, kaynak ve maliyet değerlerinin sıralamasının doğru yapılması ve bunlara bakılarak uygulanacak olan projede yol ve yöntem belirmesi gerektiğini belirtmiştir.

Uğur (2005), yaptığı çalışmada Türkiye Müteahhitler Birliği (TMB) üyesi 26 taahhütçü firmaya anket uygulamıştır. Ankete katılan firmalardan yurtiçinde faaliyet gösteren firmalar %69 toplu konut, %38 sanayi yapıları, %77 altyapılar, %31 otoyollar, %38 su yapıları, %69 kamu yapıları, %38 otel ve %46 diğer; yurtdışında faaliyet gösteren firmalar %78 toplu konut, %22 sanayi yapıları, %11 dini yapılar, %61 altyapılar, %44 otoyollar, %56 su yapıları, %78 kamu yapıları, %33 otel ve %44 diğer olmak üzere 9 ana başlık altında toplanmışlardır. Bu firmalar yaşlarına göre ise yurtiçinde faaliyet gösterenler 1-5 ve 6-10 yaş aralıklarında 0, 11-20 yaş aralığında %31, 20 yıldan fazla olanlar %69; yurtdışında faaliyet gösterenlerde 1-5 ve 6-10 yaş aralığında %0, 11-20 yaş %11, 20 yıldan fazla olanlar ise %89 oranlarında seçilerek belli bir olgunluğa ulaşmış firmalar tercih edilmiştir. Anket formlarını dolduran kişiler genel olarak müdür ve koordinatör gibi üst yönetim kademelerinden seçilmiştir. Yurtiçi projelerde keşif aşamasında değerlendirilen kriterlerin önem derecelerinde en çok önemde %62 oranla maliyet, kaynak temini ise %54 ile orta önemde ve süre %23 ile en az önemde, yurtdışında ise en çok önemde %56 oranla maliyet, süre %44 oranında orta önemde görülmüş, kaynak temini ise %11 orta ile en az önemde birinci sırayı almıştır. Proje süresini belirlemede ise yurtiçi ve yurtdışında benzer işlerle karşılaştırma %77 ve %78 olarak elde edilerek en çok kullanan yöntem olmuştur. Yurtiçi ve yurtdışı proje süresini belirleme tekniklerinde uzmanlara danışma yurtdışında %67 ve yurtiçinde %38 olarak elde edilmesi sonucu aradaki fark gözler önüne serilmiştir. Maliyet hesabı yapılırken kullanılan yöntemlerde ise yurtdışında %89 oranı ile benzer işlerle kıyaslama birinci sırada yer alırken yurtiçinde ise %77 ile birim fiyata dayalı keşif ve benzer işlerle karşılaştırma ön planda yer almıştır. Burada ise dikkat çekici olan bilgisayar yazılım kullanım oranları arasında yurtdışının yurtiçine karşı %21'lik bir oranla üstün gelmesidir.

Maliyet oluşturma aşamasında muhtelif değişkenlerde ise %69 ile malzeme maliyetleri ve %62 ile işçilik maliyetleri dikkat çekmektedir. Aynı şekilde yurtdışı projelerinde de bu değerler %67 olarak en çok kısmında yerlerini almışlardır. Maliyet değerlerinde sapma oranlarında ise yurtiçinde ve yurtdışında toprak işleri ve altyapı işleri sapma oranları arasındaki makasın ačíklığı ve yurtdışı işlerinde ruhsat ve izin alınması, vergi ve sigortalar konularında makas artması dikkat çekmiştir.

Özdemir (1999), yaptığı çalışmada LOB ve CPM'in karma örneği biçimindeki VPM tekniğinin yedişer kattan oluşan üç bloklu, betonarme bir toplu konutta uygulanışını vermiştir. Bir katı yatay olarak ele alarak tamamlanma süresini CPM ile elde ettikten sonra diğer katlarda standart olarak ardışık şekilde devam ettirmiştir. Burada önemli olan, temel olarak alınan kat ile diğer katların yapımı arasında ekip sayısı, düzeni, makine-teçhizat kullanım miktarları gibi girdilerde sapmaların olmasını engelleyerek aynı süreyi elde edebilmektir. Özdemir yöntem için verdiği algoritmayı 11 adımda belirlemiş olup bu adımlar sırayla; faaliyetlerin ardışık olacak şekilde sıralanması ve sıralanma sonucu karışık girilen numaraların düzeltilmesi, ilk faaliyetin başlangıç zamanı sıfır (0) olarak alınarak dördüncü adıma gidilmesi, faaliyetlerin numaralarının teker teker artırılması, dördüncü adım olarak faaliyetlerde kullanılacak olan kaynakların rayiç, şartname ve metrajlara göre miktarlarının, dolaysız giderlerin ve toplam faaliyet maliyetinin hesaplanması, faaliyetlerin en erken ve en geç tamamlanma süreleri bulunarak elde edilen süre grafiğinde tamamlanma zamanları ve bollukların elde edilmesiyle toplam iş süresinin ortaya çıkması, faaliyetlere ait genel toplam nakdin toplam faaliyet süresine bölünerek günlük gider elde edilmesi, eğer faaliyet eğimleri nedeniyle çakışmakta olan günlük giderler varsa kümülatif değer olarak alınması ve kaydedilmesi, son faaliyete ait hesaplamalar sorunsuz şekilde bitirilmesi halinde bir sonraki değilse dördüncü adıma tekrar dñnülmesi, elde edilen günlük giderler toplamına bağlı olarak yatırımın direkt ve dolaylı giderleri elde edilerek proje tamamlanma süresi ile kıyaslanmasıyla sürenin aşıldığı görüldüğünde gecikme cezalarının hesaplanarak giderlere eklenmesi ile yatırımın toplam giderinin bulunması, proje planında yer alan son faaliyetten geriye doğru süreler işlenerek elde edilen bolluklara sahip faaliyetlerin ikinci adıma dñnülmesi ve taranmak suretiyle işlem adımlarına devam edilmesi, algorithmada belirtilen adımlar sonrasında faaliyetlerin toplam sürelerinde azalma görülmüşse ikinci adımdan devam edilmesi buna karşın faaliyetlerin toplam sürelerinde sabit kalma ya da artma

görülmesi durumunda uygulama öncesi süre ve maliyette karar kılınması ve son olarak planlaması yapılan projenin direkt, endirekt, ceza ve üretim genel giderleri hesaplanarak yazılmasıyla algoritma sona ermektedir. Her üç blok için başlama ve bitiş zamanları belirlenmiştir. Özdemir yaptığı çalışmada VPM yönteminin tekrarlı işlerde kullanılmasının projenin yapım ve denetlenmesinde etkili olacağını belirterek kamu ve özel sektör yatırım projelerinde bu yöntemin uygulanması ve koşullanması gerektiğini belirtmiştir.

Coşkun ve Ekmekçi (2012) yaptığı çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Devlet Hava Meydanları İşletmesi arasında yapılan protokol gereğince açılan, 52.633.892 TL bedelli, “Atatürk Havalimanı önü katlı kavşak ve bağlantı yollarının düzenlenmesi inşaatı” projesi ile Atatürk Havalimanı önünde minimize edilecek sinyalizasyon sistemini hemzemin kavşak ve bağlantı yolları yapımı ile trafik akışı kesintisiz hale getirilerek trafik yoğunluğunu azaltmayı planlayan projenin evreleri, zaman ve maliyet analizlerini incelemiştir. Başlangıç evresinde; X firması ihalede belirlenen şartları sağladıktan sonra Karayolları Genel Müdürlüğü, İller Bankası, Bayındırlık Bakanlığı, Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş ve Devlet Su İşleri gibi devlete bağlı olan kurumların her sene güncel fiyatlar ışığında yayınladığı birim fiyat analiz raporlarından meydana gelen kitaplardan metraj ve birim fiyat çarpımı yaparak birim maliyeti elde etmiş ve basit karlılık oranını kullanmıştır. Firma esas giderleri bulduktan sonra kar olarak %13 ve genel giderler olarak %7 ekleyerek birim fiyatlarını belirlemiştir. Akçalı (2010)’nın belirttiği üzere genel giderler ve kar birim fiyat analizlerinde %25 olarak alınır fakat firma en düşük teklifi verebilmek adına %20 (%13+%7) olarak belirlemiştir. Planlama evresinde; ihaleyi kazanan X firması projenin teknik, kaynak, zamansal ve mali yönden planlamasını yaparak teknik çalışmasını İ.B. B’ye onaylatmış ve yer teslim kabulü gerçekleştirilmiştir. Uygulama evresinde; proje 10.12.2018’de başlamış ve geçici kabul tarihi olan 19.07.2010’a kadar sürmüştür. Kontrol evresi; proje uygulama alanında belediye sürveyanları bulunmakta, faaliyet bitiminde ise faaliyet sonucu oluşan yapıdan numune alınarak İTÜ laboratuvarlarına gönderilmek suretiyle kabul edilerek devam edilmiştir. Sonlandırma evresi; uygulama evresi bitmesi ile başlamakta ve X firması genelde olduğu şekilde geçici kabul yapıldıktan 1 sene sonra kesin kabul yapılana kadar eksik ve hatalı imalatlar varsa bunlar yapılmakla mükellef olmuştur. Projenin zaman analizinde Microsoft Project paket programı kullanmıştır. Proje 7 gün 24 saat esasına göre yürütülmüş ve projede 53 alt faaliyeti bulunan 6 köprülü yol, 34 alt faaliyeti

bulunan 13 köprüsüz yol, 2 alt faaliyeti bulunan trafik işaretlemelerinin yapılması, 5 alt faaliyeti bulunan peyzaj işleri, yer teslimi ile başlayan başlangıç ve geçici kabul ile sona eren bitiş faaliyetleri ile toplam 790 faaliyetten oluşmaktadır. Faaliyetler tamamlandıktan sonra GANTT ve CPM diyagramları çıktıları alınarak kritik yollar belirlenmiş ve bunun sonucunda 586 günlük proje süresi elde edilmiştir. Bu faaliyetler imalatlar sonucu tekrar işlenerek zaman kontrolü yapılmaya katkı sağlamaktadır. Proje sonucunda İhalede belirtilen metrajlardaki artış ile hak ediş %12,5 artmış fakat X firmasının gider oranında %80'den %79'a iniş gözlenirken, genel gider oranında %7'den %11'e artış gözlenmesi ile kar oranı %13'ten %10'a düşmüştür.

Agane (2018) yaptığı çalışmada proje süresini sabit tutarak kaynak kullanım kapasitesini arttırma ve yığılma oranını düşürerek mevcut kaynakların optimum verimlilikle kullanılmasını elde etmek amacıyla Burgess ve Killebrew'in çözüm olarak öne sürdükleri kaynak dengeleme kareler toplamı yöntemini kullanmıştır. Paket programlar kullanılarak kritik yol belirlenmiş ve kritik olmayan faaliyetler ertelenmek suretiyle kaynak kullanım profil eğrilerindeki dalgalanmalar azaltılarak kaynak kullanım kapasitelerini artırmış ve optimum kaynak profilleri elde etmiştir. Bu sayede boşta bekleyen iş gücü sayısının azaltılması ile ciddi bir kalem olan iş gücü maliyetlerini kısmıştır. Burgess metodu, proje programında yer alan tüm faaliyetler için teker teker atanan kaynakların karelerinin toplamı ile verilen ve bunu basit bir etkinlik ölçüsü olarak kullanan, tüm proje süresince atanan kaynakların toplamı sabitlenirken, dalgalanmalarda en az ve en fazla kaynak gereksinimleri dengeleme yoluna gidilerek faaliyetin ihtiyaç duyduğu kaynakların karelerinin toplamı azaltılarak kaynakların dengelenmeye çalışıldığı bir yöntem olarak belirtmiştir. Doğru ötelemeler yapılarak karelerin toplamı azaltıldıkça boşta bekleyen işçi sayısındaki düşüşe bağlı olarak kapasite artışı ve yığılma oranı düşmüş böylece toplam işçi sayısı azalma gözlenmiştir.

Kutlu (2001) yaptığı çalışmada, PERT ve CPM yöntemlerini incelemiş ve PERT tekniğini kullanarak 1 blok 3 kattan oluşan, 31200 m² alana ve saha elemanlarına göre 30 aylık tamamlanma süresine sahip bir hastane inşaatı projesinde karşılaşılabilecek olası problemleri tanımlayarak alternatif çözüm yollarını araştırmıştır. Faaliyetler ve öncelik

ilişkilerini tanımladıktan sonra iyimser süre, en olası süre, en kötümser süre, beklenen süreler, varyanslar ve standart sapmalar belirlemiştir ve şebeke diyagramı oluşturmuştur. Şebeke diyagramı sonucunda olası yollar bulunarak kritik yol belirlemiştir. PERT tekniği sonucu kritik yol 24,86 ay bulmuştur. Standart sapmalar sonucunda projenin kritik yolunun değişmediği gözlemlenmiş ve standart sapması en düşük olan yol projenin en kısa yolu olduğunu belirtmiştir. Olası yolların gerçekleşme olasılıklarını belirledikten sonra tüm yolların %100 olasılıkla tamamlanabilecekleri süreleri hesaplayarak tablo halinde vermiştir. Sonrasında PERT/Maliyet Yöntemini uygulayabilmek için normal süre olarak kötümser süreleri kullanmış ve kritik yolu belirlemiştir. Yolların hızlanma maliyetleri ve bu hızlandırmaların sonucunda oluşacak süre kısıtlamaları gösterilerek 9 aşamada hızlandırma yapılmış ve proje maliyetindeki artışları göstermiştir.

Demirel (2007) yaptığı çalışmada 3 adet 11, 2 adet 12 ve 2 adet 15 kattan olmak üzere toplam 7 adet, 266 daire, 38654,09 m² inşaat alanından oluşan toplu konut işlerinde Yapay Sinir Ağları kullanarak doğruya ulaşmaya çalışmıştır. Yaptığı çalışmalar ve hesaplamalar sonucunda Ağır Tahmin Sonuçlarını ve %Hata oranlarını vererek çokça benzer sayıda imalattan oluşan işlerde YSA uygulanmasında ön hesaplamaların yapılması, harmonize edilmesi ve ağa girecek normlara getirilmesinin çok fazla vakit ve enerji gerektirdiğine dikkat çekmiştir. YSA yönteminin tek ve mutlak çözüm getirmediğini belirterek, yöntemin planlama aracı olarak kullanılabilir alternatif olduğunu fakat diğer tahmin yöntemleri ile birlikte kullanılması gerektiğini aktarmıştır. Yaklaşımın yakın zamanda gerçekleşecek olan projelerde ön verilerin sağlanmış olması kaydıyla yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Polat vd. (2012) yaptıkları çalışmada 43 yüklenici inşaat işletmesine 34 sorudan oluşan bir anket uygulamışlardır. Yapılan anketin amacı Türk yüklenici inşaat firmalarının kaynak tabanlı stratejik yönetimi ne derece önemsediklerini, benimsediklerini ortaya koyabilmek olmuştur. Anket soruları Warszawski'nin inşaat işletmelerinin kaynak analizi için hazırladığı sorular Türk İnşaat Sektörünün kendine özgü yapısına uyarlanarak hazırlanmıştır. Anket içerisinde; İşletmelerin genel özellikleri, yapım kapasitesi, tedarik sistemi, pazarlama, organizasyon yapısı, personel, finansman, bilgi birikimi ve iş ortaklığı

başlıklarından oluşan 9 bölüm bulunmaktadır. Yapılan anket ile işletmelerin yapım kapasitesini inşaat sektöründe rekabet avantajı sağlayacak bir kaynak olarak görmedikleri, alt yüklenicileri rekabet avantajı sağlayacak birer kaynak olarak görmekte, çoğunun aynı alanda uzmanlaştıkları, pazarlamayı düşük oranlarda tuttukları ve stratejik kaynak olarak görmedikleri, bilgi birikimine ve organizasyon yapısına önem verdikleri, çok azının finansal kaynaklarını verimli kullandıkları sonucuna varılmıştır.

Orozbaev ve Dede (2019) yaptıkları çalışmada kaynak dengeleme problemi için Jaya algoritmasını dikkate alarak MATLAB bilgisayar programlama dili yardımıyla bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Algoritmanın temel ilkesi rastgele bir başlangıçla ilerleyerek en iyi çözümü bulabilmek ve en kötü çözümden kaçınmak olmuştur. Minimum kaynak miktarı, aktivitelerin başlangıç ve bitiş zamanları kısıtlar olarak belirlenmiş ve genel kontrol panelleri yardımı ile en iyi çözüme ulaşmaya çalışılmıştır. 15 aktiviteden oluşan projede CPM ağı oluşturularak bolluklar belirlenmiş, erteleme kombinasyonları oluşturulmuş ve belirli aktivitelerdeki kaynak sayıları düşürülmüştür. Ardından 44 aktiviteden oluşan projede kritik olmayan aktivitelerin hesap bolluklarına göre kaynaklar dengelenerek optimizasyon sağlanmıştır. Çalışma sonucunda Jaya ile kaynak dengeleme problemi optimize edilebilmiş ve kaynaklarda azaltma sağlanabilmiştir.

Sönmez (2019) yaptığı çalışmada, Birim Fiyat Yöntemi ve Birim Alan Maliyeti yöntemini kıyaslamıştır. BAMY uygulama prensibini proje tipi seçilmesi, toplam inşaat alanı bulunması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan ‘‘Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ’’ içerisinde proje tipine uygun değer seçilerek çarpılması ile BFY uygulamasının ise tüm pozların metrajlarının çıkartılması ve veri tabanında yer alan birim fiyatlarla çarpılması ile elde edildiğini belirtmiştir. BAMY avantajı olarak basitliği ve ön karar mekanizması oluşturması olarak belirtmiş dezavantaj olarak uygulamanın 2 boyutlu olup 3. Boyutu, inşaatın lokasyonu, hava şartları, imalat yöntemleri, malzeme özellikleri gibi unsurları hesaba katmaması olarak belirtmiştir. BFY uygulamasının avantajı olarak istenilen işlere ait değerlere net olarak ulaşılabilmesi, dezavantaj olarak ise dünyadaki teknolojilere ayak uyduramaması, imalat yerinden bağımsız olarak fiyatlandırılması, yapım işlerinde bazı

pozların veri tabanında bulunmaması, fiyatların değişen kur ve piyasa koşullarına rağmen ekonomik esnekliğe sahip olmaması olarak belirtmiştir. Çalışmalarını devam etmekte olan;

3. Sınıf A Grubu yapı sınıfında 721 m²'lik, tek blok İl Milli Eğitim Projesi, 5. Sınıf B Grubu yapı sınıfında 308 m²'lik Aile Sağlığı Merkezi Projesi, 4. Sınıf A,B Grubu yapı sınıfında 4829 m² 12 Derslikli Lise ve Kapalı Spor Salonu Projesi, 5. Sınıf A Grubu yapı sınıfında 3096 m² Bilimsel Araştırma Merkezleri, 3. Sınıf A Grubu yapı sınıfında 5194 m² Düzce Gümüşova 16 Derslikli Ortaokul Projesi, 3. Sınıf A Grubu yapı sınıfında 3400 m² 12 Derslik İlkokul Projesi, Tamamlanan projeler; 4. Sınıf A,B Grubu yapı sınıfında 5196 m², 4750 m², 446 m² Spor Salonu ve Kapalı Spor Salonu Projesi, 3. Sınıf A Grubu yapı sınıfında 3. Sınıf A Grubu yapı sınıfında 5845 m² 14 Derslikli İlkokul Projesi, 4. Sınıf B Grubu yapı sınıfında 3530 m² OÇEM Projesi, İhalesi İptal Edilen Proje 5. Sınıf B Grubu yapı sınıfı 11250 m² Bilim Merkez Projesi üzerinde uygulamıştır. Uygulanan projelerde bazı projelerde BAMY uygulamasının bazılarında ise BFY uygulamasının İhale Bedelinden düşük olduğu, artış/azalış miktarları göze alınarak oluşturulan hata oranlarının yüksek çıktığı gözlenmiştir. Yüksek enflasyonun üreticiler ve tüketiciler üzerinde baskı oluşturduğunu, tahmin yöntemleri yerine fiyatların gerek idari gerek yüklenici kısmında Tüketici Fiyat Endeksi katsayısı ile güncellenmesi veya piyasadan teklif alınması gerektiğini belirtmiştir.

Dalyan (2010) yaptığı çalışmada 2,90 m kat yüksekliğine sahip, bodrum+zemin+2 kat olmak üzere toplam 6 daire, sığınak ve her daire için depo bulunan, 783,24 m²'lik bir konut inşaatını ele almıştır. Primavera Project Planner programı kullanılarak CPM tekniğine göre iş programı hazırladıktan sonra A, B, C olmak üzere 3 adet firmanın Bayındırlık ve İskân Bakanlığı verilerine göre iş gücü planlaması ve proje maliyetlerini çıkartarak karşılaştırma yapmıştır. Proje toplam 92 aktivite bulunmakta olup Bayındırlık ve İskân Bakanlığı verilerine göre planlamada 69 aktivite, A firması verileriyle 70 aktivite, B firması verileriyle 67 aktivite, C firması verileriyle 77 adet aktivite kritiktir. Söz konusu proje Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'ndan elde edilen verilerle 222 gün ve 252.181,00 TL maliyetle biterken, A firması 193 gün 224.730,00 TL maliyetle, B firması 218 gün 230.452,00 TL maliyetle ve C firması 150 gün 197.678,00 TL maliyetle tamamlandığını söylemiştir.

Okuyan (2006) yaptığı çalışmada, 30 aylık tamamlanma süresi bulunan tek blok ve 3 kattan oluşan 260 yatak kapasitesine sahip, 31200 m² alanlı bir hastane inşaatı projesinde PERT yöntemi kullanılarak kritik faaliyetler belirlemiştir. Projeye ait şantiye organizasyonu, ana organizasyon ile ilişkilerinin tanımlanması, proje ekibinin kurulması, proje başlangıç semineri düzenlenmesi, planlama teknikleri ve programda kaynak dengelemesi gibi ihale sonrasında uygulama öncesine kadar olan süre içerisindeki çalışmaları araştırmıştır. Bu aralıkta yer alan şantiye tesislerini Şantiye İşletme Üniteleri, Şantiye Sosyal Tesisleri ve Alt Yapı Tesisleri olarak 3 başlık altında toplamıştır. Şantiye İşletme Üniteleri olarak şantiye binası – şantiye bürosu, bakım ve tamir atölyesi, imalat atölyesi, jeneratör grubu ve trafolar, akaryakıt tesisi, lastik tamir ve lastik ambar sahası, şantiye su deposu, ambarlar, demir ihzarat ve hazırlama sahası, kalıp hazırlama atölyesi, beton tesisi ve çimento ambarları, taş ocakları, laboratuvarlar, revir olarak aktarmıştır. Şantiye sosyal tesisleri olarak işçi barakaları, tuvalet ve dış üniteler, yemekhane ve mutfak, işçi gazinosu, bekâr lojmanları, evli lojmanları, yönetici gazinosu ve şantiyede mesai saatleri dışındaki yaşantıyı destekleyecek olan yapı türleri olarak belirtmiştir. Alt yapı tesislerini içme suyu, kullanma suyu, atık su, elektrik tesisatı, basınçlı hava tesisatı, yollar ve yeşil alanlar olarak tespit etmiştir. Proje planlama modeli adımlarını sırasıyla WBS geliştirilmesi, aktivite sıralanması, iş paketlerinin tahmini, başlangıç planlamasının hesaplanması, kaynak atamaları ve dengeleme, bütçe hazırlığı olarak belirtmiş ve aşamaları irdelemiştir. Projesinde kritik ve yarı kritik yolu belirlemiş ve sonrasında standart sapmaları kullanarak faaliyetlerin gerçekleşme olasılıklarını belirlemiştir. PERT maliyet yöntemini uygulamak için en kötümser süreleri alarak kritik faaliyet gecikme süreleri 0 olan faaliyetleri kritik yol olarak tespit etmiştir. Buna bağlı olarak hızlandırma sürelerini ve normal maliyet yardımıyla hızlandırma maliyetleri ve hızlandırma işlemleri sonucu oluşan proje maliyetlerini bulmuştur.

3. PROJE YÖNETİMİNDE KAYNAK Dengeleme AMAÇLI KULLANILAN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

3.1 Kaynak Dengeleme Çözüm Yöntemleri

3.1.1 Analog yöntemler

Uygulanacak ve yapılacak olan işte kaynakların optimizasyonunu elde etmek amacıyla kullanılan yöntem türlerinden biridir. Çözüme sezgisel olarak yaklaşma sözü konusudur. Fiziksel yöntemler (problemin maketi), elektriksel analogu ve dual serimi gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır. Fakat çözüm için bu yöntem çeşidinin uygulanması her zaman mümkün olmayabilmektedir.

3.1.1.1 Çubuk diyagramlar

Çubuk Diyagramlar kullanılma önemi ve yaygınlığına bakıldığında en tepede görülmektedir. Tekniğin doğru bir biçimde uygulanabilmesi için ilişkilerin eksiksiz ve kusursuz bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde hatalı girdilerle, yanlış sonuçlar elde edilmiş olacaktır. Bunun sonucunda ise maddi ve zaman kaybı kaçınılmaz olacaktır.

3.1.1.2 Elektriksel analog yöntemler

Kaynak dengeleme konusunda yalnız bilimsel araştırmalar alanında yerini alabilmiş olan bu yöntem iş programa yöntemlerini elektrik devreleri şeklinde düşünerek akım doğrultusunda planlama kaynak dengeleme yoluna gitme amacı gütmesine karşın detay ve modelleme güçlüğü sebebiyle uygulama konusunda kendine yer edinememiştir.

3.1.1.3 Dual serimler

Uygulanması istenilen projede yöntemin çözümünü elde edebilmek için ilişkilerin bağıntılı olması gerekmektedir. Uygulanacak projede ilişkilerin tamamının birleşebildiği düzlemler üzerinde gösterilmesi ile düzlemsel serimler elde edilir. İlişkiler arasında kopukluk olan projelerde teknik uygulaması mümkün değildir.

3.1.2 Analitik yöntemler

Gelişmemiş ve basit problemlerin çözümlenmesini olanaklı kılan analitik yöntemler, gelişmiş ve karmaşık problemlerin çözümlenmesini olanaksız kılmaktadır. Sınırlar ve elde edilmek istenen belirlendikten sonra matematiksel modeller yardımı ile çözüm elde edilmektedir. Kaynak profili çizimi yapıldıktan sonra matematiksel fonksiyonlar şeklinde ifade edilen teknikte parametrelerin kaynak dengelemesine uygun olacak şekilde girdileri yapılır.

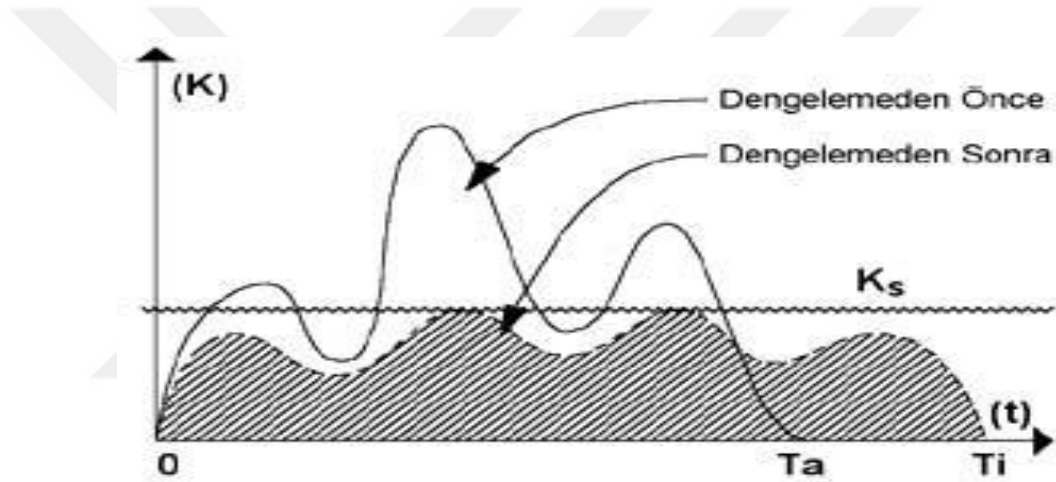
- Doğrusal Programlama,
- Profil Fonksiyonu,
- Dal – Sınır Tekniği,
- Dinamik Programlama,
- Tam Sayılı Programlama.

3.1.3 Yaklaşık (bulgusal, heuristik) yöntemler

Analog ve Analitik Yöntemlerinin Kaynak Dengeleme amacıyla kullanılmadığı projelerde bu yönteme başvurulur. Yaklaşık, Bulgusal, Heuristik Yöntemler ile başlangıç olarak ilişkilerin tanımlamaları yapılır, çeşitli ilişkiler oluşturulur ve bulunan faaliyet şeması bilgisayar ortamına aktarılarak sonuç alınır. Yaklaşık Yöntemlerin girdilerinin planlamacı

tarafından eklenmesi ile kesin çözümler vermemekte olduğu için bulgusal yöntemler de denmektedir. Projelerde gerekli tüm kaynaklar (İş gücü, makine-teçhizat, malzeme, zaman) gerekli anlarda ilişkilendirilerek, kaynakların kısıtlı olanları belirlenir ve dengeleme yöntemine başvurulur. Kısıtlamalar çeşitli olabilmekle beraber çıktıların elde edileceği projelerde yatırımcı ve uygulayıcı için gerekli kısıtlamalar şu şekilde sıralanabilir.

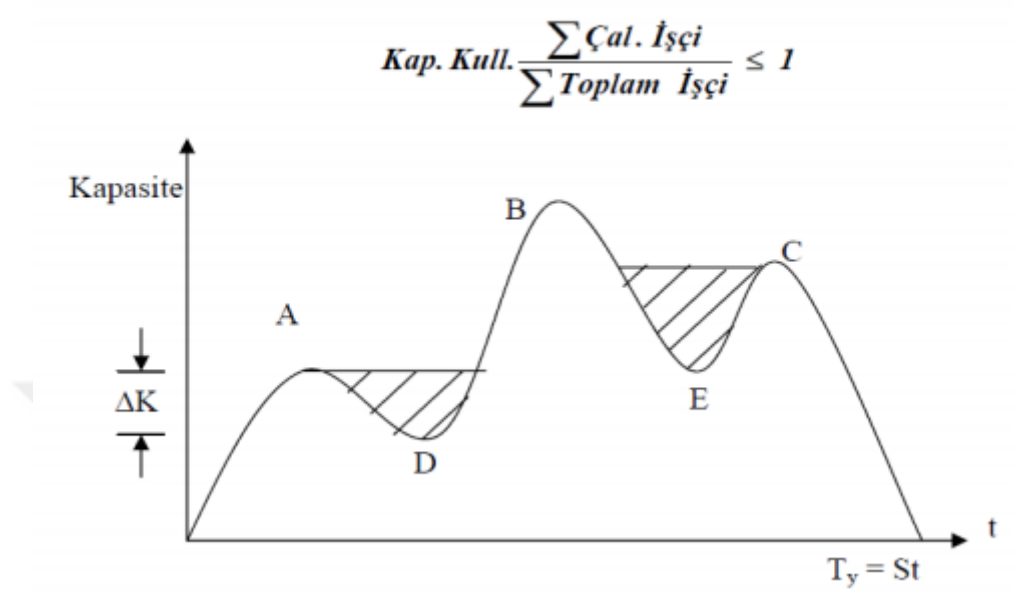
3.1.3.1 Kaynak kısıtlı, süre kısıtsız (Wiest Yöntemi)



Şekil 3.1 Kaynak Kısıtlı, Süre Serbest Optimizasyon

Kaynağın kısıtlı sürenin serbest olması durumu adından da anlaşılacağı üzere gerekli hallerde sürenin serbest biçimde artırılabilmesi fakat kaynakların belirli bir düzeyi aşmaması gerektiği uygulamalarda kullanılmaktadır. Şekil 3.1'den de görülebileceği üzere; dengeleme öncesi kaynak/süre grafiğinde kaynak kısmında dengelenme seviyesine göre yükseklik farkı fazla olan aktiviteler, sürenin değiştirilmesine bağlı olarak kaynağın kısıtlı olduğu seviyeye kadar çekilmek suretiyle kaynak dengeleme yapılabilir.

3.1.3.2 Kaynak kısıtsız, süre kısıtlı (Burgess Yöntemi)

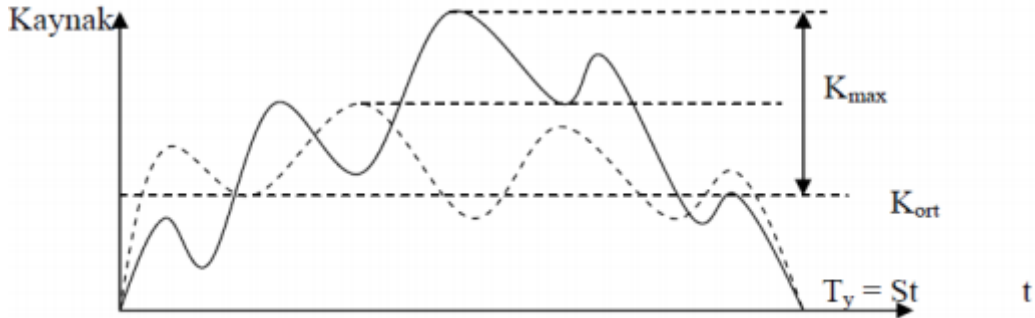


Şekil 3.2 Kaynak Optimizasyon Grafiği

Kaynağın serbest sürenin kısıtlı olması durumunda kaynakların kullanımı sınırsız olmasına karşın sürenin kısıtlı olması durumunda kullanılmaktadır. Kaynak yönetiminde bu noktada planlarken iş gücü, makine-teçhizat, malzeme kullanım seviyeleri serbest olurken süre değişmezdir. Süre kısıtlı olduğu durumlarda literatürde çeşitli denklem ve yöntemler tanımlanmaktadır. Burgess Yönteminde kaynak optimizasyon ve yığılma oranları grafiklerinden de anlaşılacağı üzere süre değişmemekte ve kaynakların kademeli olarak eniyileştirilmesi elde edilmeye çalışılmaktadır.

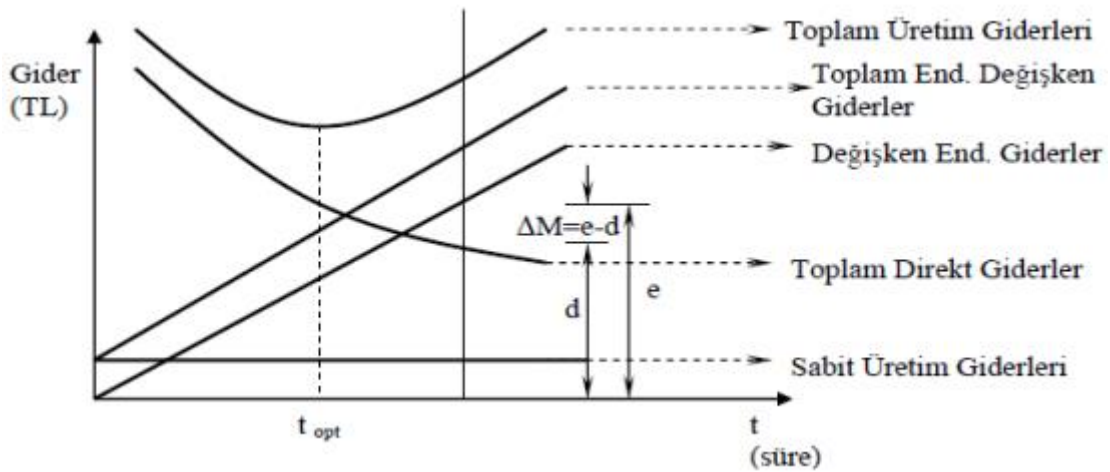
$$\Phi = \frac{K_{max}}{K_{ort}} \geq 1$$

$$\Phi = \text{Yığılma Oranı}$$



Şekil 3.3 Yığılma Oranları

3.1.3.3 Kaynak kısıtsız, süre kısıtsız, gider serbest (Out of Kitler Algorithm)



Şekil 3.4 Kaynak Serbest, Süre Serbest

Kaynak Kısıtsız, Süre Kısıtsız, Gider Serbest projelerde Time Cost- Trade Off anlayışı ile süre ve kaynak en iyileştirilmesi elde edilmeye çalışılmaktadır. Bunun için kaynak ve süreler tecrübelerle dayalı öngörülerle girdiler programa işlenerek kaynaklardaki değişimler takip edilir. Çeşitli değişimler sonucu maksimum iyileştirme yapılarak çıktıların yatırım kanalında en düşük seviyede elde edilmesi amaçlanmaktadır.

3.2 Kaynak Dengeleme

Kaynak dengeleme genel olarak aynı kaynağın var olan farklı aktivitelerde önem sıralamasına göre kendine yer edinmesi olarak bahsedilebilir. Kısıtlamalar dâhilinde var olan aktivitelerin programlanması sonucunda elde edilen, bollukları sıfır (0) olan kritik yol öncelik olarak alınır. Kritik olmayan faaliyetlerde dengeleme ile toplam proje süresi değişmeyeceği halde, kritik olan faaliyetlerde dengelemeler ile proje tamamlanma süresi uzayabilmekte fakat kaynağın sırayla kullanımı sağlanabilmektedir.

3.3 Kaynak Dengeleme Türleri

3.3.1 Faaliyet ötelenmesi yoluyla kaynak dengeleme

Kaynakların kısıtlı olduğu koşullarda öncelikle kaynakların hangi faaliyetlerde kullanılması gerektiği belirlenmelidir. Sonrasında faaliyetler arası ilişkilendirmeler yerleştirildiğinde tecrübeler ve akışa bağlı olarak gözlenen kritik faaliyetler belirlenerek kısıtlı olan kaynakların ataması yapılmaktadır. Tabi ki kısıtlı kaynak atamalarında öncelik kritik faaliyetlerde olmakta, plancı tarafından daha az öneme sahip veya ötelenebilir olarak görülen faaliyetlere kaynak atamaları öncüllerdeki iş bittiğinde yapılarak faaliyet ötelenmesi yoluyla kaynak dengeleme yapılmaktadır.

3.3.2 Faaliyet bölme yoluyla kaynak dengeleme

Kaynakların kısıtlı olduğu şartlarda, faaliyetler belirli bir düzen ve sıralama içerisinde yerleştirilir. Süre uzatımlarının proje maliyetinde önemli değişmelere yol açmadığı veya süre koşulu olmayan projelerde, kaynakların kısıtla olması durumunda faaliyetler kendi içerisinde parçalara ayrılarak kaynak atamaları yapılabilen bu yöntem, sürenin inşaat projelerinde ne denli önemli olduğu düşünüldüğünde fazla tercih edilir bir yöntem olamamaktadır.

3.3.3 Kaynakların kullanım saatlerinin artırılması yoluyla kaynak dengeleme

Projelerde kaynakların belirli çalışma süreleri olmasına karşın gün, hafta veya aylık periyotta ek süreli çalıştırılmasıyla proje girdileri artırılarak daha fazla çıktı elde edebilmek mümkündür. Fakat proje girdilerinin artırılması normal süreye göre daha maliyetli olduğundan ek maliyet yaratmakta ve girdiler yalnız bir seviyeye kadar artırılıp, belirli bir seviyeden sonra daha fazla artış elde edilemeyeceği de bir gerçektir. Eski bir yöntem olmakla beraber bilgisiz ve bilinçsiz yürütücülerin yer aldığı projelerde hala tek çözüm yöntemi olarak görülmektedir.

3.4 Kaynak Yumuşatma

Proje planlama ve uygulama aşamalarında faaliyetlere atanan kaynaklar arasında kritik yol harici kalan faaliyetler çeşitli bolluk seviyelerine sahiptir. Her bolluk bize o aktivitenin ne denli ötelenebilir olduğunu göstermektedir. Bununla beraber bollukları yüksek olan faaliyetler eğer ardı sıra gelen faaliyetler ile kaynak seviyeleri düzeyinde yüksek farklılıklara sahipse, bu istenilmeyen koşulda ek maliyetler meydana çıkacaktır. Seviyeler arasındaki farklar genel belirli noktalarda fazla göze batmamasına karşın proje yönetimi her koşulda dalgasız bir grafik ve kaynak ataması görmek ve elde etmek istemektedir. Kaynaklar arasındaki bu dalgalanmaların daha makul seviyelere getirilmesine kaynak yumuşatma denmektedir. Kaynak yumuşatma sonucunda yakın tepeler elde edilerek, ani kaynak çıkışları engellenebilmekte ve düzenli kaynak dağılımı elde edilebilmektedir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Yöntemin Ana İlkeleri

Her işte olduğu gibi arz ve talep dengesi inşaat projelerinde de karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’de yükselen arza karşın talep artışı dönemsel teşviklerle yükselişler gösterse de zaman içerisinde sabit kalmakta buna bağlı olarak arz-talep dengesi oluşmamaktadır. Üretilen mallar açıkta kalmakta ve eskiden olduğunun aksine üretim sonrası satış bekleme süresi uzamaktadır. Artan arz beraberinde yüksek rekabeti getirmekte, gelebilecek diğer fırsatları es geçmemek, farklı yerlerde bir veya birden fazla projeye sahip olmak, tek bir yere bağlanarak riski artırmamak adına kaynakların tek bir alana aktarılması yerine bölünmesi gerekmektedir. Bütün bunların sonucu olarak kaynakları kısıtlama yoluna gidilmektedir. Kaynak kısıtlama daha önceki zamanlarda kaynakların daha etkin, verimli kullanılarak daha yüksek çıktılar elde etmek için kullanılsa da günümüzde kaynak kısıtlama ile proje yönetme konusu zaruri olmuştur. Şayet kaynaklarını sınırsız olarak düşünen ve bu doğrultuda hareket eden işletmeler piyasada kendine yer edinememekte ve günden güne maddi, manevi açıdan erimekte-dirler. Kaynak dengeleme ve iş gücü planlama amacına varılması için çeşitli yöntemler olmakla beraber bu çalışmada WİEST yöntemi kullanılmıştır.

Kaynak Dengeleme yöntemlerinden biri olan Wiest Yönteminde;

- A) Faaliyetler arası ilişkileri gösterirken CPM serimleri (Network) kullanılmalıdır.
- B) Soldan sağa doğru yönelen faaliyetler arası ilişkilerde çeşitli ve karmaşık olarak verilen düğüm notları numaralandırılmakta ve atanan bu numaralar artan şekilde olmalıdır.
- C) Faaliyetlerin bulunduğu CPM seriminde herhangi bir faaliyete gerektiğinde birden fazla kaynak atanabilmelidir.
- D) Projede kullanılacak olan kaynakların toplam kapasitesi (A); A kapasitesi denklem 4.1’deki eşitlikle hesaplanır.

$$A = \int_0^{T_y} A_i. dt \text{ (Kaynak / gün)} \quad (4.1)$$

$$\text{Kullanılan Kaynak Kapasitesi} = \frac{\text{Kümülatif Çalışan Kaynak}}{\text{Kümülatif Toplam Kaynak}} \leq 1 \quad (4.2)$$

Tüm kaynak dengeleme yöntemlerinde olduğu gibi WIEST yöntemi de amaç olarak kullanılan kaynak kapasitesi miktarı 4.2'deki denklem kullanılarak 1'e yaklaştırmaya çalışmaktadır.

E) Ortalama Kaynak Sayısı (Aort); Denklem 4.3 kullanılarak ortalama kaynak sayısı bulunmaktadır.

Ty: Toplam Yatırım Süresi.

$$A_{ort} = \frac{A}{T_y} \quad (4.3)$$

F) Yığılma Oranı (ϕ_A)

A_{MAX}: En büyük kaynak sayısını ifade etmektedir ve 4.4'deki denklem kullanılarak bulunmaktadır. En büyük kaynak sayısı küçültülmek suretiyle ϕ_A 1'e yaklaştırmaya çalışılmaktadır.

$$\phi_A = \frac{A_{max}}{A_{ort}} \geq 1 \quad (4.4)$$

Kaynak atamalarda yapılacak olan dengelemede kaynakların faaliyet sayılarının ve bağlantılarının çeşitli olması durumunda geçerli olan dengeleme yönteminde çözüm yolu olarak analitik, yaklaşım ve analog yöntemlerde kullanılabilir. Projelerde yapılan yatırım planlarında faaliyetlerin dengelenmesine bağlı olarak elde edilmek istenen kaynak profil eğrisi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

$$Y = K \cdot A \cdot t \cdot E^{A \cdot t^2} \quad (4.5)$$

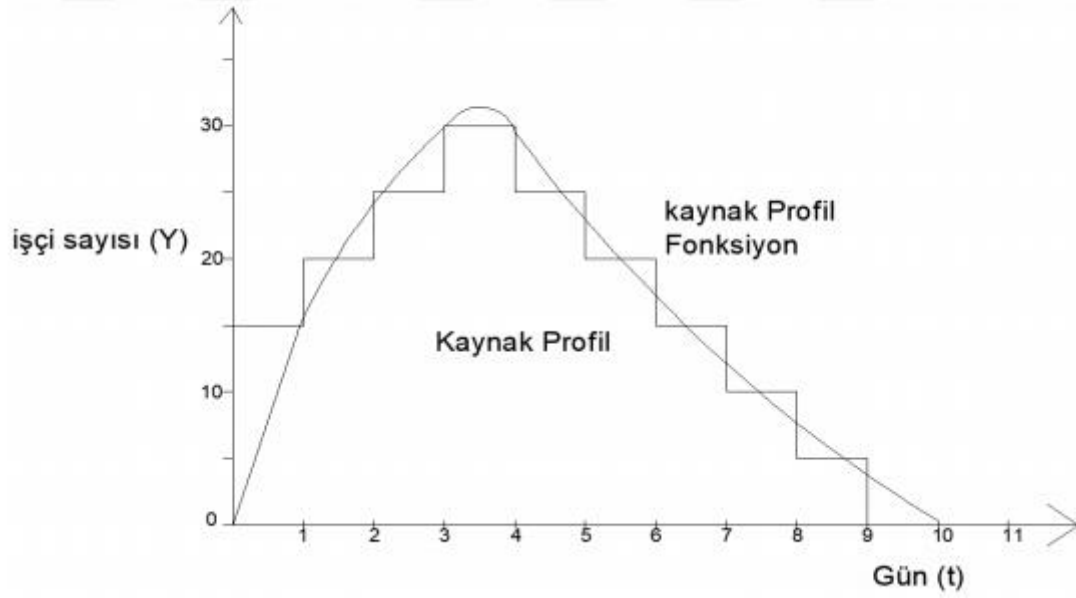
Y: Belirli sürede kullanılan kaynak miktarı

A: Zorunluk faktörüdür.

K: Projenin toplamına atanan kaynak miktarı

E: Doğal logaritma tabanı

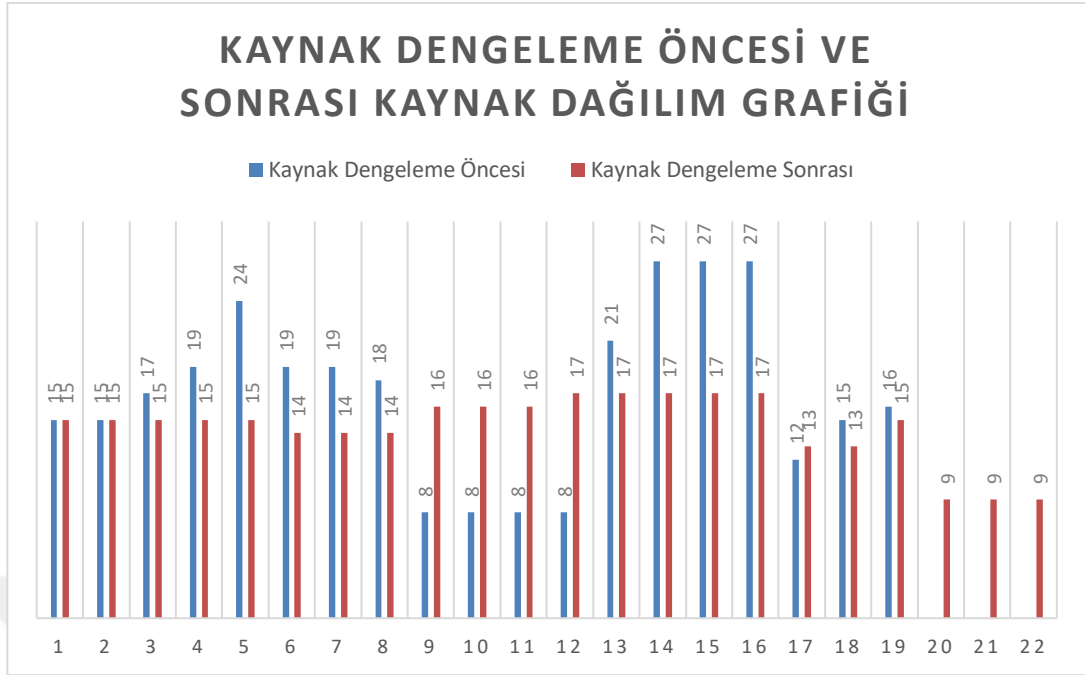
t: Zaman



Şekil 4.1 Kaynak Profil Eğrisi Fonksiyon Grafiği

4.2 Yöntemin Aşamaları

İlk kez Wiest tarafından kullanılan yöntemde planlanan iş programı üzerinde kaynaklar kısıtlı buna karşın zaman kısıtsız kabul edilmektedir. Bu kabullere göre gerçekleştirilecek yöntemde iş gücü planlanması yapılması ve iş gücü kaynaklarının iş gücü kaynak dağılım grafiğinde, dengelemeden önce dağılımına göre daha dengeli bir iş gücü kaynak dağılımı elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bunun için süre kısıtsız kabul edilmekte ve faaliyetler dengelenirken ötelenmektedir. Ötelenme sonucunda iş gücü kaynaklarının günlere göre dağılımı sağlanarak dengeli bir grafik elde edilmektedir.



Şekil 4.2 Wiest Yöntemi Öncesi ve Sonrası Günlere Göre İşgücü Kaynak Dağılımı Grafiği

Kaynak dengeleme öncesinde elde edilen işgücüne dayalı grafik alanı kaynak dengeleme sonrasına göre daha fazla kaynak alanı içermektedir. Daha fazla ve daha dengesiz kaynak dağılımına sahip olan dengeleme öncesi kaynak grafiğinin anlamı daha düzensiz ve öngörülemez giderler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle Wiest Yöntemi kullanışlı ve etkili bir dengeleme yöntemi olarak görülmektedir. Kaynakların dengelenmesinde kaynakların önem ve maliyet açısından yüksek oranda farklılık gösterdiği yerlerde kaynakların dikkatli ve önem sırasına göre dengelenmesi gerekmektedir.

Kaynak kısıtlı iş programında kaynak dengeleme yapılırken faaliyetler arasında dengeleme işlemi yapılabilmesi için öncelikle projenin gereksinimleri;

A) Kaynak dengeleme yapılacak olan proje CPM seriminde işlenmiş olmalıdır.

B) Düğüm noktaları (node) faaliyet bağlantı okları (arcs) aynı yönde artış şeklinde verilmiş olmalıdır. Tüm serimde kontrol sağlanmalı ve bu yöne artışına uymayan kısımlar düzeltilmelidir.

C) Tüm CPM seriminin herhangi bir aktivitesi tekrar eden ad, düğüm numarası veya döngü (loop) içermemelidir.

D) CPM serimi içerisinde bulunan çeşitli kaynaklar tek dengeleme ile dengelenemez. Her kaynak türü tek tip olarak ele alınmalı ve ayrı ayrı dengeleme işlemine girmelidir.

Yöntem gereğince kaynak dengeleme yapılırken uygulanması gereken adımlar sırasıyla;

Adım 1: Proje seriminin CPM çözümünden elde edilen sonuçları kullanarak tüm işlemleri erken başlamalarına göre sıralanır (EB_{ij}) ve her işin her güne karşı gelen iş gücü gereksinimini çizilir.

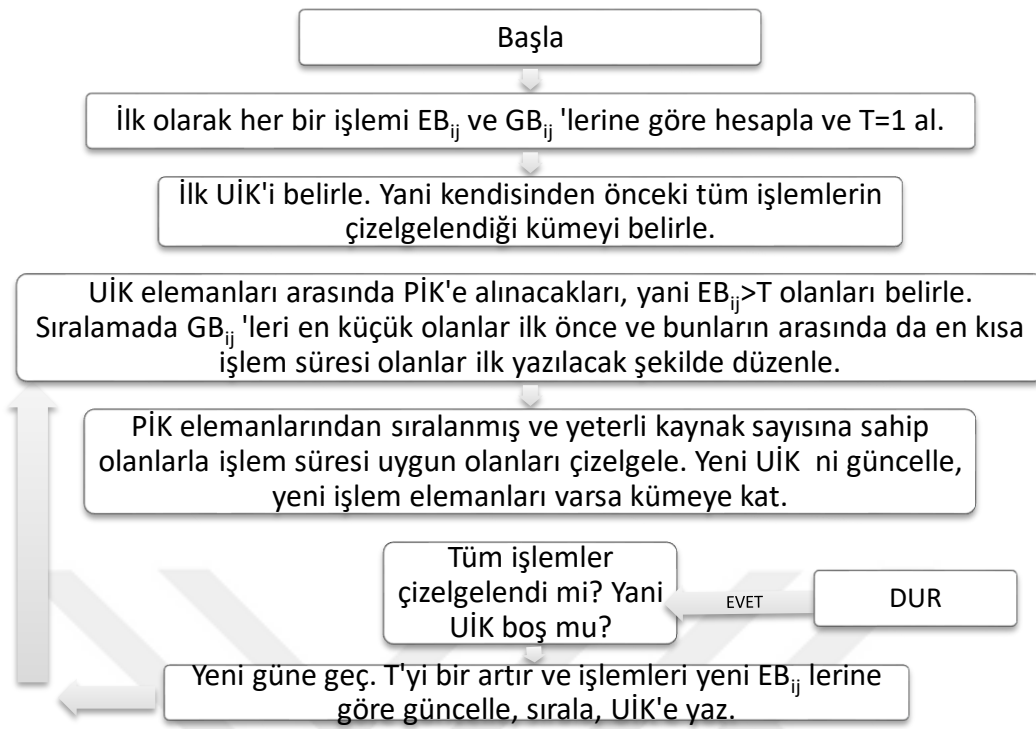
Adım 2: Her işe ait en fazla (en üst düzeydeki) iş gücü miktarları hesaplanır ve her işlem için sırasıyla bu kaynakların en üst seviyeleri bir birim indirilir.

Adım 3: İşlemlerin sıralanması sırasında teknolojik işlem sırası ve ardışıklığı ile işlem miktarları göz önünde bulundurulur; gerekirse sıralama değiştirilir. Herhangi bir işlem için “s” ile adlandırılan “tetikleme düzeyi: trigger level” anda durulur.

Adım 4: “s” sınırındaki veya üst limitindeki işlemler aktiftir. İşlem bütünlüğü bozulmadan ve bitiş süreleri fazla uzaklara ötelenmeden bu tetikleme düzeyinin aşılmasına neden olan işlemler çizelgede sağ tarafa doğru ve tercihen kaynak miktarı az olanlar seçilmek suretiyle, toplam bollukların elverdiği ölçüde ötelenir.

Adım 5: Diğer tüm işlemlerin düzenlenmesi ve iş gücü planlama tablosunun çizilmesiyle işleme devam edilir. Eğer profil eğrisinde başka pik noktalar oluşmuşsa işlemlerin 4. Adımına dönülür ve uygulanır. Eğer tüm işlemler başarıyla yetiştirilmişse yine tüm işlemlerin tetikleme seviyelerinin bir birim azaltılması amacıyla 3. Adıma dönülür. Eğer bu pik noktanın daha aşağı çekilmesinde başarısız olunuyorsa bir önceki tetik seviyesi kabul edilip yeni işlemten vazgeçilir. Tetikleme seviyelerinde ileriye doğru bir azaltma mümkün olamayacak bir duruma gelindiğinde elde edilen ve çizilen tablonun son şekli esas alınır.

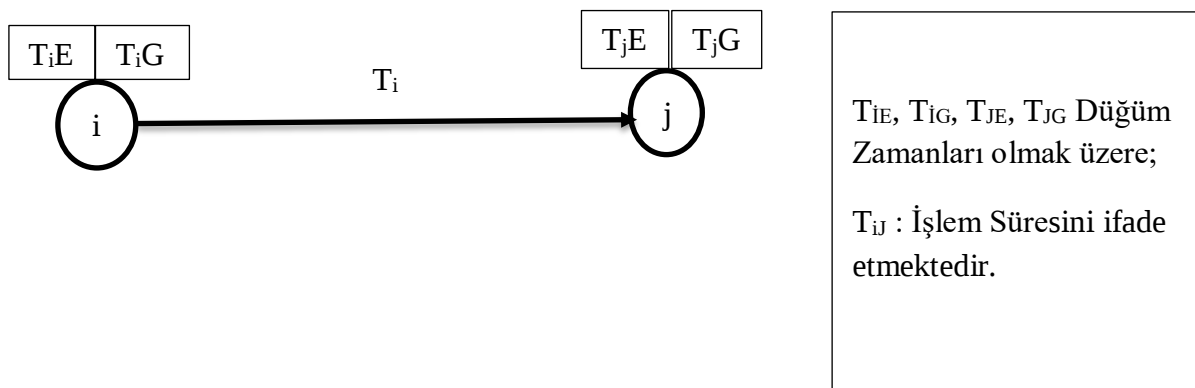
Adım 6: Yukarıdaki işlem tekrarlanır. Programda elemanların rastgele olması nedeniyle her uygulamadan farklı sonuçların elde edilmesi kaçınılmazdır. En düşük bir iş gücü maliyetine sahip bir çizelge seçilir.

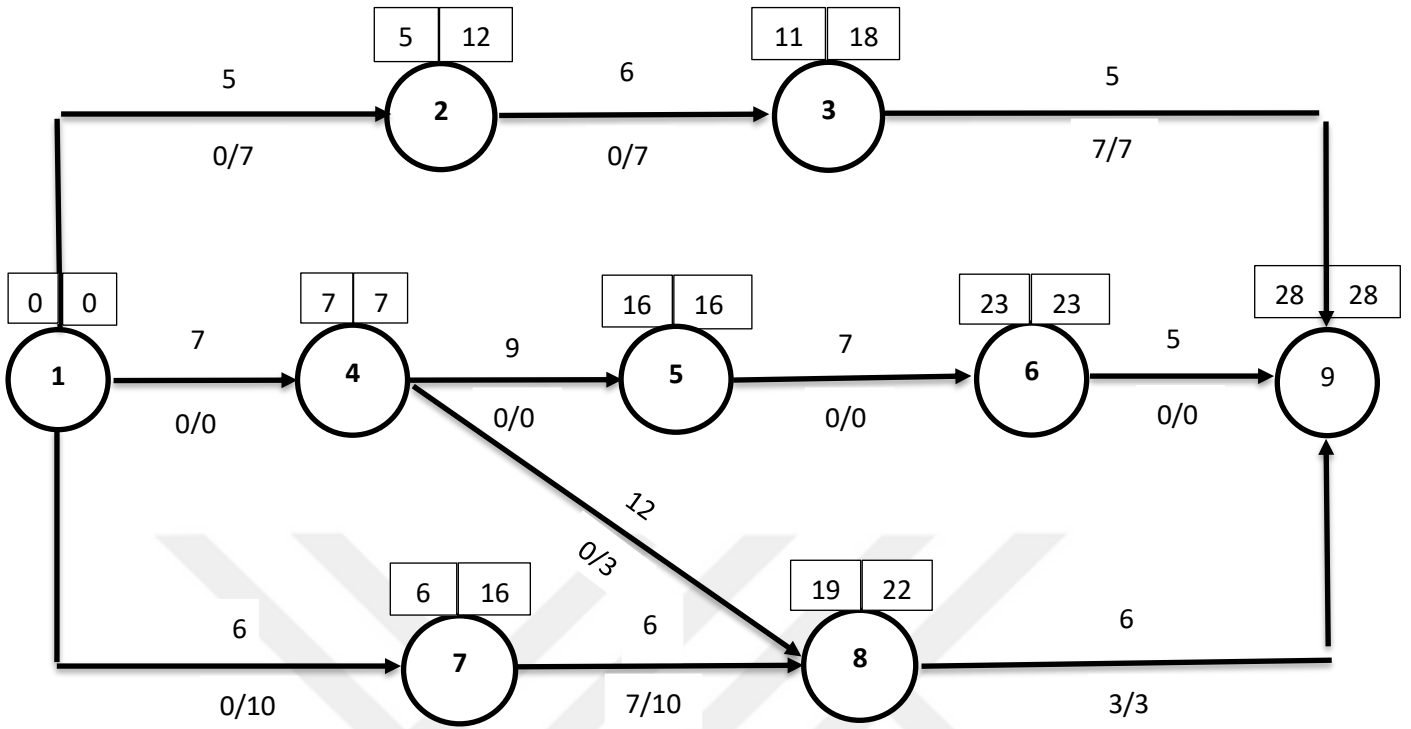


Şekil 4.3 Wiest Kaynak Dengeleme Akış Diyagramı

4.3 Örnek Bir Serimde Tek Kaynak İçin Yöntemin Uygulanması

Örnek serimde uygulanmak üzere 9 düğüm ve 11 faaliyetten oluşan bir proje ele alınmış ve kaynak dengeleme yönteminin uygulaması yapılmıştır.





Şekil 4.4 Örnek Projede CPM Serimi Gösterimi

Çizelge 4.1 Örnek Proje Kaynak Seviyeleri Gösterimi

İŞLEM	KAYNAK SAYISI			T _{İJ}	EB _{İJ}	TB	GB _{İJ}
	A	B	C				
1-2	4	3	1	5	0	7	8
1-4	3	4	1	7	0	0	0
1-7	3	4	1	6	0	10	11
2-3	4	2	1	6	5	7	13
3-6	3	4	1	5	11	7	19
4-5	4	2	1	9	7	0	7
4-8	4	4	1	12	7	3	11
5-6	4	3	1	7	16	0	16
6-9	3	5	1	5	23	0	23
7-8	5	2	1	6	6	10	17
8-9	4	3	1	6	19	3	24

Uygun en büyük kaynak seviyeleri işçiler için; A:10, B:10, Usta kaynağı için C:5 sınırları verilmiştir. Buna göre oluşturulacak kaynak dengeleme çizelgesi şu şekilde olacaktır.

Tabloda yer alan parametreler → EB: Erken Başlama,
 T_{ij}: Faaliyet Süresi,
 GB: Geç Başlama,
 K_A: İşçi Sayısı,
 K_B: İşçi Sayısı,
 K_C: Usta Sayısı,
 TB: Toplam Bollukları ifade etmektedir.

Çizelge 4.2 Örnek Proje Kaynak Dengeleme Tablosu

İşlem	EB	T _{ij}	GB	K _A	K _B	K _C	TB	1	2
1-2	0	5	8	4	3	1	7	4-3-1	4-3-1
1-4	0	7	0	3	4	1	0	3-4-1	3-4-1
1-7	0	6	11	3	4	1	10	3-4-1	3-4-1
2-3	5	6	13	4	2	1	7		
3-6	11	5	19	3	4	1	7		
4-5	7	9	7	4	2	1	0		
4-8	7	12	11	4	4	1	3		
5-6	16	7	16	4	3	1	0		
6-9	23	5	23	3	5	1	0		
7-8	6	6	17	5	2	1	10		
8-9	19	6	24	4	3	1	3		
First Levelling								24	24
1-2								4-3-1	4-3-1
1-4								3-4-1	3-4-1
1-7									
2-3									
3-6									
4-5									
4-8									
5-6									
6-9									
7-8									
8-9									
Rest Levelling								16	16

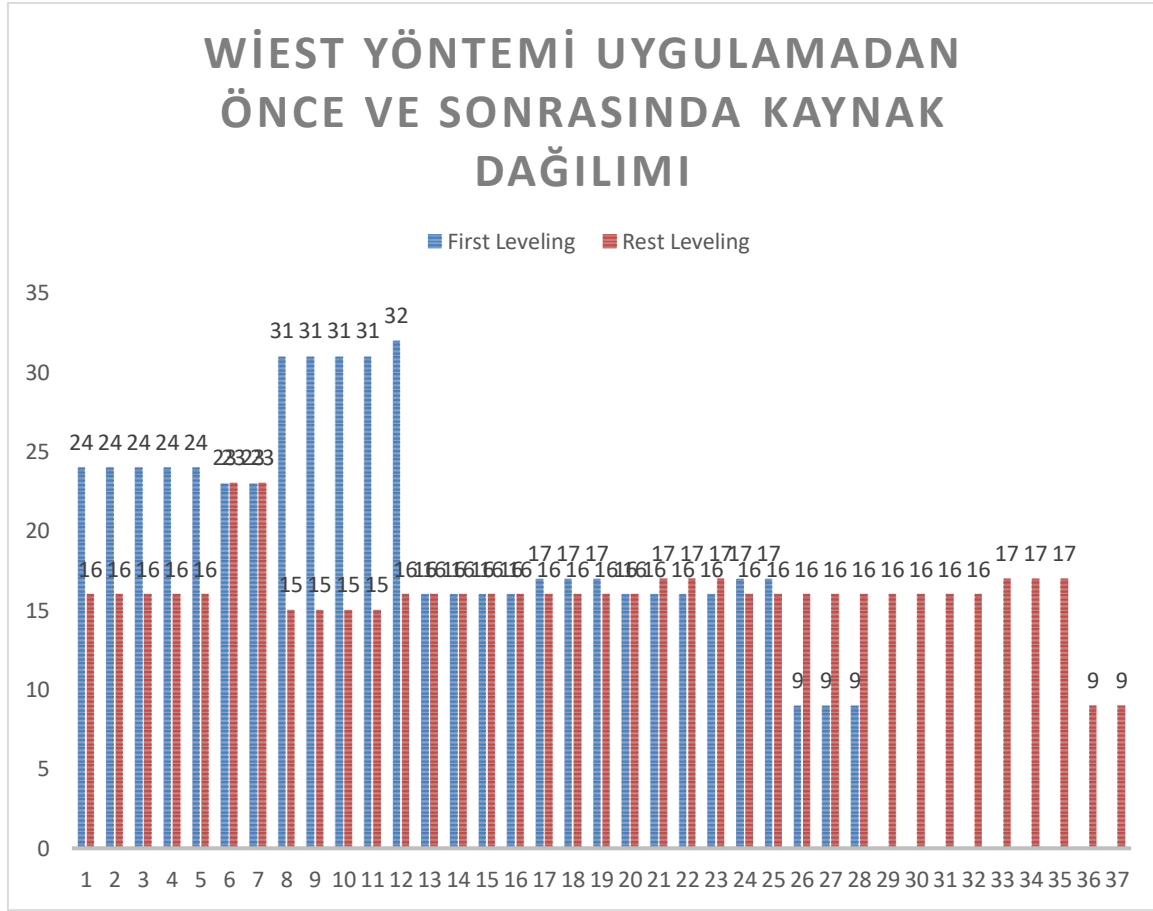
T=7	T=8	T=9,10,11
Full	= 7-8, 4-5, 4-8, 3-6	Full
	= 8, 8, 8, 12	
	= 17, 8, 11, 19	
	= ---	

T=12	T=13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	T=21
UİK= 7-8, 4-5, 4-8, 3-6	Full	= 7-8, 3-6, 5-6, 8-9
EB= 12, 12, 12, 12		= 21, 21, 21, 21
GB= 17, 8, 11, 19		= 17, 19, 16, 24
PİK= 4-5, 4-8		= 5-6

T=22, 23	T=24	T=25, 26, 27
Full	= 7-8, 3-6, 8-9, 6-9	Full
	= 24, 24, 24, 24	
	= 17, 19, 24, 24	
	= 7-8	

T=28	T=29	T=30
UİK= 3-6, 8-9, 6-9	Full	= 8-9, 6-9
EB= 28, 28, 28		= 30, 30
GB= 19, 24, 24		= 24, 24
PİK= 3-6		= 8-9

T=31, 32	T=33	T_Y= 37 gün elde edilir.
Full	= 6-9	
	= 33	
	= 24	
	= 6-9	



Şekil 4.5 Wiest Yöntemi Uygulama Öncesi ve Sonrası Günlere Göre Kaynak Dağılımı

Kaynak dengeleme sonrası tablo ve çizelgeden görüleceği üzere kaynak dengeleme öncesi 28 olan projenin tamamlanma süresi kaynak dengeleme sonrasında 37 güne çıkmıştır. Wiest yöntemine bağlı olarak dengeleme sonrasında görülen süre artışı aynı zamanda kaynakların dengelenmesinin öncesine göre daha dengeli bir dağılım göstermiştir. Kaynakların dengelenmesine bağlı olarak dengeli dağılım aynı zamanda dengeli maliyet gideri sağlamıştır.

5. UYGULAMA

Günümüzde uygulamaya geçecek olan projeler boyutlarına bakılmaksızın paket programlar ile iş ağırları önceden oluşturulmaktadır. Projelerde elle çözümleme yapılabilmesi çok uzun zamanlar alacağı ve insan faktörü hata yapmaya elverişli olduğu için gerek büyük ölçekli gerekse orta ölçekli projelerde dahi bilgisayar imkânlarından faydalanmak yararlı olacaktır. Kullanılacak program seçilirken programın sadece iş programı oluşturmaktan ziyade uygulama aşamasında da kullanılacağı düşünülerek esnekliğe açık olması, kolay kullanılabilir olması, hatalara duyarlı olması, genel çerçevede kabul görmüş olması, güvenilirliğini kanıtlamış olması, görsel imajlarla destekleyici olarak anlaşılır olması büyük önem taşımaktadır. Bu görüşlere ve faydalarına bakılarak çalışmada da Microsoft Project yazılımı kullanılmıştır.

5.1 Microsoft Project Programı Tanıtımı

Yakın geçmişte, günümüzde ve gelecekte teknolojinin zararları ne derece tartışılıyor olsa da yararları da o derece göze çarpmakta ve kullanılmaktadır. Planlama elde edilmek istenilen amaçların uygulamaya başlanmadan evvel, uygulama esnasında ve uygulama sonrasında karşımıza çıkmaktadır. Geçmişte metraj, hak ediş, keşif, saha imalatları ve tedarik zinciri sorumlulukları iki hatta bazen tek kişide olmasına karşın artan rekabet koşullarının ve yeni buluşların tek başına profesyonellik gereksiniminden dolayı bu bölümler kendi içerisinde uzmanlıklara ayrılmıştır. Gelişen piyasalarda verimlilik en önemli kavramlardan biri haline gelmiş ve maksimum verimlilikle çalışma amaçlanmaktadır. Piyasada enflasyon ve kur dalgalanmalarına karşın proje sonucunda elde edilmesi planlanan kar oranları her gün artmakta olan rekabet ortamında giderek düşmektedir. Hedeflenen kar oranlarının düşmesine bağlı olarak teklif aşamasında maliyet analizlerinin optimum doğrulukta yapılması gerekmekte, projenin teklif aşamasında kazanılması, karın maksimuma yükseltilmesi veya oluşabilecek zararların minimuma indirgenmesi sağlanmaktadır.

Bu doğrultuda oluşturulacak proje planlama aşamasında uzmanlaşan bölümlerin amaçları şu şekilde sıralanabilir;

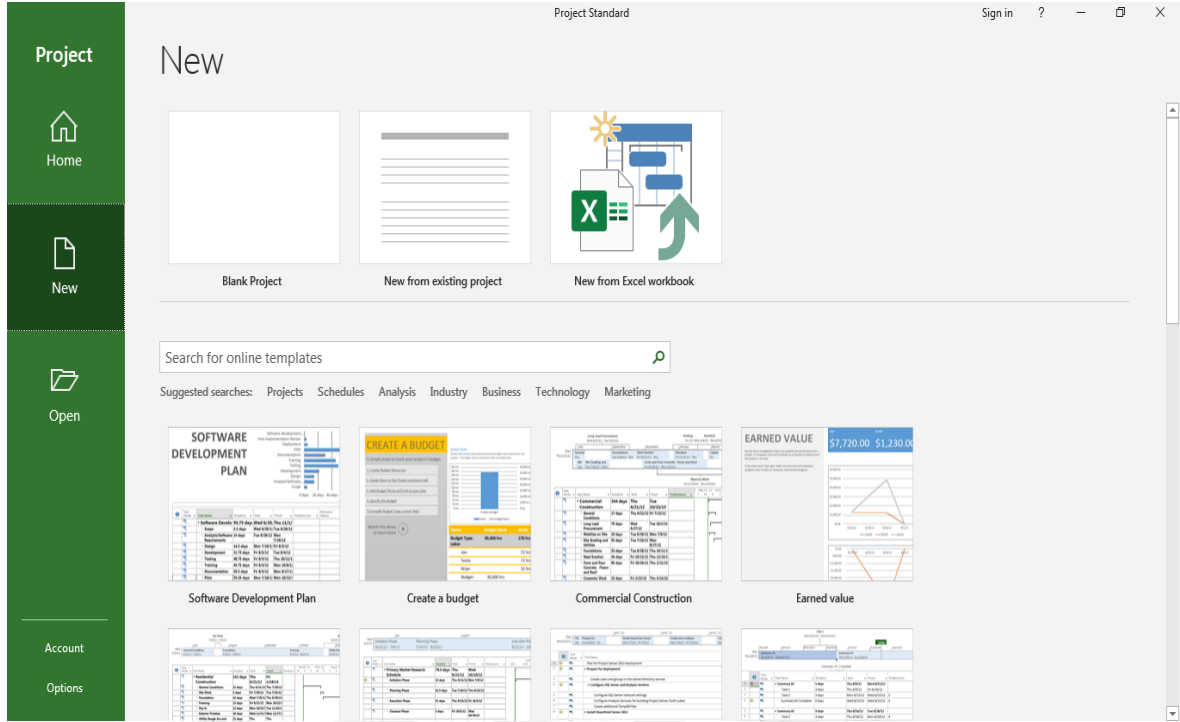
- Planlamaya başlamadan evvel profesyonel ekip kurularak bir arada çalışılması,
- Projenin uygulama sonrasında ortaya çıkartılacak eserin kalite seviyesinin belirlenmesi,
- Seviyeye bağlı olarak bütçe belirlenmesi,
- Bu seviye için gerekli kaynaklar için tedarik ağı oluşturulması,
- İnsan ve makine gücü kaynaklarının süre-maliyet analizleri yapılarak optimum kaynak dengeleme elde edilmesi,
- Proje aşamalarını kontrol edebilmek adına tüm verilere erişim izni olması,
- Planlama yaparken nitelikli kaynakların en verimli şekilde kullanılması,
- Proje uygulama sırasında kaynakların verimliliklerinin ve maliyetin hedeflenen değerlerle ne derece örtüştüğünün belirlenmesi,
- Görünen sapmaların nedenlerinin araştırılması ve gerekli revizyonların yapılması,
- Proje sonlandırması ve elde edilen verilerin depolanarak ileride planlanacak projelerde altlık ve danışma olarak kullanılması.

Microsoft Project, proje yönetim programı olarak bilinmektedir. Fakat bundan öte mevcut kaynakları en verimli ve etkin şekilde kullanarak belirlenen maliyet, performans ve süre hedeflerine ulaşabilmemizi sağlayan bir programdır. Projelendirme aşamasında mevcut kaynakların etkin ve verimlilik açısından eniyilenmiş halde plana dâhil edilmesinin yanı sıra, gerekli adımlarda kontrol ve analiz etme olanağı sağlamaktadır. Yükleniciler açısından ise ön bilgi elde edilmesi, oluşabilecek risklerin önceden belirlenebilmesi, kat edilen mesafelerin gözlenmesi ve ileriki zamanlarda yer alınacak projelerde yardımcı verilerin elde edilmesi adına önem taşımaktadır. Kolay kavranabilir bir ara yüze sahip olan MS Project,

gerekli tecrübe ve teorik bilgilerle birleştirildiğinde proje oluşturma ve izleme adına kolaylıklar sağlamaktadır.

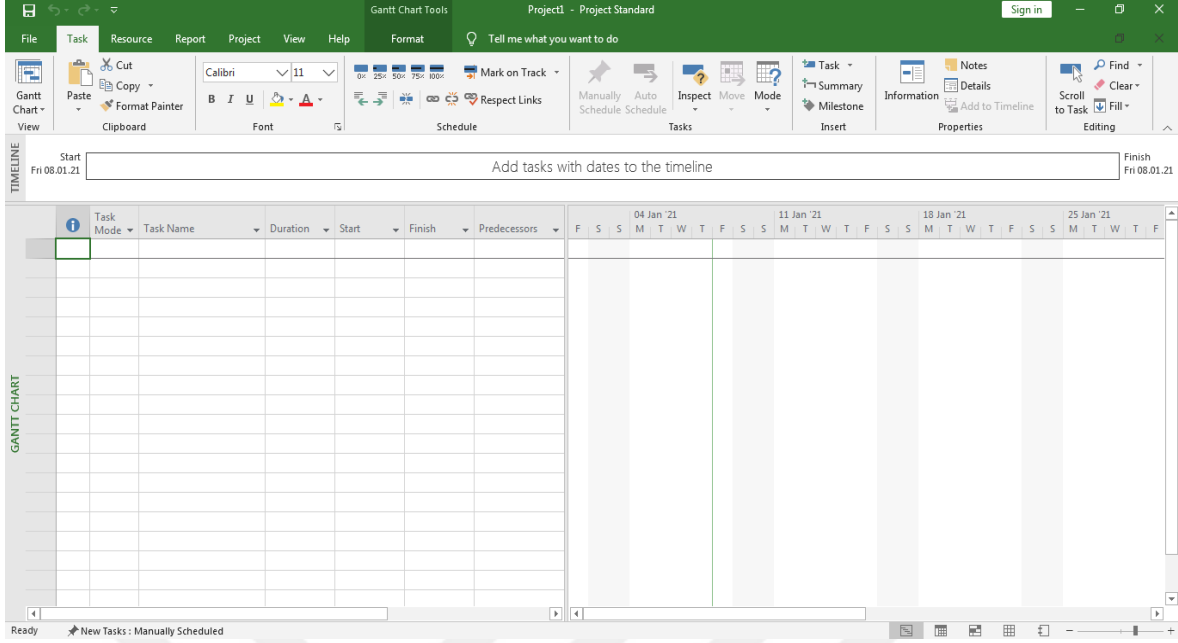
Microsoft tarafından geliştirilen MS Project plan ve proje oluşturulması, belirlenen proje adımlarına gerekli kaynakların atanması, iş ağında tamamlanan veya tamamlanmakta olan aşamaların takip edilmesi, yapılan imalatlar sonucunda meydana çıkacak bütçenin yönetimi ve faaliyetlere bağlı olarak iş yüklerinin analiz edilmesi alanlarında kullanıcıya kolaylıklar sağlamaktadır.

MS Project ilk açıldığında Şekil 5.1’de görüldüğü üzere ‘New’ seçeneği ile ‘Boş proje açma’, ‘Var olan projelerden yeni bir proje açma’, ‘Excel çalışma sayfasından yeni bir proje açma’, ve alt kısımda hazır taslaklardan oluşan proje planlama ara yüz ve sayfalarını sunmaktadır. ‘Open’ seçeneği ile geçmişte üzerinde çalışılmış projeler açılabilmekte, ‘Home’ seçeneği ile mevcut ara yüz ve geçmişte çalışılmış projeler görülebilmektedir. ‘Account’ seçeneği ile hesap ayarları ve lisans seçeneklerine ulaşılabilir. ‘Options’ seçeneği ile zaman gösterge tipi (Date Format), varsayılan görünüm (Default View), Zaman Çizelgesi (Schedule) ayarlarında projeye ait çalışma süreleri ayarları yapılabilir.



Şekil 5.1 MS Project Açılış Ekran

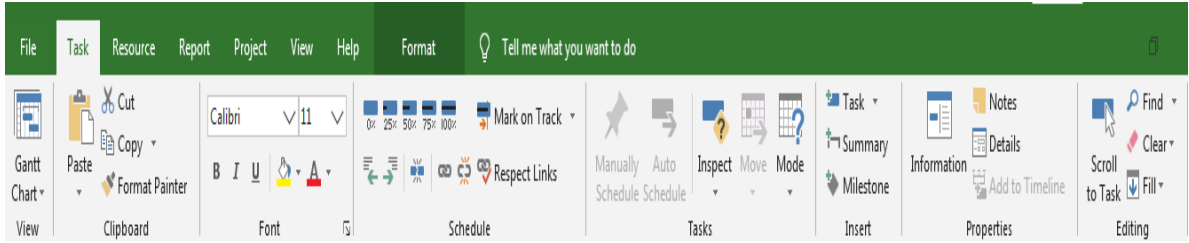
Şekil 5.2’de görüleceği üzere MS Project menüleri genel olarak ‘File’, ‘Task’, ‘Resource’, ‘Report’, ‘Project’, ‘View’, ‘Help’, ‘Format’ olarak sıralanmaktadır. Ana ekranda sol tarafta Microsoft Excel tema, sağ tarafta ise takvime yerleştirilmiş Gantt Şeması görünür. MS Project en alt birimden sıralanacak olursa alan (Field), grup (Group), filtre (Filter), tablo (Table) olarak ele alınabilir. İşin tanımlandığı aktiviteye Görev (Task), görevi gerçekleştirecek birimlere Kaynak (Resource), kaynakların görevlere atanmasına ise atama (Assignment) denmektedir. Görünüm (View) kısmında geri plandaki veriler değiştirebilmekte, Rapor (Report) kısmında ise görüntü alabilmek mümkündür. Hiyerarşik bir yapıya sahip olan MS Project ana ekranında Görev Adı ana başlıktan başlayarak oluşan tablo alt yapıda grup ve gruplar içerisinde alanlardan meydana gelmektedir. Görev adı başlığı yanında faaliyetlerin sürelerinin belirlendiği Süre (Duration), süre başlığı yanında faaliyetlerin başlangıç zamanlarının tarihsel olarak belirtildiği Başlangıç (Start), başlangıç yanında faaliyetlerin bitiş zamanlarının tarihsel olarak belirtildiği Bitiş (Finish), bitiş başlığı yanında faaliyetler arası ilişkilerin belirlendiği Öncüller (Predecessors) ve öncüller başlığı yanında faaliyetlere atanan kaynakların isimlerini gösterildiği Kaynak Adları (Resource Names) bulunmaktadır.



Şekil 5.2 MS Project Ana Ekranı

5.1.1 “Task” sekmesi

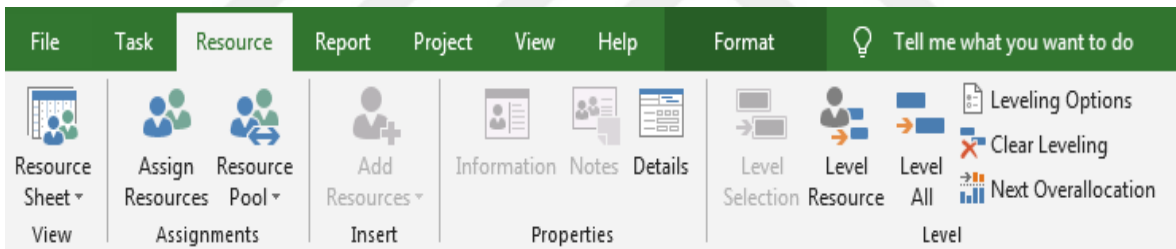
Task sekmesi içerisinde proje faaliyetleri planlanmasında kullanılacak olan ana bileşenlerin tamamını içermektedir. Kopyalama, kesme, yazı tipi ve özellikleri, proje tamamlanma oranları, girintileme, faaliyetleri birbirine bağlama veya bağı kırma, planlama süre tipleri, görevler, özet, kilometre taşı, bilgiler, notlar ve detaylar, bulma ve temizleme gibi seçenekleri kullanma imkânı bulunmaktadır. Task sekmesinde Bilgiler (Information) sekmesi ile faaliyete ait tüm bilgilere erişilebilmektedir. Bu bilgiler arasında adı, süresi, tamamlanma yüzdesi, başlangıç ve bitiş süreleri yer alan genel bilgiler (General), kimlik, öncül tiplerini ve bekleme sürelerini ayarlayabileceğimiz öncüller (Predecessors), atanan kaynakların isimleri, birimleri ve maliyetlerini ayarlayabileceğimiz kaynaklar, son tarihi ve diğer seçenekleri seçebileceğimiz, faaliyet tipi ve iş kırım yapısı WBS seçebileceğimiz gelişmiş seçenekler (Advanced), faaliyete ait not ve dosyalar ekleyebileceğimiz notlar (Notes) ve özelleştirilmiş alanların görüntülenebileceği özel alanlar (Custom Fields) yer almaktadır.



Şekil 5.3 MS Project Task Menüsü

5.1.2 Resource menüsü

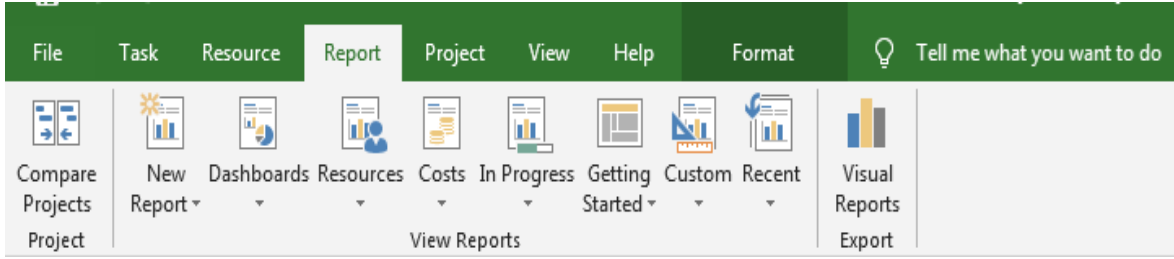
Resource içerisinde projede ve projenin sahip olduğu tüm faaliyetlerde kullanılacak olan kaynakların ayarlanması amacıyla yer alan menüdür. Kaynak sayfası, kaynakları atamak, kaynak havuzu, kaynak ekleme, bilgiler notlar ve detaylar, kaynak seviyelendirme, seviyelendirme seçenekleri, seviyelendirme temizleme ve kaynakları yeniden atama gibi seçenekleri içerisinde bulundurmaktadır.



Şekil 5.4 MS Project Resource Menüsü

5.1.3 Report menüsü

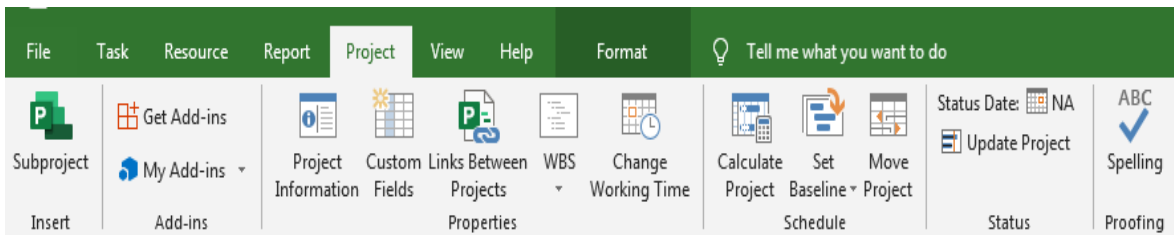
Report projeye ait kaynak, maliyet gibi girdilerin raporlanması amacıyla yer alan menüdür. Projeleri kıyaslama, yeni rapor oluşturma, gösterge tabloları, kaynaklar, maliyetler, ilerleme görüntüleme seçenekleri, başlangıç, özel sekme, son raporlar ve görsel raporlar gibi seçenekleri içerisinde bulundurmakta ve bu seçenekler tıklanarak istenilen raporlar istenilen şekil ve grafiklerde görüntülenebilmektedir.



Şekil 5.5 MS Project Report Menüsü

5.1.4 Project menüsü

Project kullanıcının projeye ait tüm bilgilerin ulaşılacağı ve ayarlamaları yapılabileceği menüdür. Alt projeler, proje bilgileri, özel alanlar, projeler arası bağlantılar, kod belirleme için gerekli WBS sekmesi, çalışma saati değiştirme, proje hesaplama, temel belirleme, proje taşıma, proje güncelleme, öngörü yapabilme gibi seçenekler görüntülenebilmekte ve arzu edilen şekilde değiştirilebilmektedir. Çalışma süresini değiştir (Change Working Time) sekmesinde içinde bulunan yıla ait takvim görüntülenmekte ve çalışma günlerinde ayarlamalar yapılabilir. Detaylar (Details) seçeneği tıklanarak hafta içerisinde çalışılacak günler ayarlanabilir. Bayram günleri manuel olarak giriş yapılmak suretiyle yarım ve tam gün olarak çalışma süresi dışında işlenebilmektedir.

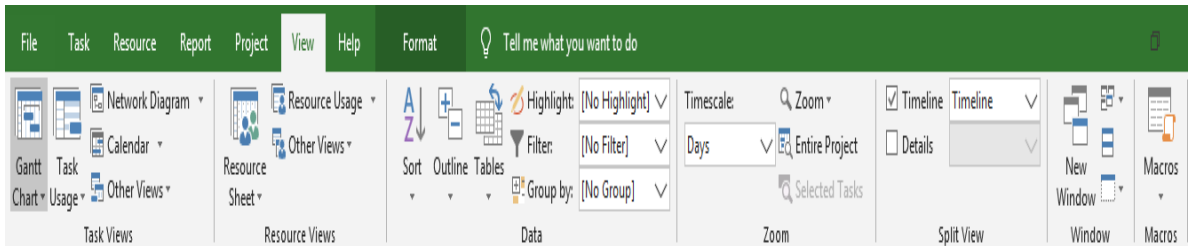


Şekil 5.6 MS Project Project Menüsü

5.1.5 View menüsü

View içerisinde MS Project'e ait tüm girdilerin istenilen şekilde görünümünün ayarlanabileceği menüdür. İçerisinde Gantt şeması, görev kullanımı, ağ diyagramları,

takvim, diğer görünüm, kaynak sayfası, kaynak kullanımları, listeleme ölçütü, tablolar, ana hat, zaman ölçütü, tüm projenin görünümü, yakınlaştırma ve uzaklaştırma, zaman çizelgesi, yeni pencere ve makrolar gibi sekmeleri barındırmakta ve bunlar üzerinde ayarlamaların yapılmasına olanak vermektedir. Ağ diyagramı açıldığında başlangıç ve bitişlerde ‘milestone’ gösterimleri kilometre taşlarını, başlangıçta mavi renkli gösterim projenin kendisini, kırmızı olarak gösterilen alanlar kritik yolu ve mavi ile gösterilenler bolluğu olan faaliyetleri göstermektedir. ‘Task Usage’ sekmesi altında faaliyetlere atanmış kaynaklar ve takvim üzerinde bu kaynakların günlük olarak çalışma süreleri görülebilmektedir. ‘Calender’ sekmesinde faaliyetlerin takvim üzerinde hangi kısımda bulunduğu görülebilir. ‘Other Views’ sekmesinde faaliyetlere ait detaylı ve genel bilgilere ulaşılabilmektedir. Kaynak Görünümü altında ‘Resource Sheet’ kaynak sayfasında tanımlanmış olan kaynaklar ve yeni tanımlanmak istenen kaynaklar listesi görüntülenebilir. ‘Team Planner’ sekmesinde ise kaynakların atandığı tarihler görüntülenebilir. ‘Resource Usage’ sekmesinde kaynaklar ve atandıkları faaliyetlere bağlı olarak çalışma süreleri görülmektedir. ‘Resource Graph’ seçeneği ile kaynakların atamalarına bağlı olarak iş yükleri, yüklenme problemlerini görüntüleyebilir ve gerekli düzeltmeler yapılabilir.

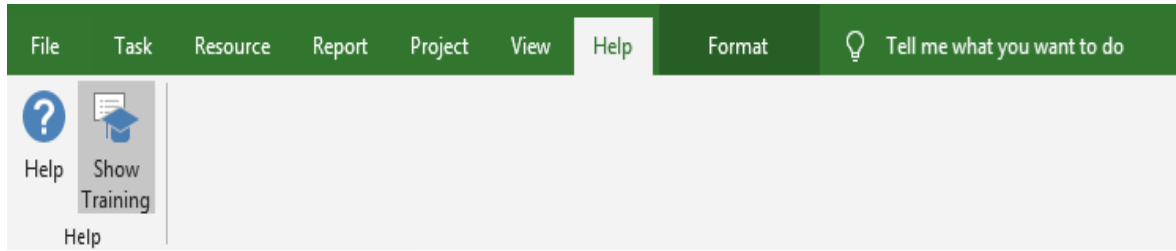


Şekil 5.7 MS Project View Menüsü

5.1.6 Help menüsü

Help içerisinde MS Project kullanılırken gerek başlangıç aşamasında gerekse ilerleyen zamanlarda kullanıcılara yardımcı olmak amacıyla var olan menüdür. İçerisinde

arama özelliği bulunan yardım ve kısa eğitim videoları yer alan eğitim göster seçenekleri bulunmaktadır.



Şekil 5.8 MS Project Help Menüsü

5.1.7 Format menüsü

Format MS Project'e ait fonksiyonların biçimsel özelliklerinin yapılabileceği menüdür. Format menüsü metin stilleri, kılavuz çizgileri, düzen, sütun ekleme, sütun seçenekleri, biçim, kritik görevler, bolluk, geciken görevler, görev yolu, aktivite başlangıç tarihi arası fark gösteriminde kayma ayarı, taban çizgisi, Gannt şeması görünüm stili ve çizim yapabileceğimiz çizim sekmelerini içermektedir.



Şekil 5.9 MS Project Format Menüsü

5.2 Örnek Uygulama Projesi MS Project ile Kaynak Dengeleme Yapılması

Sinop Belediyesi Sınırları İçinde Muhtelif Sokak ve Caddelerde Yol, Kaldırım ve İstinat Duvarı Yapım İşİ
--

Çizelge 5.1 Uygulama Projesi 1 Keşif Özeti

Sıra	Poz No.	İmalat Adı	Birim	Metraj	Birim Adam-Saat	Adam-Saat	İşçi Sayısı	Süre (Saat)	Süre (Gün)
1		12x22xSerbest boy cm boyutlarında, beyaz çimentolu, buhar kürlü idare malı beton bordür döşenmesi	M	3000	0,60	1800,00	6	300,00	30
2		30x10x serbest boy cm boyutlarında, normal çimentolu, buhar kürlü idare malı beton oluk taşı döşenmesi	M	500	0,50	250,00	6	41,66	4
3		Parke, beton plak, adi kaldırım, mermer, karo ve blokaj sökülmesi	M ²	4000	0,15	600,00	5	120,00	12
4		Bordür ve beton yağmur oluğu sökülmesi	M	1000	0,20	200,00	5	40,00	4
5		Presleme yöntemi ile üretilen, üst kısmı beyaz çimentolu, alt kısmı normal çimentolu, yivli-yivsiz, renkli-renksiz, idare malı terrazo karo plak ile dış mekânlarda döşeme kaplaması yapılması	M ²	500	2,50	1250,00	6	208,33	21
6		İdare malı her türlü dolgu malzemesini makineli veya el ile serme, sulama ve sıkıştırma yapılması	M ³	3000	0,25	750,00	1	750,00	75

Çizelge 5.1 Uygulama Projesi 1 Keşif Özeti (devam)

7		İdare Malı Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	5	27,00	135,00	5	27,00	3
8		Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dâhil)	M ³	100	1,20	120,00	6	20,00	2
9		Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	200	2,00	400,00	6	66,67	7
10		Sac ile eğri yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	50	2,00	100,00	6	16,67	2
11		6 ve 8 cm yüksekliğinde beyaz çimentolu buhar kürlü idare malı beton parke taşı ile döşeme kaplaması yapılması (her ebat, renk ve desende)	M ²	7500	0,40	3000,00	6	500,00	50
12		3 cm kalınlığında idare malı her renkte mermer levha ile döşeme kaplaması yapılması (3cmx30-40-50cmxserbest boy)	M ²	500	4,00	2000,00	6	333,33	33
13		Renkli desenli baskı beton yapılması	M ²	6500	2,25	14625,00	18	812,50	82
14		Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, brüt beton dökülmesi (beton nakli dâhil)	M ³	650	1,20	780,00	6	130,00	13
15		Ocak taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat yapılması (Nakliyeler dâhildir)	M ³	500	4,00	2000,00	8	250,00	25

Çizelge 5.2 Uygulama Projesi 1 Adam Saat Tablosu

Sıra	Poz No.	İmalat Adı	Birim	Metraj	Birim Adam-Saat	Adam-Saat	İşçi Sayısı	Süre (Saat)	Süre (Gün)
1		12x22xSerbest boy cm boyutlarında, beyaz çimentolu, buhar kürlü idare malı beton bordür ve 30x10x serbest boy cm boyutlarında, normal çimentolu, buhar kürlü idare malı beton oluk taşı döşenmesi	M	3500	0,50	1750,00	6	291,67	30
2		Parke, beton plak, adi kaldırım, mermer, karo ve blokaj sökülmesi, Bordür ve beton yağmur oluğu sökülmesi	M ² , M	5000	0,15	750,00	6	125,00	13
3		Presleme yöntemi ile üretilen, üst kısmı beyaz çimentolu, alt kısmı normal çimentolu, yivli-yivsiz, renkli-renksiz, idare malı terrazo karo plak ile dış mekânlarda döşeme kaplaması yapılması, 3 cm kalınlığında idare malı her renkte mermer levha ile döşeme	M ²	1000	2,50	2500,00	6	416,67	42
4		İdare Malı Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	5	27,00	135,00	5	27,00	3
5		6 ve 8 cm yüksekliğinde beyaz çimentolu buhar kürlü idare malı beton parke taşı ile döşeme kaplaması yapılması (her ebat, renk ve desende)	M ²	7500	0,40	3000,00	6	500,00	50
6		Ocak taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat yapılması (Nakliyeler dâhildir)	M ³	500	4,00	2000,00	8	250	25
7		Renkli desenli baskı beton yapılması	M ²	6500	2,25	14625,00	18	812,5	82

Tabloda yer alan Adam/Saat değerleri geçmişte uygulanan projeler, büyük firmaların Adam/Saat veri tabanları ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Adam/Saat değerlerinin ortalaması alınarak kullanılmıştır. İşçilerin şahsi becerilerine, çalışılacak alanın ulaşabilir olma düzeyine, malzemelerin tedarik şartlarına ve hava koşullarına bağlı olmak üzere değişkenlik göstermekte olup ortalama olarak edinilen tecrübelerle göre değerler temel alınmıştır. İşin tek parça halinde olmaması da Adam/Saat değerlerine yansımaktadır.

Uygulama Projesi 1 olarak adlandırılan ihale ‘Sinop Belediyesi Sınırları İçinde Muhtelif Sokak ve Yol, Kaldırım ve İstinat Duvar’ adlı, Açık İhale usulüne göre Sinop Belediyesi adına düzenlenmiştir. İhalede benzer iş olarak kabul edilecek işler olarak Yapım İşleri Benzer İş Grupları Tebliğinin (A) Alt Yapı İşleri V. Grup (Karayolu İşleri) (Alt Yapı + Üst Yapı) İşleri belirtilmiştir. Ayrıca Mezuniyet Belgesi/Diplomalar olarak İnşaat Mühendisliği kabul edilmiştir. Sınır değer katsayısı (N):1,20 seçilmiştir. Komisyon Başkanı ve üyelerinin katılımıyla yapılan ihale sonucunda doküman alan firma sayısı 8, toplam teklif sayısı 7 ve geçerli teklif sayısı 5 olmuştur. Katılım şartlarını yerine getirmeyen firmalar elemek suretiyle ekonomik açıdan en avantajlı teklif olan 437.000,00 TL ile X Firması kazanmış olup ekonomik açıdan en avantajlı ikinci teklif 518.750,00 TL ile şahsım adına Oğuzhan Erdoğan’a aittir. Yapılan incelemeler sonucunda ekonomik açıdan en avantajlı teklifte sınır değer altında kalmasına rağmen 33.2 maddesinde belirtildiği üzere savunma istenmemiştir. Ayrıca belirtmek gerekir ki sınır değer altında kalan tekliflerde idarenin 3 ihtimali bulunmaktadır. Direkt eleme, Savunma isteme ve Savunma istemeden kabul etme. Sınır değer altında kalan teklif kesin teminatı %9 olarak yaklaşık maliyet üzerinden yatırılmaktadır.

6 farklı lokasyonda ve yoğunluk gösteren yerlerde imalatlar yapılacağı için 6’şar kişilik 3 renkli baskı beton ekibi ile çalışmaktadır. Ekiplerin profesyonellik düzeyi yüksek, hava koşulları imalatların gerekliliğine uygundur. Alanın farklı lokasyonlarda, parça parça ve ufak alanlardan oluşuyor olması ise imalatların seri yapılamamasına neden olmuştur. Ocak taşı işçiliğinde 8 kişiden oluşan tek ekip kullanılmıştır. Mermer, Terazo plak döşenmesi işlerinde ise 6 kişilik tek ekip kullanılmıştır. 6/8’lik kilit parke taşı işçiliği 6 kişilik ekipten oluşmaktadır. Bordür ve Oluk taşı ustaları aynı ekip olup 6 kişiden oluşmaktadır. Söküm ve sıkıştırma ekibi 5 kişi ve 1 adet JCB’den oluşmaktadır. Demir imatları 5 kişiden oluşan tek ekibe verilmiştir.

**4 NORMAL KATLI KONUT PROJESİ İÇİN BİRİM ADAM/SAAT VE METRAJ
DEĞERLERİ**

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu

Sıra	İmalat Adı	Birim	Metraj	Birim Adam/Saat	Adam / Saat	İşçi Sayısı	Süre (Saat)	Süre (Gün)
1	Mobilizasyon	M ³	41,66	0,10	4,16	1	4	1
2	Kazı	M ³	723	0,10	72,2	1	72	8
3	Kazı Sıkıştırma	M ²	208	0,04	8,32	1	8	1
4	Mıdır Tesviye	M ³	20	0,10	2,00	1	2	1
5	Yeraltı Su Hatları Temini	M	100	0,20	20,00	3	7	2
6	Grobeton Kalıp	M ²	5,60	1,50	8,40	3	3	1
7	Grobeton Dökülmesi	M ³	20	0,40	8,00	3	3	1
8	Su Yalıtımı	M ²	200	0,20	40,00	4	10	1
9	Koruma Şapı Dökülmesi	M ²	10	2,00	20,00	4	5	1
10	Temel Kalıp	M ²	32	1,40	44,00	5	9	1
11	Temel Demir	Ton	9	33,00	297,00	8	37	4
12	Temel Beton	M ³	125	0,50	62,50	8	8	1
13	Temel Perde Kalıp İmalatı	M ²	320	1,50	480,00	12	60	4
14	Temel Perde Demir Donatı İmalatı	Ton	4	60,00	240,00	6	40	4
15	Temel Perde Beton Dökülmesi	M ³	45	1,00	45,00	8	6	1

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

16	Perde Kalıp Sökümü	M ²	320	0,50	160,00	8	20	2
17	Dolgu Yapılması	M ³	320	0,05	16,00	1	16	2
18	Bodrum Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Kalıp	M ²	600	1,50	900,00	12	60	8
19	Bodrum Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Demir	Ton	8	45,00	360,00	6	60	6
20	Bodrum Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Beton	M ³	90	0,75	67,50	8	8	1
21	Bodrum Kat Kalıp Sökülmesi	M ²	600	0,50	300,00	8	38	3
22	Zemin Bodrum Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Kalıp	M ²	600	1,50	900,00	12	113	12
23	Zemin Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Demir	Ton	8	45,00	360,00	6	60	6
24	Zemin Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Beton	M ³	90	0,75	67,50	8	9	1
25	Zemin Kat Kalıp Sökülmesi	M ²	600	0,50	300,00	8	38	3
26	1. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Kalıp	M ²	600	1,50	900,00	12	113	8
27	1.Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Demir	Ton	8	45,00	360,00	6	60	6

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

28	1. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Beton	M ³	90	0,75	67,50	8	9	1
29	1. Kat Kalıp Sökülmesi	M ²	600	0,50	300,00	8	38	3
30	2. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Kalıp	M ²	600	1,50	900,00	12	113	8
31	2. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Demir	Ton	8	45,00	360,00	6	60	5
32	2. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Beton	M ³	90	0,75	67,50	8	9	2
33	2. Kat Kalıp Sökülmesi	M ²	600	0,50	300,00	8	38	3
34	3. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Kalıp	M ²	600	1,50	900,00	12	113	8
35	3. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Demir	Ton	8	45,00	360,00	6	60	6
36	3. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Beton	M ³	90	0,75	67,50	8	9	1
37	3. Kat Kalıp Sökülmesi	M ²	600	0,50	300,00	8	38	3
38	4. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Kalıp	M ²	600	1,50	900,00	12	113	8
39	4. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Demir	Ton	8	45,00	360,00	6	60	6
40	4. Kat Kolon-Kiriş-Döşeme Beton	M ³	90	0,75	67,50	8	9	1

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

41	4. Kat Kalıp Sökülmesi	M ²	600	0,50	300,00	8	38	3
42	Ahşap Oturtma Çatı	M ²	250	1,00	250,00	5	50	5
43	Çatı Kiremit Kaplama	M ²	250	0,85	212,50	5	43	5
44	Bodrum Kat Duvar	M ²	80	3,00	240,00	6	48	4
45	Zemin Kat Duvar	M ²	170	3,00	510,00	6	102	9
46	1.Kat Duvar Örülmesi	M ²	170	3,00	510,00	6	102	9
47	2.Kat Duvar Örülmesi	M ²	170	3,00	510,00	6	102	9
48	3.Kat Duvar Örülmesi	M ²	170	3,00	510,00	6	102	9
49	4.Kat Duvar Örülmesi	M ²	170	3,00	510,00	6	102	9
50	Bodrum Kat Elektrik Kablo Kanal Çekilmesi	M	50	0,30	15,00	2	8	2
51	Zemin Kat Elektrik Kablo Kanal Çekilmesi	M	50	0,30	15,00	2	8	2
52	1 Kat Elektrik Kablo Kanal Çekilmesi	M	50	0,30	15,00	2	8	2
53	2. Kat Elektrik Kablo Kanal Çekilmesi	M	50	0,30	15,00	2	8	2
54	3. Kat Elektrik Kablo Kanal Çekilmesi	M	50	0,30	15,00	2	8	2

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

55	4. Kat Elektrik Kablo Kanal Çekilmesi	M	50	0,30	15,00	2	8	2
56	Elektrik Kablo Bağlantı	M	250	0,30	75,00	4	19	4
57	Armatür Temin-Montaj	AD	80	1,00	80,00	4	20	4
58	Pis Su Tesisat Çekilmesi	M	55	2,00	110,00	4	23	3
59	Temiz Su Tesisat Çekilmesi	M	55	2,00	110,00	4	23	3
60	Musluk Montaj	AD	60	3,00	180,00	4	45	5
61	Isıtma Boru Hattı Çekilmesi	M	200	2,00	400,00	4	100	10
62	Petekler Temin-Montaj	AD	48	2,50	120,00	4	30	4
63	İskele Kurulması	M ²	1700	0,25	425,00	8	53	5
64	Bodrum Kat Tavan Sıva	M ²	700	1,10	770,00	8	96	8
65	Zemin Kat Tavan Sıva	M ²	700	1,10	770,00	8	96	8
66	1.Kat Tavan Sıva	M ²	700	1,10	770,00	8	96	8
67	2.Kat Tavan Sıva	M ²	700	1,10	770,00	8	96	8
68	3.Kat Tavan Sıva	M ²	700	1,10	770,00	8	96	8
69	4.Kat Tavan Sıva	M ²	700	1,10	770,00	8	96	8
70	Bodrum Kat Kaba Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

71	Zemin Kat Kaba Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
72	1. Kat Kaba Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
73	2. Kat Kaba Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
74	3. Kat Kaba Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
75	4. Kat Kaba Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
76	Bodrum Kat İnce Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
77	Zemin Kat İnce Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
78	1. Kat İnce Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
79	2. Kat İnce Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
80	3. Kat İnce Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
81	4. Kat İnce Sıva	M ²	580	1,65	957,00	8	119	10
82	Bodrum Kat Şap Atılması	M ²	200	0,08	16,00	3	5	1
83	Zemin Kat Şap Atılması	M ²	200	0,08	16,00	3	5	1
84	1. Kat Şap Atılması	M ²	200	0,08	16,00	3	5	1
85	2. Kat Şap Atılması	M ²	200	0,08	16,00	3	5	1
86	3. Kat Şap Atılması	M ²	200	0,08	16,00	3	5	1

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

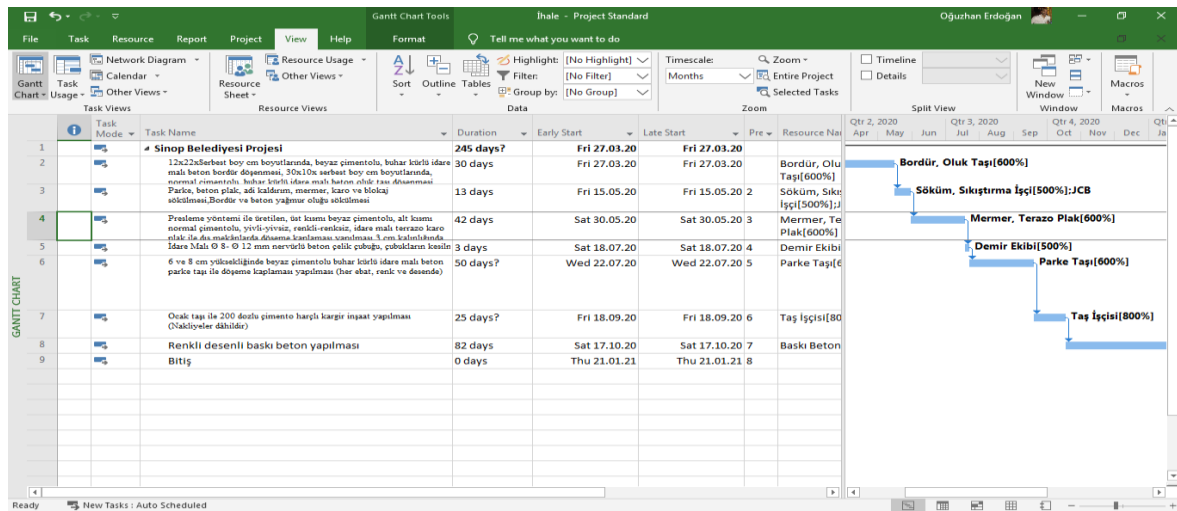
87	4. Kat Şap Atılması	M ²	200	0,08	16,00	3	5	1
88	Bodrum Kat Seramik Döşenmesi	M ²	200	1,75	350,00	6	58	6
89	Zemin Kat Yer Parke Döşenmesi	M ²	180	1,75	315,00	6	53	6
90	Zemin Kat Islak Hacimler Seramik	M ²	50	1,75	87,50	6	15	2
91	1. Kat Yer Parke Döşenmesi	M ²	200	1,75	350,00	6	58	6
92	1. Kat Islak Hacimler Seramik	M ²	50	1,75	87,50	6	15	2
93	2. Kat Yer Parke Döşenmesi	M ²	200	1,75	350,00	6	58	6
94	2. Kat Islak Hacimler Seramik	M ²	50	1,75	87,50	6	15	2
95	3. Kat Yer Parke Döşenmesi	M ²	200	1,75	350,00	6	58	6
96	3. Kat Islak Hacimler Seramik	M ²	50	1,75	87,50	6	15	2
97	4. Kat Yer Parke Döşenmesi	M ²	200	1,75	350,00	6	58	6
98	4. Kat Islak Hacimler Seramik	M ²	50	1,75	87,50	6	15	2

Çizelge 5.3 Uygulama Projesi 2 Adam Saat Tablosu (devam)

99	Dış Cephe Mantolama	M ²	1000	0,65	650,00	7	93	11
100	Kapı Kasaları İmalatı	AD	16	3,00	48,00	5	10	1
101	Kapı Kasaları Temin-Montaj	AD	16	5,00	80,00	5	16	2
102	Pencere Kasaları İmalatı	AD	16	3,00	48,00	5	10	1
103	Pencere Kasaları Temin-Montaj	AD	16	5,00	80,00	5	16	2
104	Bodrum Kat İç Cephe Duvar Boyanması	M ²	500	0,55	275,00	8	34	4
105	Zemin Kat İç Cephe Duvar Boyanması	M ²	500	0,55	275,00	8	34	4
106	1. Kat İç Cephe Duvar Boyanması	M ²	500	0,55	275,00	8	34	4
107	2. Kat İç Cephe Duvar Boyanması	M ²	500	0,55	275,00	8	34	4
108	3. Kat İç Cephe Duvar Boyanması	M ²	500	0,55	275,00	8	34	4
109	4. Kat İç Cephe Duvar Boyanması	M ²	500	0,55	275,00	8	34	4
110	Dış Cephe Kaba Sıva	M ²	1000	1,00	1000,00	7	143	15
111	Dış Cephe Mineral Sıva	M ²	1000	0,55	550,00	7	79	8
112	Dış Cephe Boya	M ²	1000	0,55	550,00	7	79	8

Çizelge 5.3'te yer alan Adam/Saat değerleri geçmiş tecrübelerle göre elde edilmiş olup, söz konusu projenin merkezi yerde olması, tedarik zincirinin ve iş gücü kaynaklarının uygun ve yüksek deneyim seviyesine sahip olmasından dolayı herhangi bir iyileştirme yapmadan bir proje evvel söz konusu işlerin benzer olması ve aynı ekiplerden elde edilmiş olması sonucu yüksek güvenilirliktedir.

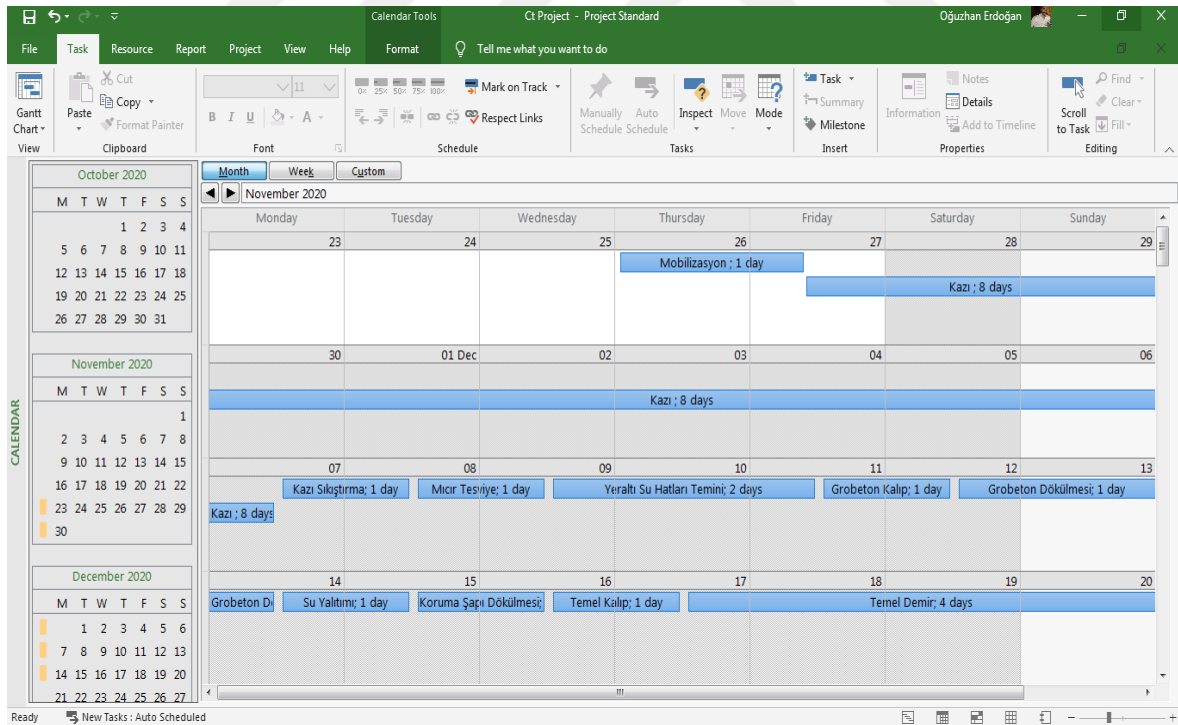
Uygulama Projesi 2 olarak adlandırılan, şantiye şefliği şahsına ait olan söz konusu proje Sinop İli, Merkez İlçesinde bulunmakta olan arsa üzerinde, kat karşılığı antlaşma ile anlaşılmış olup 200 m² Taban oturum alanı, toplam 1200 m² inşaat alanına sahip bir konut projesine aittir. Bodrum ve zemin kat dükkân, 1. Normal, 2. Normal, 3. Normal, 4. Normal katlar konut olarak projelendirilmiştir. Uygulamada günlük çalışma süresi 8-10 saat arası değişmektedir. Ortalama olarak işgücü miktarlarına bakacak olursa beton ekibi 8 kişi, demirci ekibi 6, kalıpcı ekibi 12, elektrik ekibi 3, tesisat ekibi 4, boyacı ve sıvacı ekibi 10, şap ekibi 12, seramik, fayans, parke ekibi 5, dış cephe mantolama ekibi 7, kapı ve pencere montaj ekibi 6, çatıcı ekibi 5, duvar ekibi 18 ve boya ekibi 16 kişiden oluşmakta oluşmaktadır. Wiest Yöntemi gereği projedeki kaynaklardan beton ekibi A Kaynağı, demirci ekibi B Kaynağı, kalıpcı ekibi C Kaynağı, elektrik ekibi D Kaynağı, tesisat ekibi E Kaynağı, Boyacı ve sıvacı ekibi F Kaynağı, şap ekibi G Kaynağı, Seramik fayans parke ekibi H Kaynağı, Dış cephe mantolama ekibi I Kaynağı, kapı ve pencere montaj ekibi J Kaynağı, çatıcı ekibi K Kaynağı, düz işçi ekibi L Kaynağı, Kepçe M Kaynağı, Kamyon N Kaynağı, Duvar ekibi O Kaynağı, boya ekibi P Kaynağı olarak adlandırılmıştır.



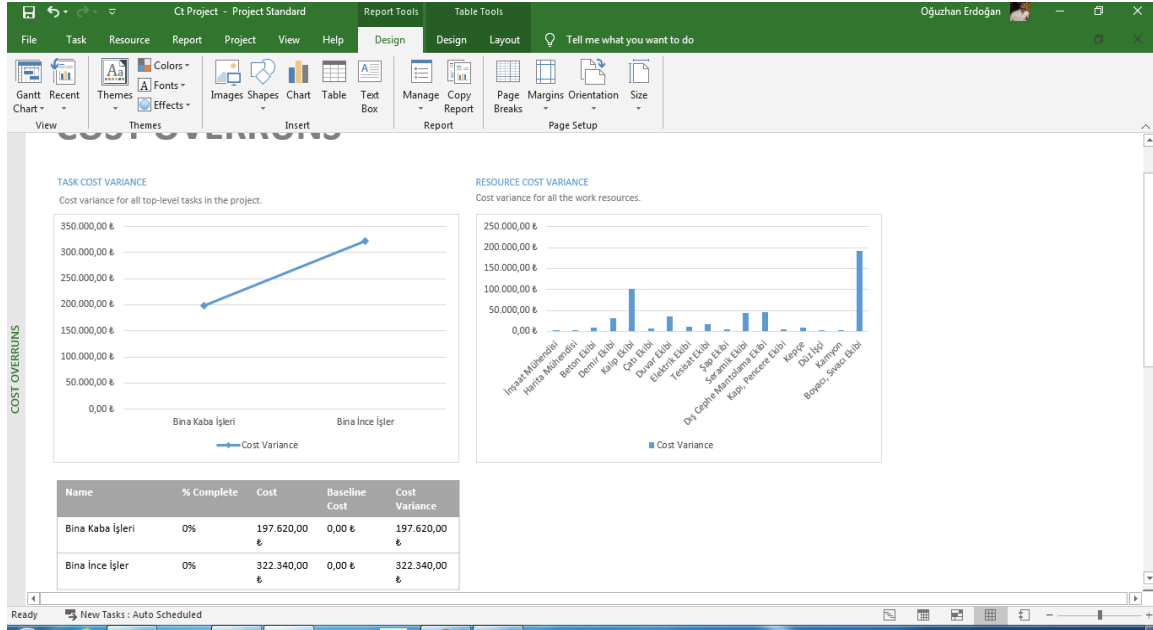
Şekil 5.10 Uygulama Projesi 1 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

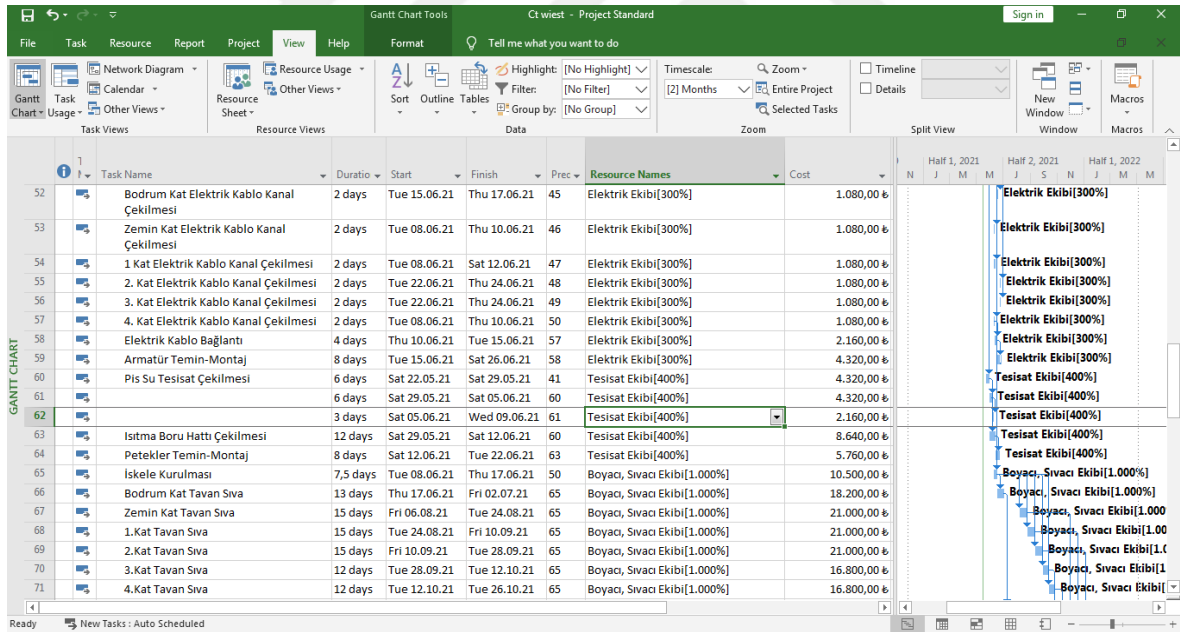
Projede CPM çözümünden elde edilen sonuçlar tüm işlemler göz önüne alınarak erken başlama sürelerine göre sıralanmıştır. Her faaliyete ait işgücü miktarları günlere işlenmiştir. Her faaliyete ait maksimum işgücü miktarları belirlendikten sonra tüm faaliyetlere ait kaynaklar sırayla bir birim indirilmiştir. İşlemler için öteleme ve tetikleme yapılması durumu incelenmiştir. İşlemlerin bütünlüğünü bozmamak ve bitiş süreleri fazla uzatılmamak kaydıyla işlem bolluklarının elverdiği ölçüde ötelenmiştir. Elverilen ölçüde tüm ötelemeler yapılmak suretiyle, tekrar işgücü pik noktalar oluşturmayacak şekilde tetikleme devam ettirilmiştir. En küçük işgücü miktarları ve maliyetleri elde edilene dek öteleme işlemi devam ettirilmiştir. İşlemler MS Project'e işlenmek suretiyle kaynak dengeleme öncesi eğriler grafikte elde edilmiştir. Takvime bağlı olarak işgücü miktarlarının gösterimi aylık grafikte MS Project Calender gösterimi altında izlenebilmektedir.



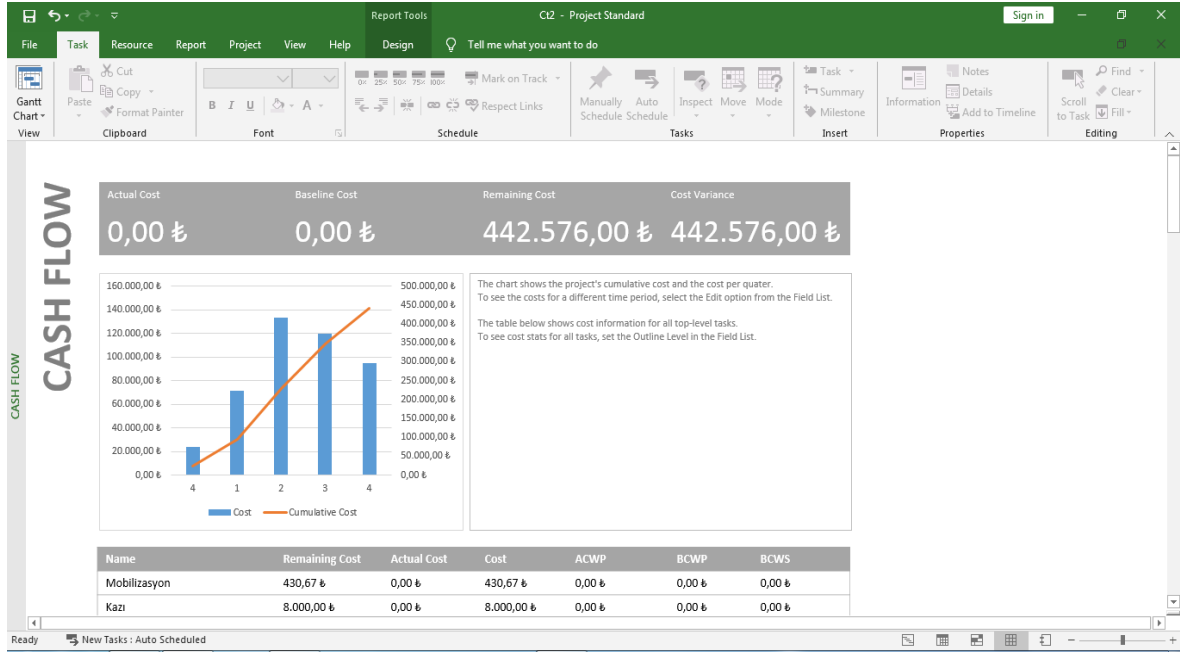
Şekil 6.1 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Öncesi Calender İşgücü Miktarları Gösterimi



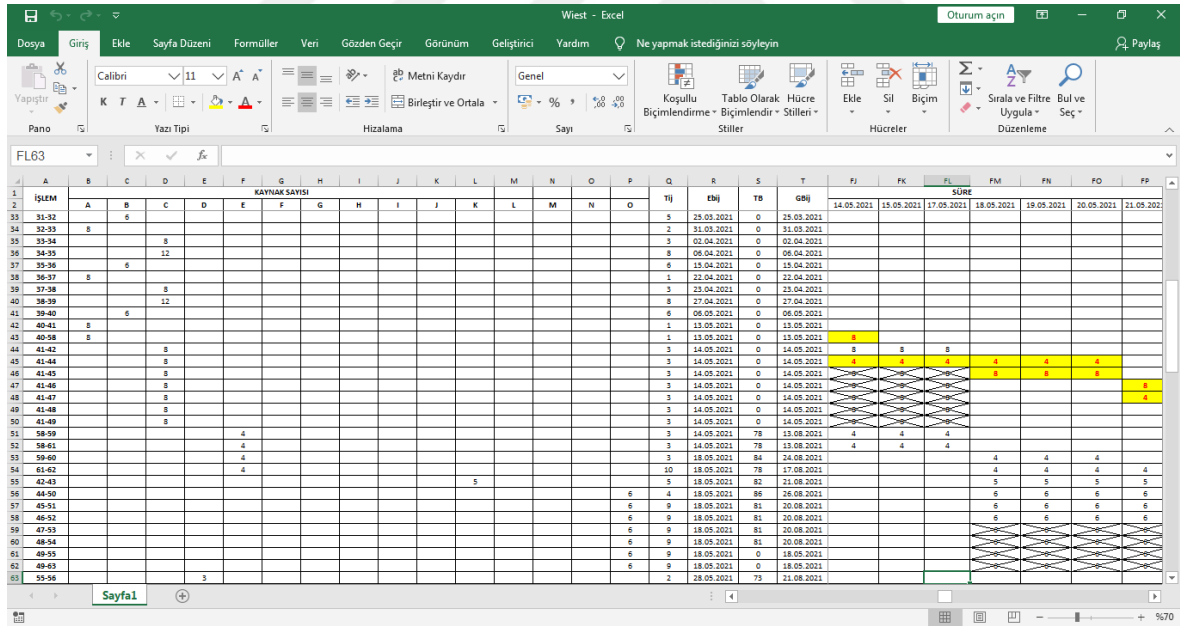
Şekil 6.2 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Öncesi Proje Giderler Gösterimi



Şekil 6.3 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Sonrası Proje Gösterimi



Şekil 6.4 Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Sonrası Proje Giderler Gösterimi



Şekil 6.5 Uygulama Projesi 2 MS Excel Dengeleme Sonrası Proje Öteleme Gösterimi

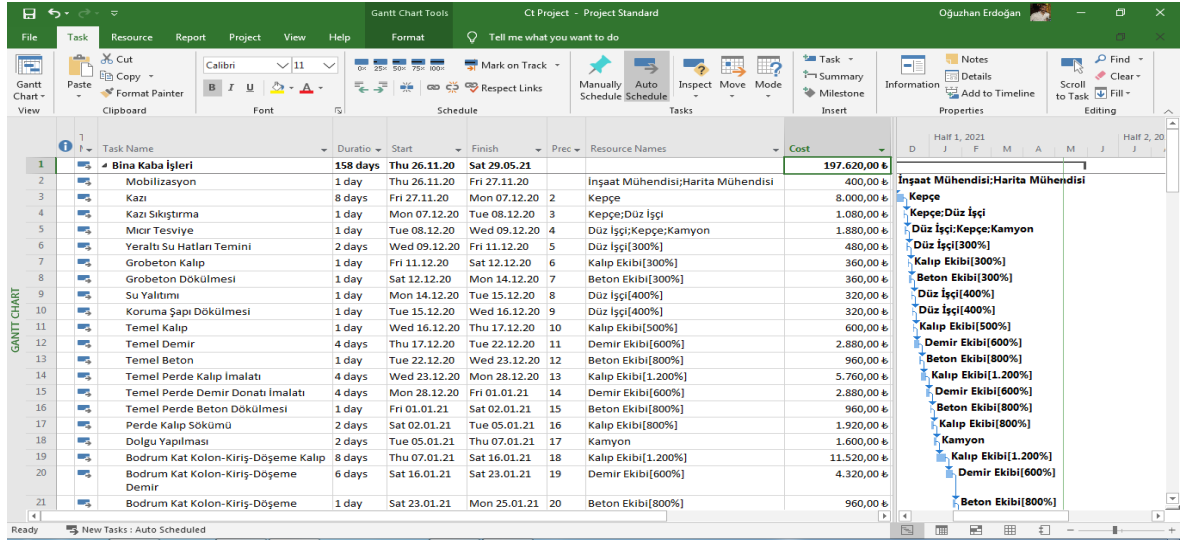
Kaynak Dengeleme sonrasında elde edilen grafiklere de bakılacak olursa kaynak dengelenmenin beraberinde getirdiği kaynak yumuşatma sayesinde kaynakların daha dengelenmesi sayesinde işgücü miktarlarının değişimi ve buna bağlı olarak işgücü maliyetlerindeki düşüşler gözlenmiştir. Buna ek olarak daha düzenli bir işgücü dağılımı elde edilmiştir. İşgücü dağılımının daha düzenli şekilde seviyelendirilmiş olması proje yönetimi ve özellikle saha çalışanları açısından ele alınması da gerekir. Saha çalışanları dengeli bir işgücü dağılımını istemektedir. Daha dengeli işgücü dağılımı olması saha şefleri nezdinde daha kolay sevk ve idare edilebilecek kitleler anlamına gelmektedir. Daha kolay idare edilebilecek kitleler de aynı zamanda gözlem gücü artırmasına bağlı olarak daha yüksek verimli çalışan işgücü anlamına gelmektedir.

MS Project aynı zamanda kaynakların dengelenmesi amacıyla Resource Report menüsünden Resource ve Overallocated ile fazla yüklenmesi yapılmış kaynakların dengelenmesine olanak sağlamaktadır. Bunun anlamı eğer projede yüksek seviyede ve işgücü kapasitesini aşacak düzeyde faaliyetler var ise bu faaliyetler arası bağlantıları otomatik olarak düzenleyerek yeni bir CPM diyagramı vermektedir.

Bu sayede eğer tanımlanan maksimum işgücü miktarları, faaliyetler arası bağlantıları sağlayacak işgücü düzeyinin altında kalmışsa, MS Project otomatik olarak seviyelendirme yapmakta ve iş programını gün artırmak veya maksimum işgücü miktarlarını artırmak suretiyle dengelemeyi yapmaktadır.

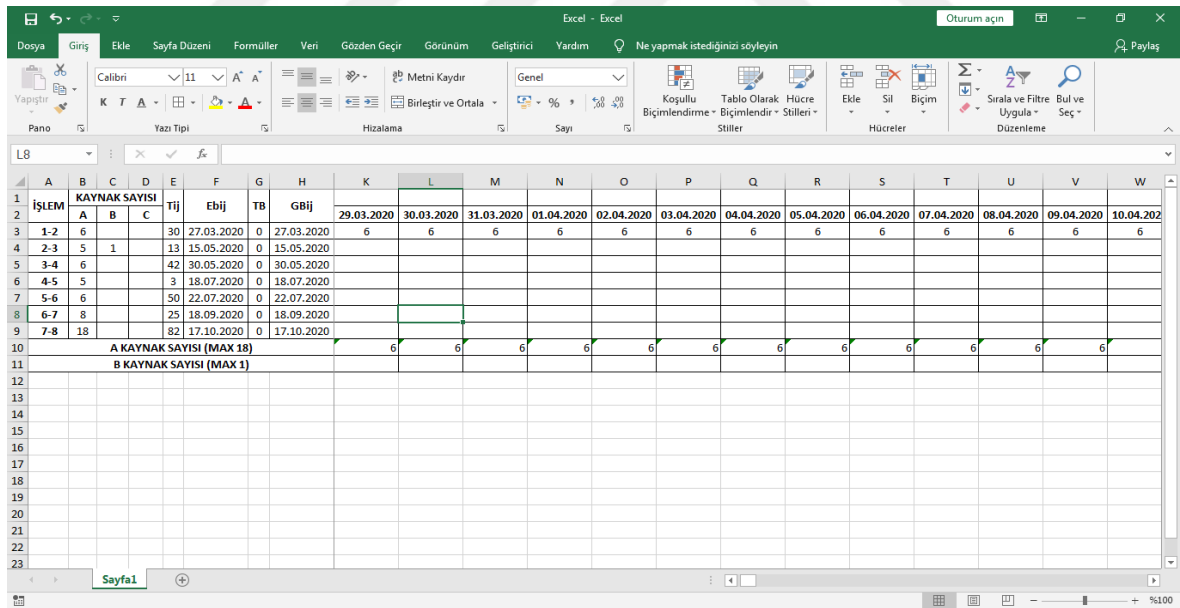
Çalışmada yüksek olan işgücü kaynakları maksimum değerlerin altında kalması sağlanarak sonrasında proje üzerinde Wiest Yönteminin gerektirdiği adımların izlenmesi ve tüm faaliyetler arasında tek tek uygulanması sonucunda kaynakların dengeli dağılımı elde edilmiştir.

Buna ek olarak kaynakların eniyilemesi ile saha çalışmalarında işgücü miktarlarının düzensiz artışının engellenmesi ile yalnızca planlama aşamasında değil aynı zamanda saha çalışmalarında işgücü miktarlarında dengeli dağılım şantiye sahasına belli bir düzen getirmiş, işçiler belirli program içerisinde aynı ekipten kişiler çalışma sahasında bulunarak daha düzenli bir çalışma ortamı elde edilmiştir.



Şekil 6.6 MS Project İşgücü Kaynaklarının Günlük Maliyetleri Gözlenmesi

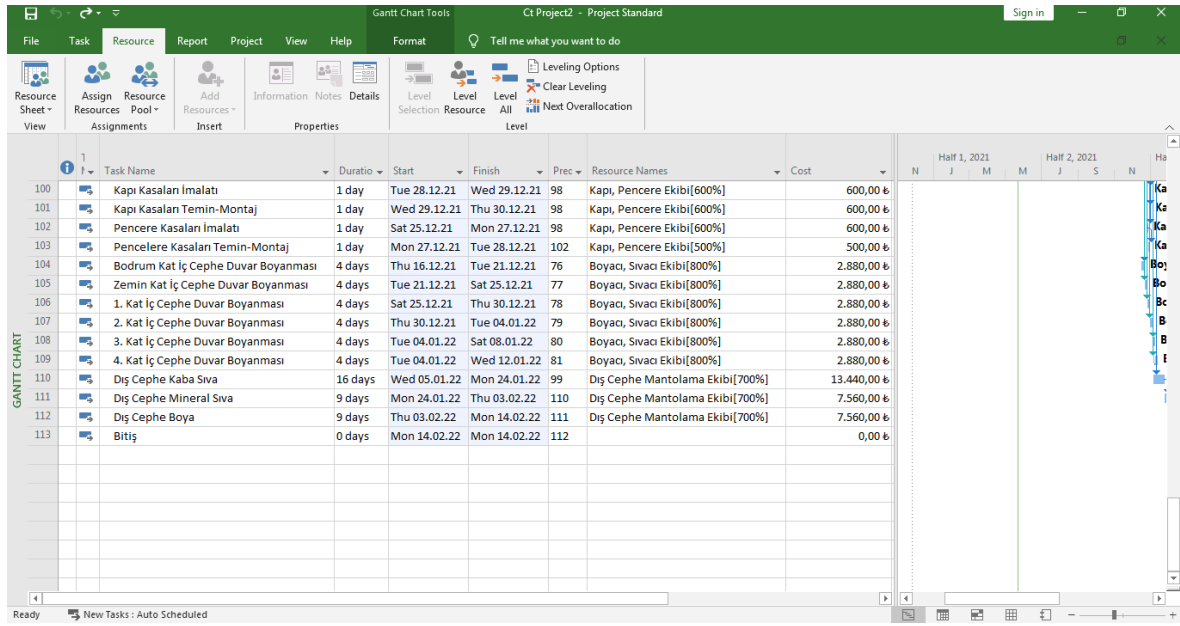
Projede yer alan işlemler MS Project'e adam saat nezdinde tüm değerler işlendikten sonra elde edilen erken başlama, geç başlama ve toplam bolluklar Şekil 6.13'te görüleceği üzere MS Excel'e aktarılmıştır.



Şekil 6.7 Uygulama Projesi 1 MS Excel İşgücü Kaynaklarının Günlük Dağılımlarının Gösterilmesi

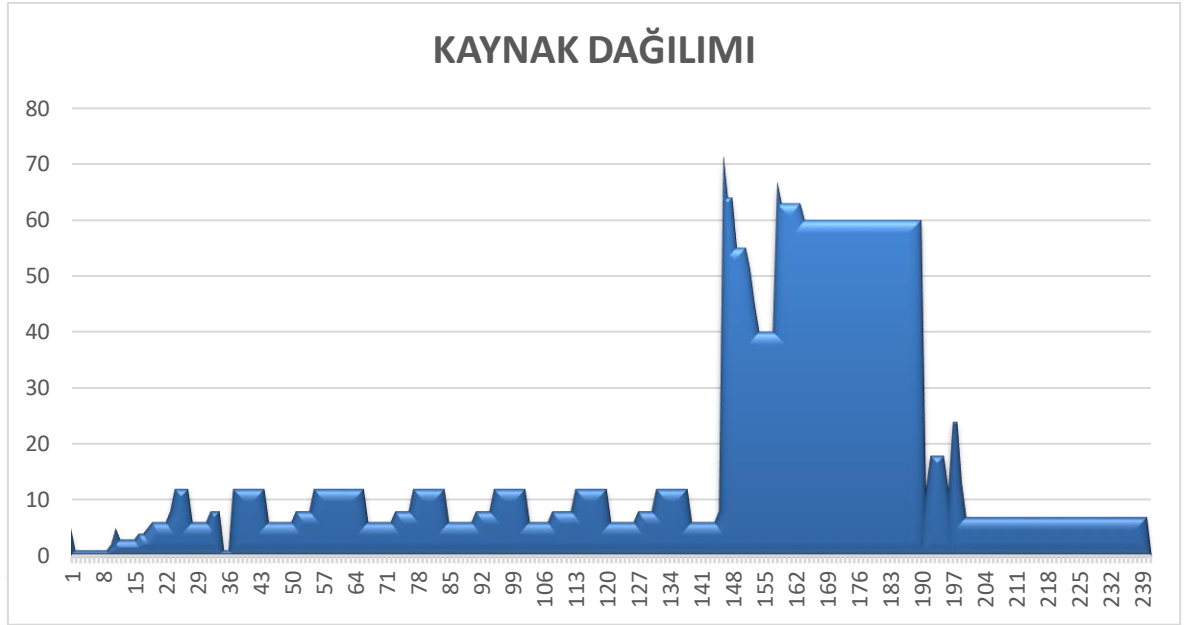
Tüm işlemler kendilerine ait erken başlama, geç başlama, toplam bolluk ve işgücü kaynak miktarlarına bağlı olarak MS Excel'e işlendikten sonra Wiest yönteminin uygulanmasına başlanmıştır.

Kaynak Dengeleme öncesinde projede Şekil 6.16'da görüleceği üzere kaynakların yetersiz olduğu ve programın hata verdiği gözlenmektedir. Bunun sonucu olarak MS Project üzerinden Resource sekmesi altında Level Resource dendiğinde kaynak dengeleme tamamlanmıştır. Bunun sonucunda maliyette bir değişme gözlenmemiş buna karşın Şekil 6.17'de görüleceği üzere proje süresinde 5 aylık bir uzama gözlenmiştir. Bunun nedeni kaynakların arzında yaşanan sorunlara bağlı olarak özellikle ince işlerde belirgin olan kaynağın MS Project üzerinde girilen kaynak değerine bağlı olarak sürenin adam saat değerlerine göre uzatılması olarak tanımlanabilir.

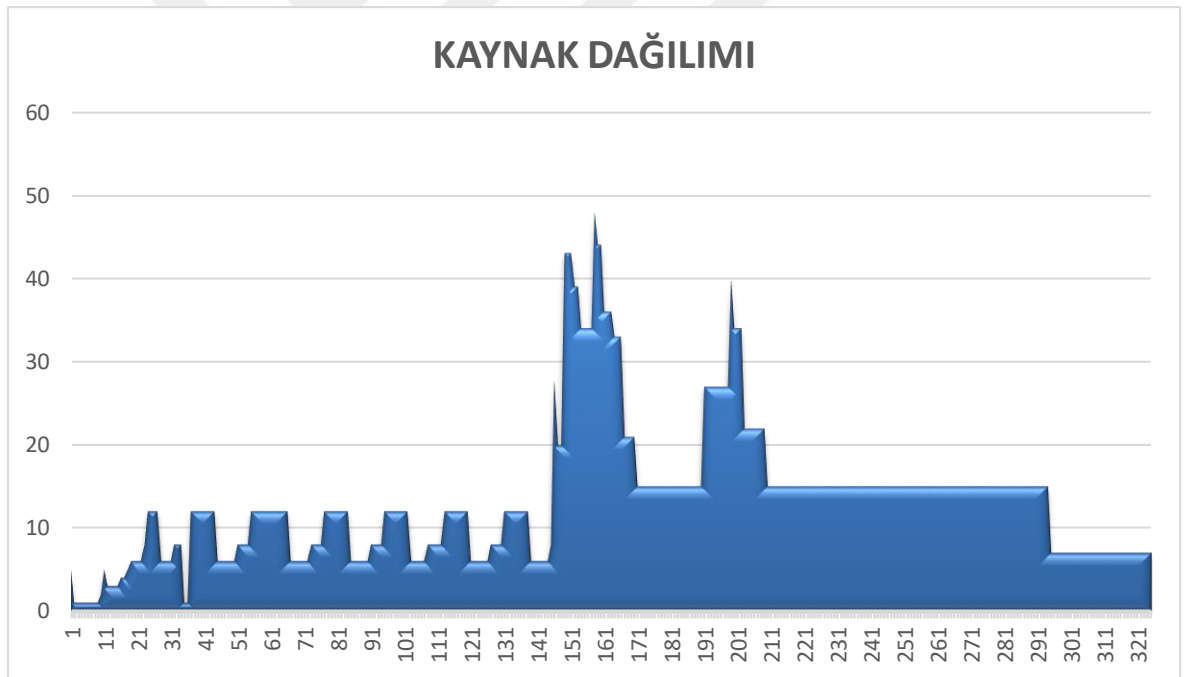


Şekil 6.8 MS Project Resource Levelling Sonrası Proje Süresi Değişimi

Özellikle Uygulama Projesi 1 olarak geçen projede Wiest yöntemini uygulamak olanaksızdır. Çünkü CPM diyagramında da görüleceği üzere proje tek kol üzerinden ilerlemekte, tüm faaliyetler kritik yol üzerinde kalmakta, kaynak sınırları ve atanan kaynaklar tam olarak örtüşmektedir. Sonuç olarak kaynakların artırılması veya azaltılmasına olanak olmamakla beraber, proje kendiliğinden Wiest yöntemi uygulanmış gibi ilerlemektedir. O yüzden bundan sonraki aşamalarda yalnızca Uygulama Projesi 2 üzerinden devam edilecektir. (Bkz. Ek A1-A29)



Şekil 6.9 Kaynak Dengeleme Öncesi İşgücü Dağılımı Grafiği



Şekil 6.10 Kaynak Dengeleme Sonrası İşgücü Dağılımı Grafiği

Maliyet ve süredeki değişimlere ek olarak söylemek gerekir ki proje uygulama aşamasında dengeleme sonrasında dengeleme öncesine göre daha rahat bir çalışma ortamı gözlenmiştir. Evvel projelerde gözlenen aksaklıklar en aza indirilmiş olup, gözle görülür şekilde işlerin vaktinde ve karışıklık olmadan ilerlemesi görülmüştür.

Wiest yöntemi yöntem sonuçlarına bakılacak olursa genelde proje süresinde uzamalar ile karşımıza çıkmaktadır. Yöntemin proje süresinde uzamalar dikkate alınarak uygulanması gerekmektedir. Şayet eğer kritik yolda bir bozulma ve ötelenme istenmiyorsa diğer kaynak dengeleme yöntemlerinin uygulanması faydalı olacaktır. Aynı zamanda her ne kadar süre kısıtsız gibi görünüyorsa da bazı projelerde mevsimsel etkilere ve imar yönetmeliklerine bağlı olarak süre belli aralıklara geçmesine bağlı olarak sıkıntılar çekileceğini de belirtmek gerekmektedir.

Çizelge 6.2 Wiest Yöntemi Öncesi ve Sonrası Proje Girdileri Karşılaştırılması

Parametreler	Kaynak Dengeleme Öncesi	Kaynak Dengeleme Sonrası
Proje Tamamlanma Süresi	02.09.2021	03.11.2021
Proje Tamamlanma Gün Süresi	239 Gün	321 Gün
Toplam Adam/Saat	41.782 Saat	45.802 Saat
Maliyet	428.836,00 TL	442.576,00 TL

Çizelge 6.1’da görüleceği üzere kaynak dengeleme yapılırken işgücü kaynaklarının sınırlı, sürenin sınırsız sayıldığı bu çalışmada kaynakların maksimum değerlerinin aşılmaması, kaynakların dengeli dağılımı, sürenin uzamasına karşın işgücü miktarlarının azalmasına bağlı olarak kaynak dengeleme öncesi maliyete göre azalma gözlenmiştir. Ayrıca Wiest yönteminde süre sınırsız kabul edildiği için kritik yolun değiştiği gözlenmiştir. Kaynak dengeleme öncesi toplam proje tamamlanma süresi 02.09.2021 olurken, Wiest yöntemi uygulandıktan sonra proje tamamlanma süresi 09.12.2021 olarak elde edilmiştir. Proje toplam süresinin uzaması ilk bakışta olumsuz gibi gözüксе de sonuç olarak

maliyetlerdeki değişimlere de bakmak gerekmektedir. Maliyete baktığımız zaman ise proje toplam yatırım maliyeti başlangıçta 428.836,00 TL olmasına karşın Wiest yöntemi uygulandıktan sonra kaynak dengelemeye bağlı olarak 442.576,00 TL elde edilmiştir. %3,2’lik bir maliyet artışı gözlenmiştir. Kaynak dengelemeye bağlı olarak kaynak dengeleme öncesi projenin toplam adam/saat değeri 41.782 adam/saat iken kaynak dengeleme sonrası 45.802 adam/saat elde edilmiştir. (Bkz. Ek A30-A55)

Yöntemin çıktılarına bakıldığında proje başlangıcında ve proje ortalarına dek süren CPM diyagramından da gözleneceği üzere kritik yol üzerinde de bulunan kaba işlerde yöntem gereği uygulama yapılamamış olup bu yollarda değişim gözlenmemiştir. Tek koldan ilerleyen faaliyetler seriminde Wiest yönteminde sonuç elde etmek olanaksız olmaktadır. Buna bağlı olarak gerek maliyet gerekse adam/saat değerlerinde bir değişim gözlenmemiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kaynak Dengeleme amaçlı hazırlanan bu yüksek lisans tez çalışmasında Wiest Yöntemi kullanılmıştır. Wiest yöntemi diğer kaynak dengeleme yöntemlerini araştıran ve ortaya koyan yöntemler gibi kaynakların eniyilemesini ve dengelenmesini amaçlamaktadır. Sürenin kısıtsız alındığı bu yöntemde kaynaklar kısıtlıdır. Süre kısıtsız kabul edildiği için kritik yol bozulabilmekte ve proje süresi eniyileme yapılacak seviyede uzatılabilmektedir. Büyük projelerde dahi kaynakların düzensiz kullanılmasına bağlı olarak fazladan maliyetlere katlanılmakta, düzensiz çalışmalar beraberinde düzensiz giderleri getirmektedir. Düzensiz giderler proje kalemlerini etkilemekte ve kaynaklara ayrılan bütçelerde öngörülemeyen sonuçlar doğurmaktadır. Öngörülemeyen sonuçlar en iyi seçeneklerde karı azaltmakta fakat daha olumsuz seçeneklerde karşımıza proje tamamlanması sonucunda zarar yazma olarak çıkmaktadır. Özellikle enflasyonun çok yüksek olduğu Türkiye Cumhuriyeti gibi ülkelerde öngörülemeyen sonuçlar zaten %12 civarında olan proje karlarını yıllara yayıldığında döviz bazlı zararlara uğratmaktadır. Öngörülemeyen sonuçlar geciken hakedişleri beraberinde getirmekte, geciken hakedişler aylara ve yıllara göre artan enflasyon oranları ile kasaya gider olarak yazılan maddi karşılıkları yerine konulamaz hale getirmektedir.

Kullanılan Wiest yönteminde faaliyetler bağlandıktan sonra toplam süre bulunmakta sonrasında işlemler için Trigger (Tetikleme, Öteleme) yapılması durumu incelenmiştir. Bunun için öncelikle projede bulunan tüm işlemlerin erken başlama, geç başlama süreleri elde edilmiştir. $T=1$ gün alınarak işleme devam etmek suretiyle Sonrasında Uygun İşlemler Kümesi elde edilmek amacıyla kaynak dengelemeden öncesi sahip olduğu işlem adımları erken başlama ve geç başlama sürelerine göre sıralanmıştır. İşlemler arasında erken başlama süreleri $> T$ olan adımlar belirlenerek Programlanabilir İşlemler Kümesine aktarılır. Sıralama yapılırken geç başlama süreleri ve işlem süresi kısa olanlar seçilmelidir. Programlanabilir İşlemler kümesinde kaynak miktarları maksimum kaynak miktarı sınırlarını aşmayan ve işlem süresi uygun olanlar çizelgelenir ve Uygun İşlemler Kümesi güncellenir. Eğer tüm güncellenmeler tamamlanmış ise algoritma durdurulur. Eğer tüm güncellenmeler tamamlanmamış ise T artırılır ve erken başlama süreleri güncellenerek Uygun İşlemler Kümesine tekrar yazılarak sıralama tekrar yapılır ve algoritma Uygun İşlemler Kümesi güncellemesi bitene dek devam ettirilir.

Algoritma adımları işlenebilmek adına MS Excel programına işlenen tüm işlemler kümesi yöntem gereği Erken Başlama, Geç Başlama, Toplam Bolluk, Süreleri barındırmaktadır. Erken Başlama, Geç Başlama, Toplam Bolluk ve Süre değerleri MS Project programından elde edilmiştir. MS Project programına girilen çalışma saatleri, çalışma günleri, tatil günleri sonrasında otomatik zamanlama ile faaliyet adları, faaliyetlere ait süreler, adam saat değerleri, işgücü kaynak atamaları ve öncüller atandıktan sonra MS Project standart Gant Chart seçeneğinde projeye ait başlangıç süresi, bitiş süresini vermektedir. Wiest Yöntem gereği elde edilmesi gereken Erken Başlama, Toplam Bolluk ve Geç Başlama Sürelerini alabilmek için yeni kolon ekleme sekmesinden eklenen kolonda istenilen göstergeler elde edilebilmektedir. Elde edilen bu değerler MS Excel'e eklenerek Wiest yöntem adımlarının gerekliliğine bağlı olarak Gerekli Kaynak Miktarları, Süre, Erken Başlama Süresi, Toplam Bolluk, Geç Başlama Süresi eklenerek tüm projeye ait çalışma süreleri tabloya eklenmiştir.

İnşaat projelerinde işgücü kaynakları her zaman bulunması kolay bir girdi olarak karşımıza çıkmamaktadır. Bölgesel işgücü miktarı değişiklik gösterse arz ve talep miktarları birbirine eşit olmamaktadır. İşgücü arz miktarı talep miktarından fazla olduğunda ihtiyaç duyulan işgücü kolaylıkla bulunabilmekte, işgücü fiyatları düşmektedir. Fakat dönemsel ve bölgesel etkilere bağlı olarak genelde talep miktarı fazla olmakta ve bu da beraberinde işgücü bulma zorluğu ve yüksek işgücü maliyetleri getirmektedir. Wiest yöntemi tam olarak burada devreye girmekte ve talepteki artışa bağlı meydana gelebilecek işgücü kaynaklarının kısıtlı olduğu zamanlarda kaynakların optimum kullanılmasını sağlamaktadır. Yapılan kaynak eniyilemesi ile işgücü kaynaklarının günlere göre sınırları aşmadan kullanılması sağlanmakta ayrıca işgücü miktarlarını dengeleyerek maliyet dengelemektedir. Dengelemenin istenildiği takdirde günlük, haftalık, aylık, yıllık periyodlarla yapılabileceği görülmüştür.

Bu Yüksek Lisans Tez Çalışmasından elde edilmiş sonuçları kısaca özetleyecek olursak;

- Projede yer alan bilgiler doğru ve yüksek olasılıklı olarak işlendiği takdirde kolay ve anlaşılabilir bir biçimde yöntem uygulanabilmektedir.

- Yöntemin kullanılmasıyla birlikte projede planlama ve uygulama aşamasında kaynakların eniyilenmesi ile kaynak profil eğrilerinin dengelenmesine bağlı olarak kaynakların düzenli kullanılması gözlenmiştir.
- Yönteme bağlı olarak kaynak dengelenmesi ile elde edilen yoğun olmayan kaynak miktarlarına bağlı olarak işgücü verimliliğinde artış gözlenmiştir.
- Bilgisayar kullanımına bağlı olarak işgücü miktarlarının işlenmesi ve yöntemin ana parametrelerinin uygulanması kolaylaşmakta ve yapılacak hatalar gözlenebilirlik açısından daha açık ve gerektiğinde düzenlenmesi çok daha kolay olabilmektedir.
- Projede yer alan işlemlerin tamamının kritik yok üzerinde olmasına bağlı olarak alternatif yol olmaması durumunda Wiest Yöntemi uygulanamamaktadır.
- Maliyet ve adam / saat değerlerinde kabul edilebilir ölçüde artışlar gözlenmiştir.

Çalışmaya eklenebilecek öneriler ve tavsiyeler şu şekilde sıralanabilir;

- Mevcut programlar tecrübeye bağlı yönetim kademelerinde ne kadar yüksek güvenilirlik gözüyle bakılsa da her zaman daha iyi bir yöntem olduğu bilinmelidir.
- Yöntemi küçük ve orta ölçekli firmaların kullanmaları daha doğru gözükmektedir.
- Yöntem küçük ve orta ölçekli projelerde uygulanmaya daha müsaittir.
- Küçük ve orta ölçekli projelerde birden çok proje aynı anda alınmış, kazanılmış olduğu durumlarda yöntemin uygulanması daha elverişli sonuçlar elde ettirmektedir.
- Yöntem sürenin sınırsız olduğu şartlarda uygulanmakta olduğu ve sürenin uzatılması ile kaynak dengeleme yapıldığı için sürenin uzaması enflasyonun yüksek olduğu ülkelerde hammadde ve malzeme fiyatlarının artışına bağlı olarak olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Buna bağlı olarak yöntemin enflasyonun düşük olduğu ülkelerde ve koşullarda uygulanmasının daha doğru olduğu düşünülmektedir.

- Büyük ölçekli işlerde ise işgücü arzında meydana gelebilecek (toplu istifa, toplu işten çıkartma, genel grev sırasında toplu çalışmama koşulları vb.) olumsuz koşullar sonucunda kullanılması daha uygun olmaktadır.
- Yöntemin malzemeyi kapsamayan yalnızca işçilik hizmeti karşılığında teklif verilecek firmalar tarafından kullanılması daha doğru olmaktadır.
- Gerek planlama aşaması gerekse uygulama aşamasında bilgisayarlara bağlı olarak programlardan destek almanın ve bunun ertelemeye izin vermeden periyodik olarak kontrol edilmesi sağlanmalıdır.
- Tasarım aşamasından başlanarak planlama, uygulama ve denetleme evrelerinin tamamının birbirleri ile koordine şekilde çalışması, öngörülen planlamanın her zaman sorgulanması ve gerektiğinde ek fikir verilerek farklı yöntemlerle yaklaşılması gerekmektedir.
- Farklı yöntemler denenmesi gerekmele beraber her projenin kendine has bir karakteri olduğu bilinerek ona göre yöntem uygulanmalı ve kaynak dengeleme her ölçüde işte ana hedefi oluşturmalıdır.
- Karar vericiler ve yatırımcılar projenin süresi kısıtlı olmadığı durumlarda karar vermelidirler.
- Bulunan değerlere bağlı olarak söz konusu aralıkta girdiler daha uzun sürelerle yayılmakta, bu da beraberinde ödeme kolaylığı getirmektedir.
- Şantiye çalışma alanında yığılma olmaması ve kaynakların dengeli kullanımı işçi, şef arasındaki koordinasyonu artırmakta, daha verimli ve kaliteli çıktılar elde edilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Agane, A. A., 2018, Yapım Süresi Kısıtlı İnşaat İşlerinde Kaynak Dengelemesi, Yüksek Lisans Tezi.

Albayrak, G., 2016, Kaynak Kısıtlı İnşaat Projeleri Süre-Gider Eniyilemesinde Karşılaştırmalı Melez-Metasezgisel Yöntem Seçimi, Doktora Tezi.

Bayram, S., Öcal, M. E., Laptalı Oral, E., Atış, C. D., 2016, Yapım Maliyeti Tahmininde Birim Fiyat Yöntemi – Yapı Yaklaşık Maliyetleri Kıyaslanması, Politeknik Dergisi, 19 (2), s. 175-183.

Coşkun, O., Ekmekçi, İ., Bir İnşaat Projesinin Evreleri ile Zaman ve Maliyet Analizinin Proje Yönetim Teknikleri Vasıtasıyla İncelenmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl 2010 Sayı 20 Güz 2011, s. 39-53.

Dalyan, İ., 2010, Türk İnşaat Sektöründe Proje Yönetimi ve Bilgisayar Destekli Planlama ile Verimlilik Analizi, Yüksek Lisans Tezi.

Demirel, Y., 2007, Çok Katlı Betonarme Konutlarda Kaynak İhtiyacının Yapay Sınır Ağları ile Tahmini, SÜ Müh.-Mim. Fak. Dergisi., Cilt 22, Sayı 4, s. 47-53.

Göktürk, İ., İnşaat Sektöründe Fizibilite Aşamasında Maliyet Tahmini Yapmakta Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Değerlendirme, 2007, Yüksek Lisans Tezi.

Kanıt, R., 2003, Kaynakların Kısıtlı Olduğu Koşullarda Bir İnşaat Projesinin Sezgisel Yöntemle Planlanması, Politeknik Dergisi, Cilt 6, Sayı 3, s. 585-596.

Kanıt, R., Baykan, U. N., Erdal, M., 2005, Kısıtlı Kaynak Koşullarının Yapı Maliyetine Etkisinin İncelenmesi, Politeknik Dergisi Cilt 8, Sayı 2, s. 209-221.

Karahan, M., Ezin, Y., PERT-CPM Tekniğiyle Bir İnşaatın Yapım Süresi ve Maliyetlerinin Optimizasyonu, Bartın Üniversitesi İİBF Dergisi, Yıl 2014, Cilt 5, Sayı 10, s. 73- 89. 76

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kaya, O. M., Aytekin, O., Kuşan, H., Özdemir, İ., 2012, İnşaat Yönetimi Alanında Yapı Maliyeti Hesapları İçin Sunucu Tabanlı Uygulamalar, NWSA-Engineering Sciences, e-Journal of New World Sciences Academy, Volume 7, Number 1, Article Number 1A0299.

Moder, J.J., Philips, C. R., Project Management With CPM And PERT, s. 163-177.

Okuyan, M. S., 2006, Yüklenici İnşaat Firmalarının İhale Sonrası Bilgisayar Destekli Planlama Yaklaşımıyla Örgütlenmesi ve İş Programı Çalışmalarında Kaynak Dengeleme, Yüksek Lisans Tezi.

Orozbaev, N., Dede, T., 2019, Yapım İşlerinde Kaynak Dengeleme Problemleri İçin Sezgisel Yöntemlerin Uygulanması, OKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 2, Sayı 1, s. 112-116.

Özdemir İ., 1997, Bina İnşaatında En Az Maliyetli Yapı Teslim Süresimin Bulunması, Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, C. X, S. 2.

Özdemir, İ., Çok katlı Yapılar İçin Düşey-Doğrusal Proje Planlaması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Pamukkale University Engineering College Mühendislik Bilimleri Dergisi, Journal Of Engineerin Gsciences, Yıl 1999, Cilt 5, Sayı 2-3, s. 1093-1098.

Polat, G., Alp, G., Bingöl, B. N., 2012, İnşaat İşletmelerinde Kaynak Tabanlı Stratejik Yönetim, Nwsa-Engineering Sciences, ISSN:1306-3111 e-Journal of New World Sciences Academy Volume 7, Number 1, Article Number 1A0293.

Temiz Kutlu, N., 2001, Proje Planlama Teknikleri ve Pert Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 3, Sayı 2. 77

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Tezcan, Ö., Aytekin, O., Kuşan, H., Özdemir, İ., 2012, İnşaat Proje Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması, NWSA Engineering Sciences, e-journal of new World sciences Academy, Volume 7, Number 1, Article Number 1A0294.

Uğur, L. O., 2003, İnşaat Projelerinin Ağ Diyagramlarıyla Planlanması ve Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi.

Uğur, L. O., İnşaat Firmalarının Maliyet ve Süre Belirleme Yöntemleri Üzerine Bir Alan Çalışması, İnşaat Yönetimi Kongresi 4. Bildirileri, 22, s. 241-250.

Yıldırım, A., Bettemir, Ö. H., Kaynak Kısıtlı İş Programı Probleminin Doğrusal İş Programı ile Çözümü, Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi, 06-07 Ekim 2017 Samsun, s. 553-566.



EK AÇIKLAMALAR



EK Açıklama-A: MS Excel Wiest Yöntemi Kaynak Dengeleme Öncesi ve Sonrası İşgücü Kullanımı Gösterimi

Dosya

Giriş

Ekle

Sayfa Düzeni

Formüller

Veri

Gözetim Geçir

Görünüm

Geliştirici

Yardım

Ne yapmak istediğinizi söyleyin

Oturum açın

Paylaş

Yayımla

Pano

Yazı Tipi

Hizalama

Sayı

Genel

Koşullu Biçimlendirme

Tablo Olarak Biçimlendir

Hücre Stilleri

Ekle

Sil

Biçim

Sırala ve Filtre Uygula

Düzenleme

Bul ve Seç

V8

İŞLEM

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

AA

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

KAYNAK SAYISI

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

AA

1-2

2-3

3-4

4-5

5-6

6-7

7-8

8-9

9-10

10-11

11-12

12-13

13-14

14-15

15-16

16-17

17-18

18-19

19-20

20-21

21-22

22-23

23-24

24-25

25-26

26-27

27-28

28-29

29-30

30-31

31-32

5

1

1

3

3

1

4

4

1

1

4

1

4

2

1

2

8

6

1

3

9

6

1

3

5

1

2

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

<

Şekil A.1: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi

İŞLEM	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1-2																	1	26.11.2020	0	26.11.2020	07.12.2020						
2-3																	8	27.11.2020	0	27.11.2020							
3-4																	1	07.12.2020	0	07.12.2020	1/1						
4-5																	3	08.12.2020	0	08.12.2020	3/1/1						
5-6				3													2	09.12.2020	0	09.12.2020		3		3			
6-7		3															1	11.12.2020	0	11.12.2020							
7-8																	4	14.12.2020	0	14.12.2020							
8-9																	1	15.12.2020	0	15.12.2020							
9-10																	4	17.12.2020	0	17.12.2020							
10-11			6														1	22.12.2020	0	22.12.2020							
11-12	8			12													4	23.12.2020	0	23.12.2020							
12-13			6														4	28.12.2020	0	28.12.2020							
13-14																	1	01.01.2021	0	01.01.2021							
14-15	8																2	02.01.2021	0	02.01.2021							
15-16				8													6	16.01.2021	0	16.01.2021							
16-17																	1	25.01.2021	0	25.01.2021							
17-18																	3	26.01.2021	0	26.01.2021							
18-19			6														12	28.01.2021	0	28.01.2021							
19-20	8																6	11.02.2021	0	11.02.2021							
20-21				8													1	18.02.2021	0	18.02.2021							
21-22			6														3	19.02.2021	0	19.02.2021							
22-23																	8	23.02.2021	0	23.02.2021							
23-24	8																6	04.03.2021	0	04.03.2021							
24-25				8													1	11.03.2021	0	11.03.2021							
25-26																	3	12.03.2021	0	12.03.2021							
26-27	8																8	16.03.2021	0	16.03.2021							
27-28			6														5	25.03.2021	0	25.03.2021							

Şekil A.2 Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

<

Şekil A.3: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

</

Şekil A.5: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.6: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Excel spreadsheet showing a project schedule for 'Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması'. The spreadsheet displays columns for tasks (İŞLEM), source numbers (KAYNAK SAYISI), and dates. The interface includes the Excel ribbon with tabs like Dosya, Giriş, Ekle, Sayfa Düzeni, Formüller, Veri, Gözden Geçir, Görünüm, Geliştirici, Yardım, and Ne yapmak istediğinizi söyleyin. The data is organized in a grid with rows numbered 1 to 33 and columns labeled A to BS. The 'İŞLEM' column contains task names like '1-2', '2-3', '3-4', etc. The 'KAYNAK SAYISI' column contains numbers. The date columns show dates from 2020 to 2021.

Şekil A.7: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Continuation of the Excel spreadsheet from Şekil A.7, showing the same project schedule. The data continues in the same format, with tasks, source numbers, and dates. The interface remains the same, showing the Excel ribbon and the spreadsheet grid.

Şekil A.8: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

<

Şekil A.9: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

<

Şekil A.10: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.11: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.12: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.13: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.14: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

[illegible]

Şekil A.17: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.18: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.19: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.20: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.21: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.22: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.23: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

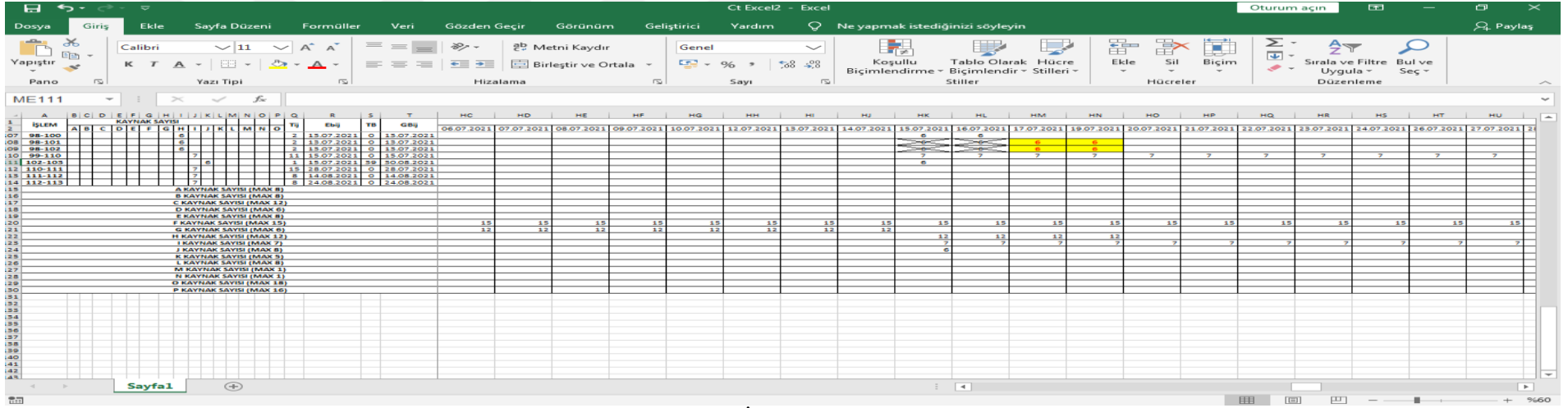
Şekil A.24: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

Şekil A.25: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

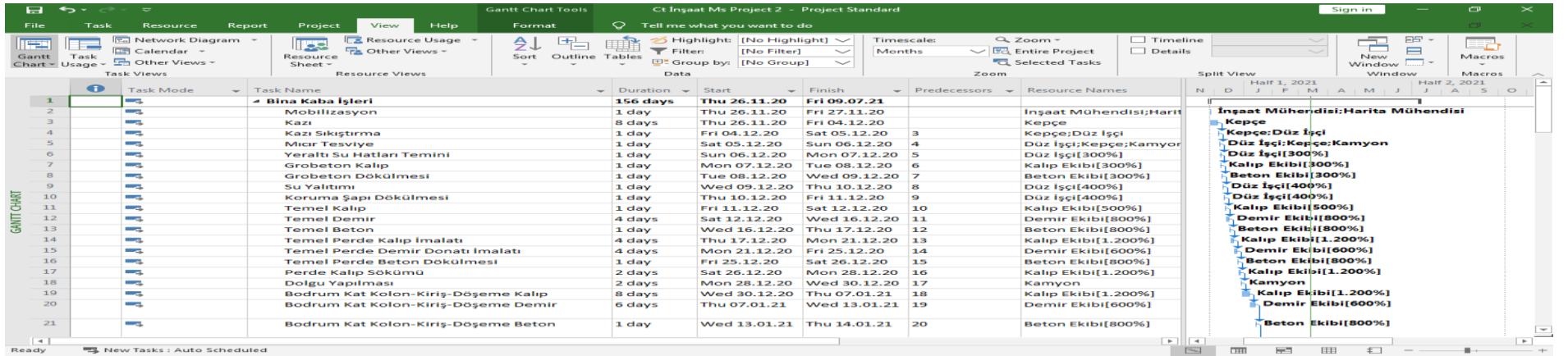
Şekil A.26: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)

[illegible]

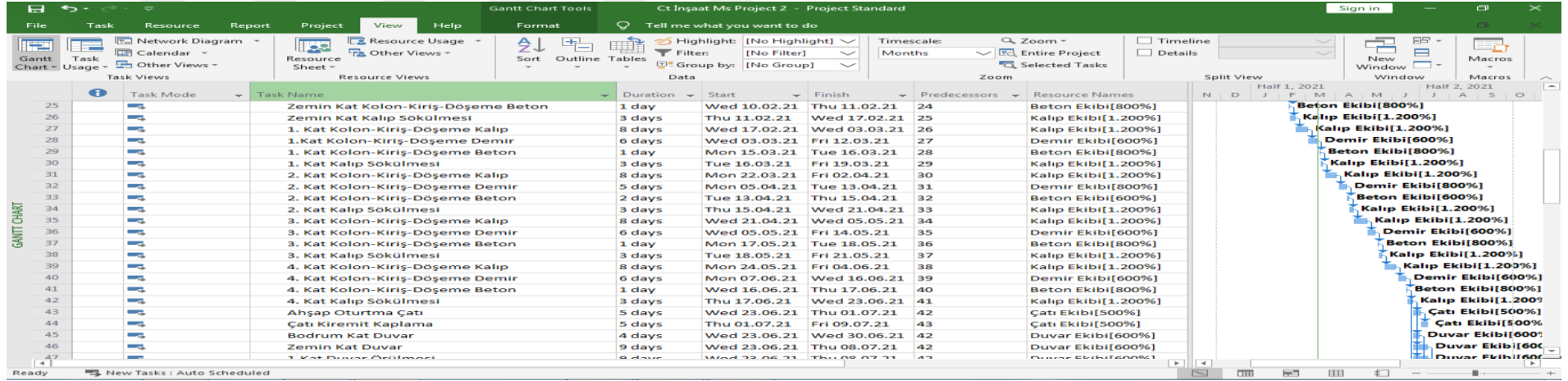
Şekil A.28: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)



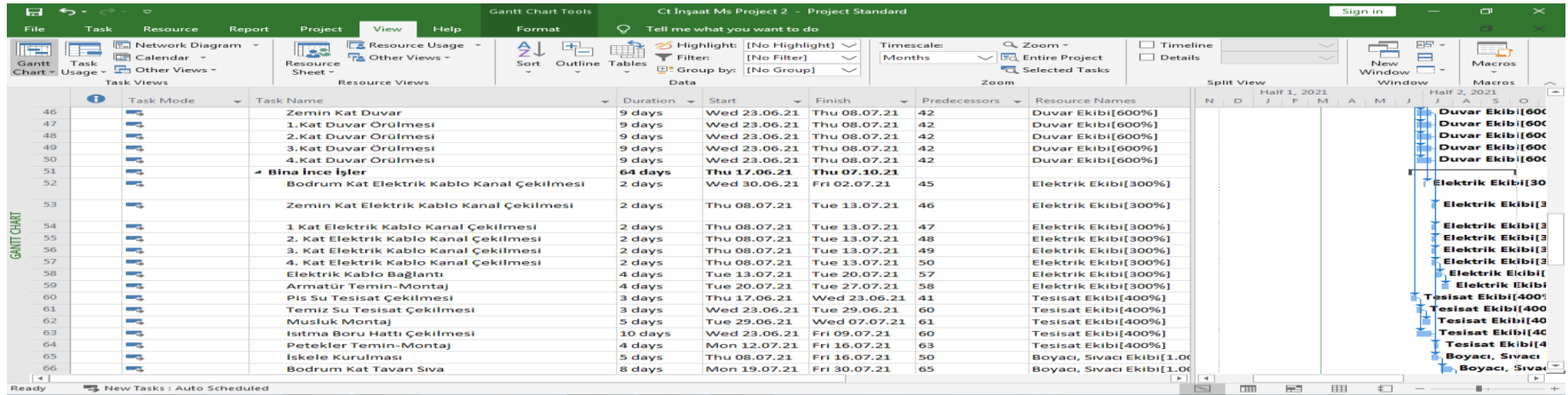
Şekil A.29: Uygulama Projesi 2 Wiest Yöntemi Uygulanması Sonrası Excel İş Programı Gösterimi (devam)



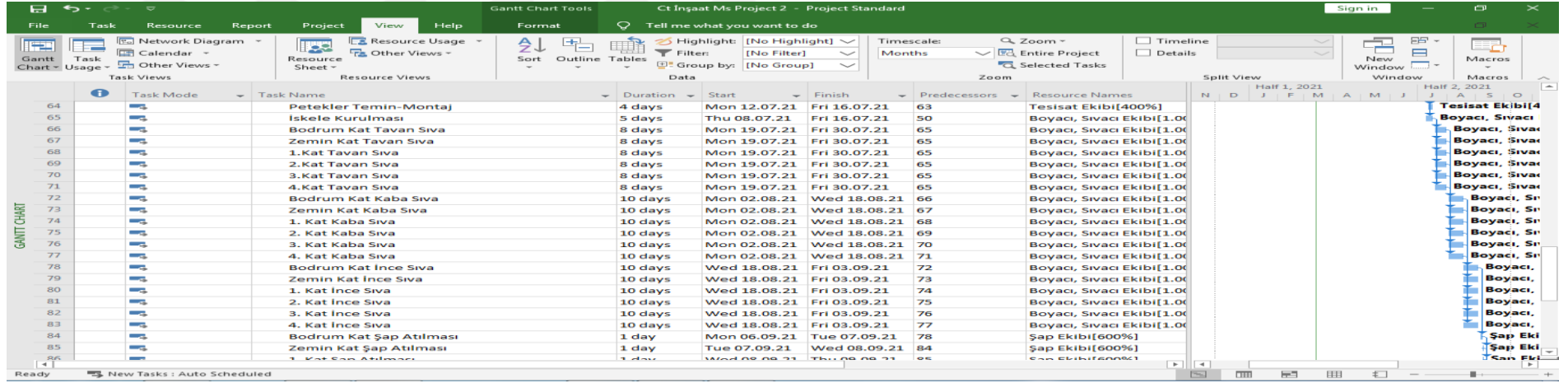
Şekil A.30: Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi



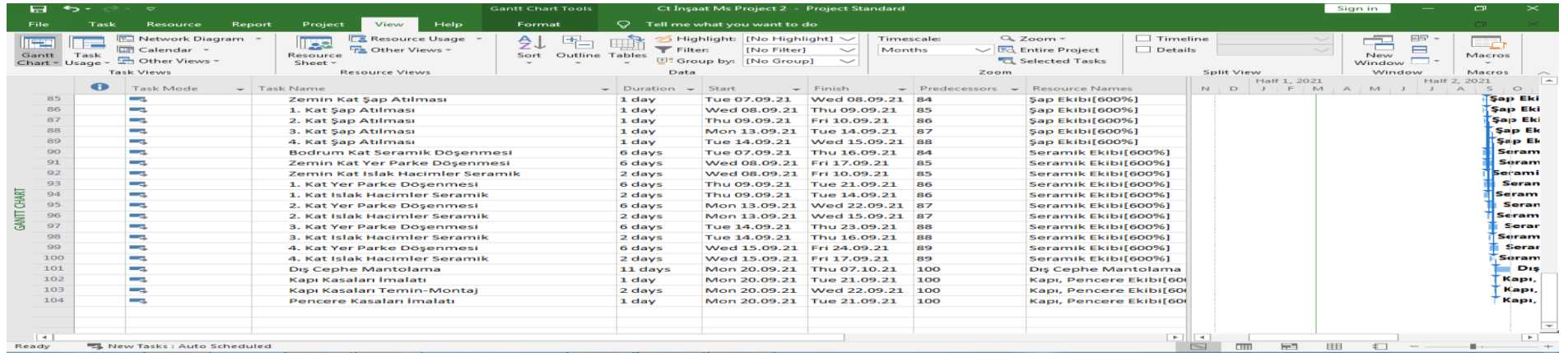
Şekil A.31. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



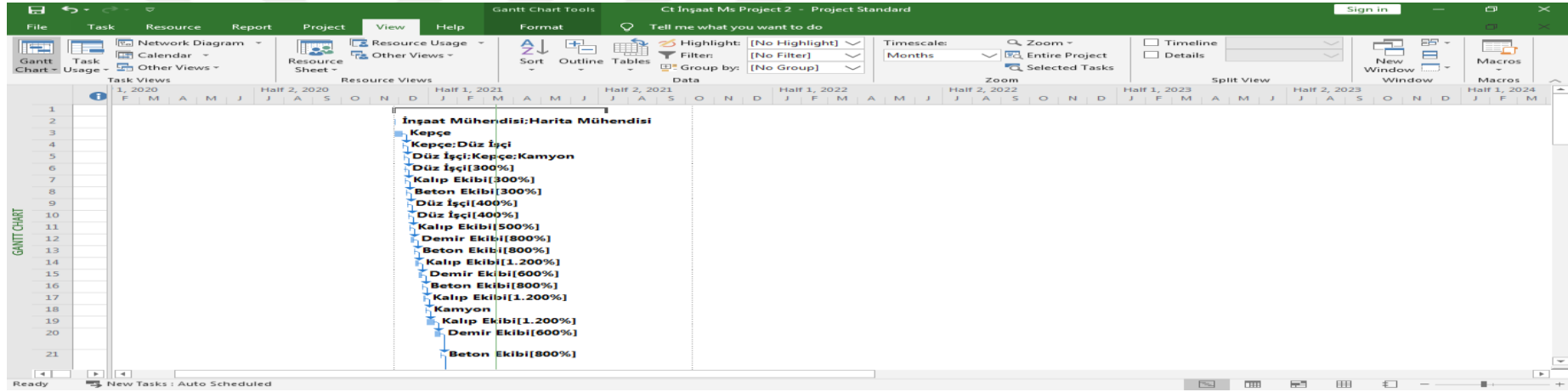
Şekil A.32. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



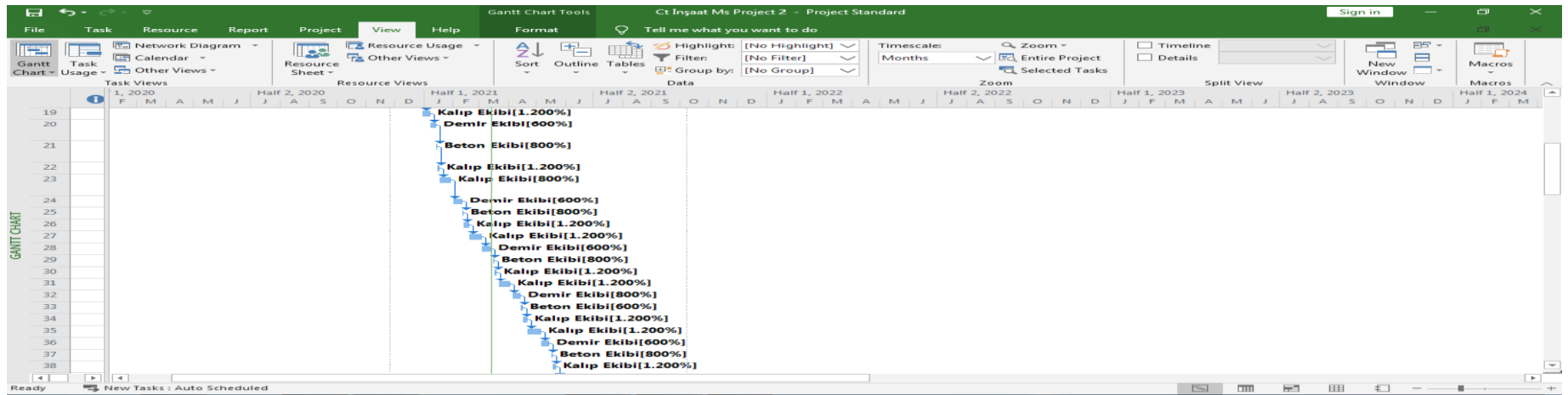
Şekil A.33. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



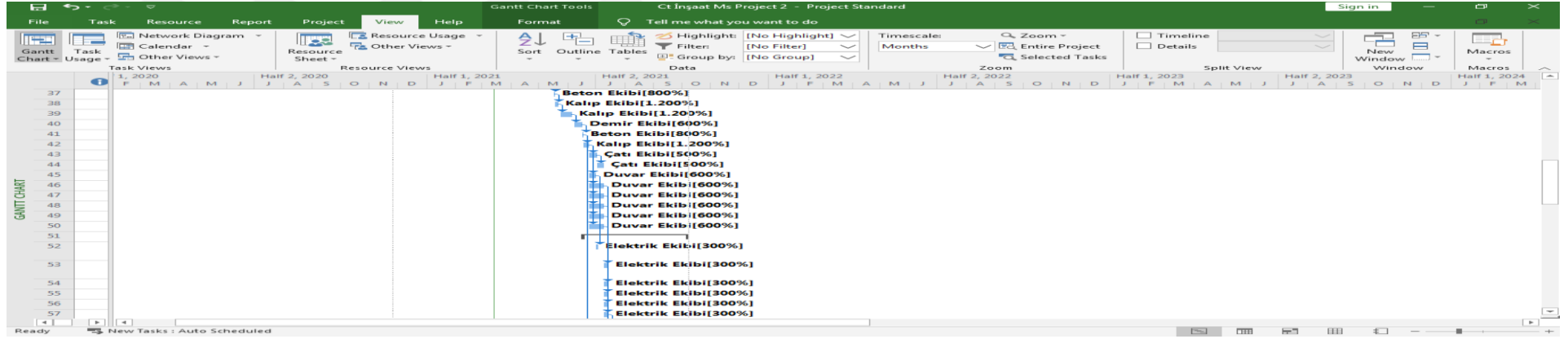
Şekil A.34. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



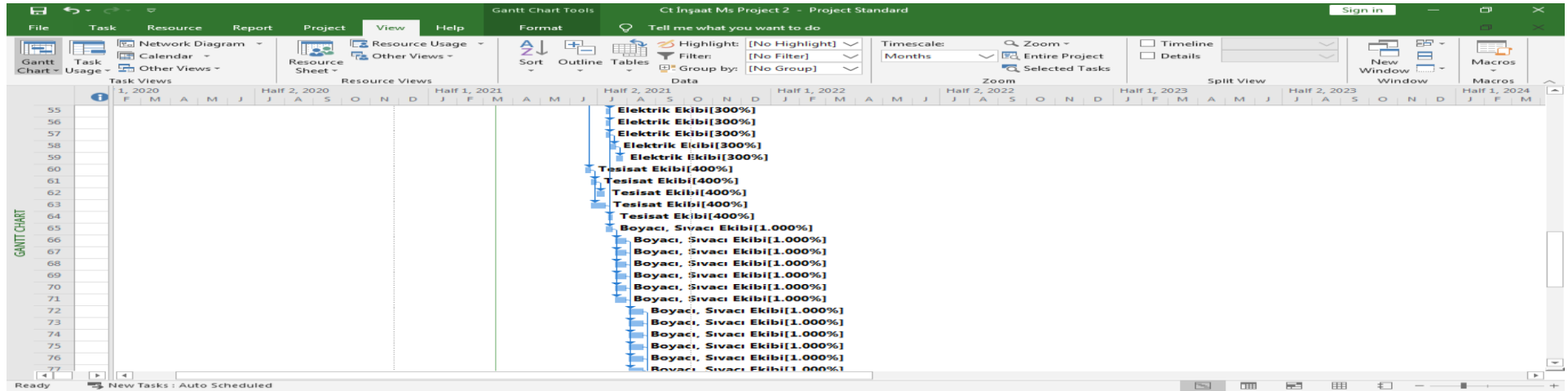
Şekil A.35. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



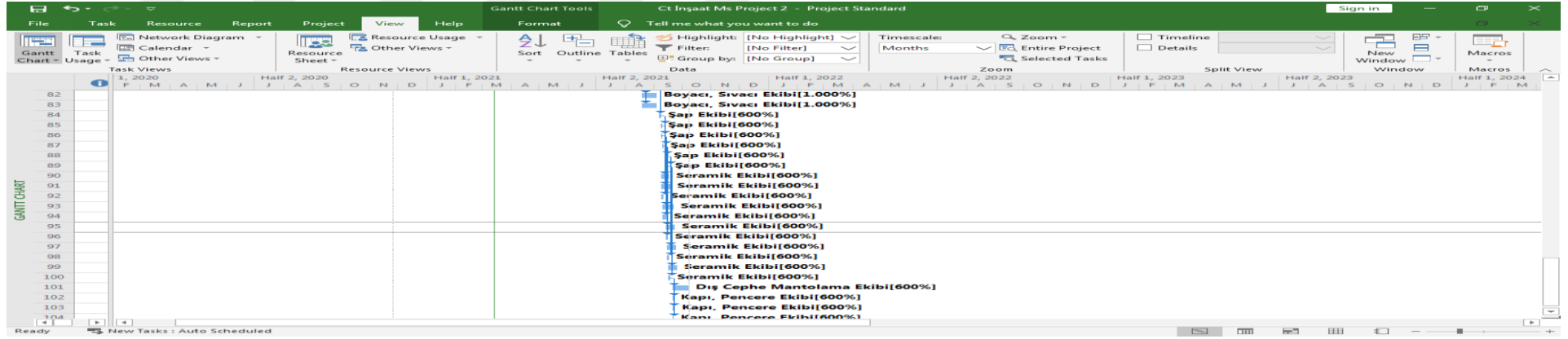
Şekil A.36. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



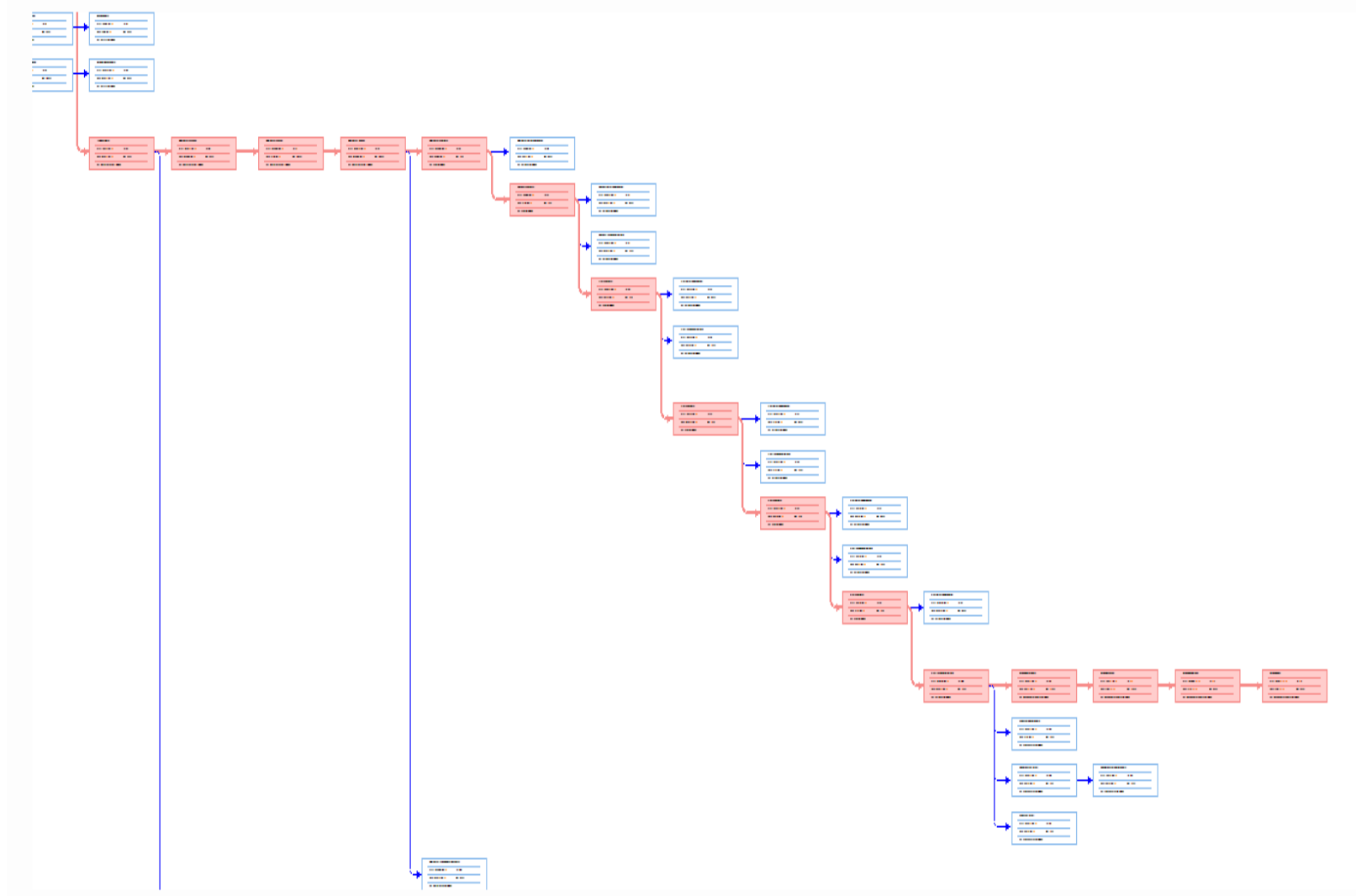
Şekil A.37. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



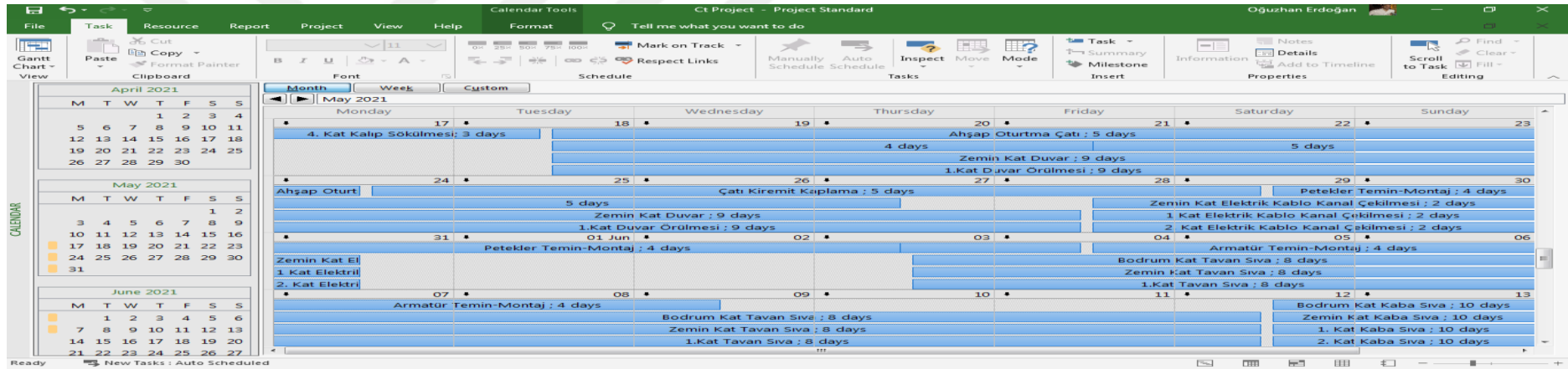
Şekil A.38. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



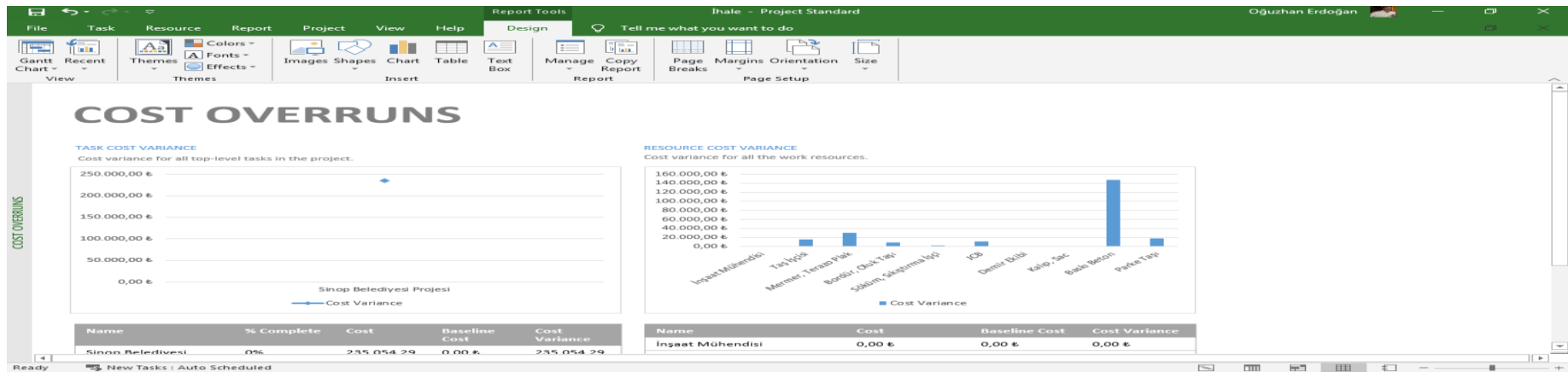
Şekil A.39. Uygulama Projesi 2 MS Project Faaliyet ve Kaynak Planlanması Gösterimi (devam)



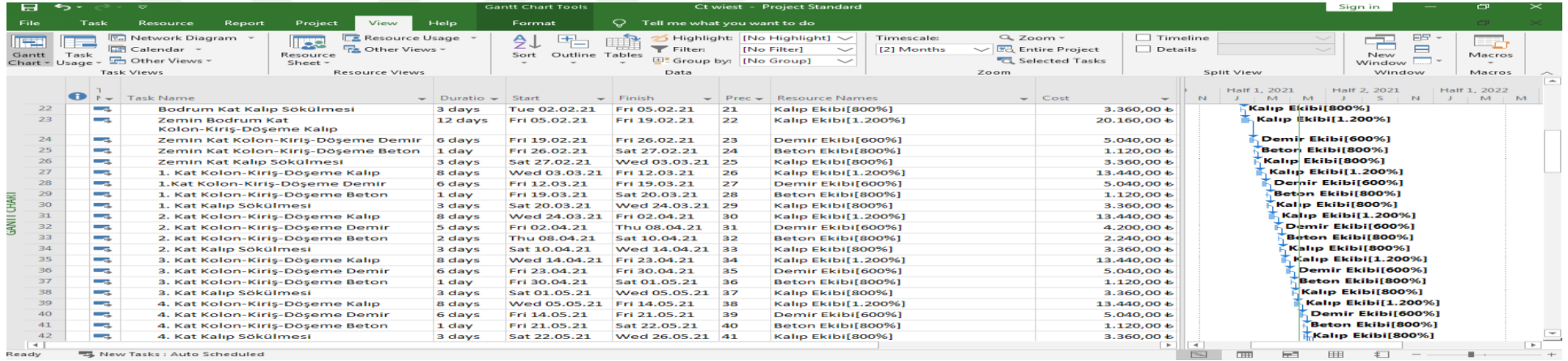
Şekil A.45. Ms Project Üzerinden Uygulama Projesi 2'nin Bir Bölümünün Network Diagram Gösterimi



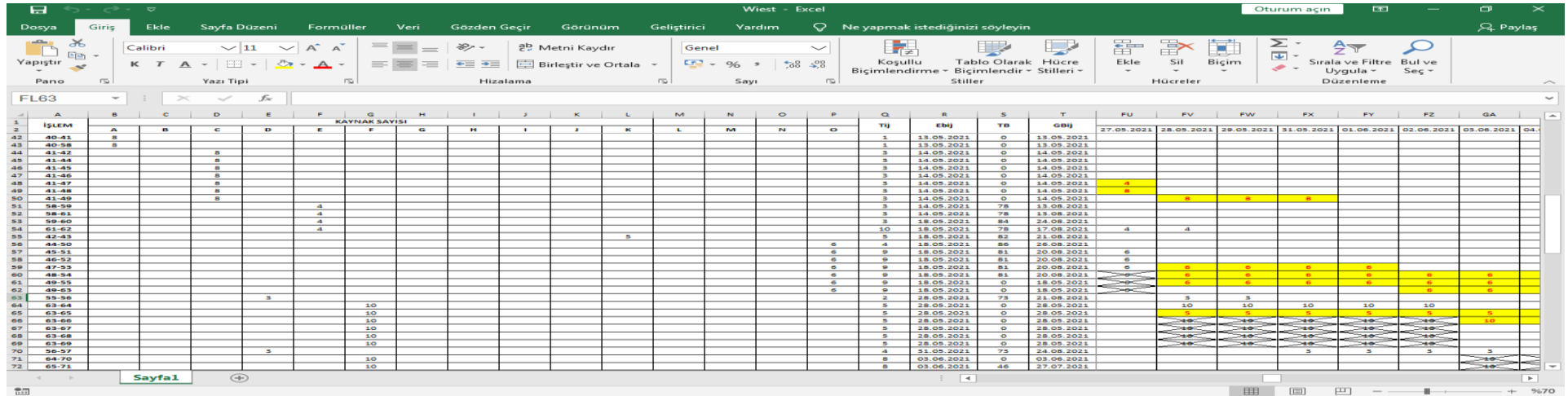
Şekil A.47. Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Öncesi Calender İşgücü Miktarları Gösterimi



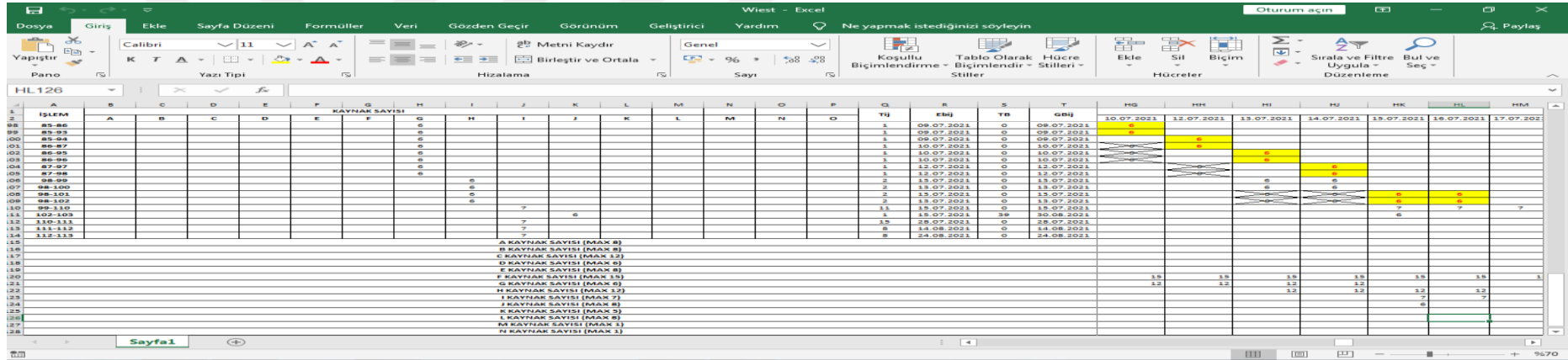
Şekil A.48. Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Öncesi Proje Giderler Gösterimi



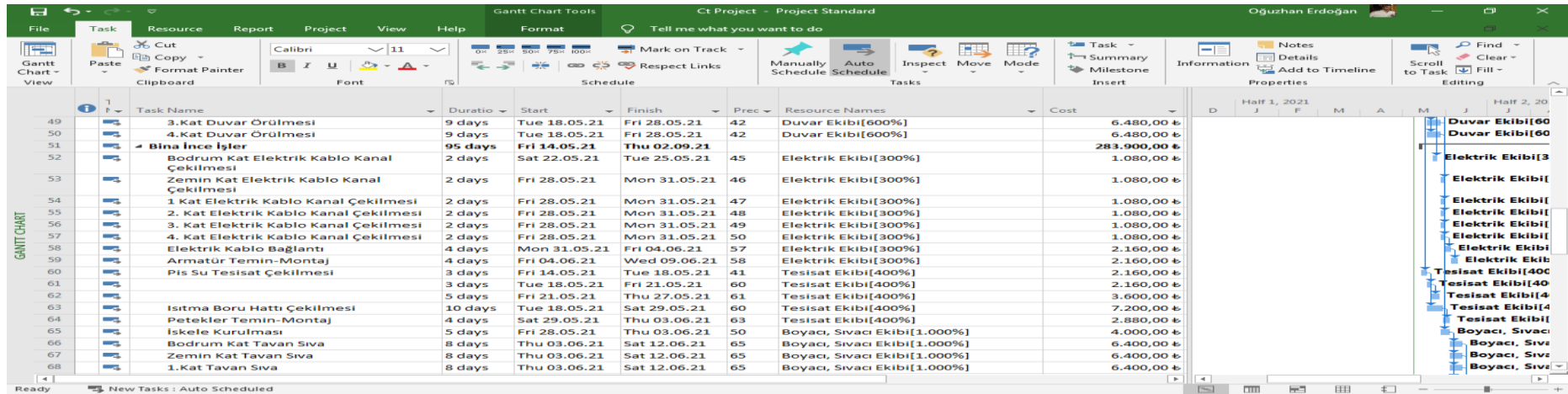
Şekil A.49. Uygulama Projesi 2 MS Project Dengeleme Sonrası Proje Gösterimi (devam)



Şekil A.50. Uygulama Projesi 2 MS Excel Dengeleme Sonrası Proje Öteleme Gösterimi (devam)



Şekil A.51. Uygulama Projesi 2 MS Excel Dengeleme Sonrası Proje Öteleme Gösterimi (devam)



Şekil A.52. MS Project İşgücü Kaynaklarının Günlük Maliyetleri Gözlenmesi

Resource Name	Type	Material	Initials	Group	Max.	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Usr	Accrue	Base	Code	Add New Column
1 İnşaat Mühendisi	Work		İnş. Müh.	Mühendi	100%	22,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
2 Harita Mühendisi	Work		Hrta. Müh.	Mühendi	100%	20,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
3 Beton Ekibi	Work		Btn. Ekp.	İşçi	800%	10,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
4 Demir Ekibi	Work		Dmr. Ekp.	İşçi	800%	10,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
5 Kalıp Ekibi	Work		Klp. Ekp.	İşçi	1.200%	10,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
6 Çatı Ekibi	Work		Çtı. Ekp.	İşçi	500%	14,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
7 Duvar Ekibi	Work		Dvr. Ekp.	İşçi	1.800%	12,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
8 Elektrik Ekibi	Work		Elktrk. Ekp	İşçi	600%	14,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
9 Tesisat Ekibi	Work		Tsisat. Ekp	İşçi	800%	14,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
10 Şap Ekibi	Work		Şp. Ekp.	İşçi	1.200%	10,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
11 Seramik Ekibi	Work		Srmk. Ekp.	İşçi	1.200%	10,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
12 Diş Cephe Mantolama Ekibi	Work		Dş Cph Mn	İşçi	700%	12,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
13 Kapi, Pencere Ekibi	Work		Kp,Pncr. l	İşçi	800%	10,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
14 Kepçe	Work		Kpç.		100%	100,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
15 Düz İşçi	Work		Dz. İşç.		800%	8,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
16 Kamyon	Work		Kmyn		100%	80,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		
17 Boyacı, Sıvacı Ekibi	Work		Bya, Sva, E		1.500%	9,00 ₺/hr	0,00 ₺/hr	0,00 ₺	Prorated	Standard		

Şekil A.54. Kaynak Dengeleme Öncesi İşgücü Dağılımı Grafiği

İŞLEM	KAYNAK SAYISI	Tarih	Edil	TB	GBil	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	G
74-80	10	12.06.2021	46	05.08.2021																
75-81	10	12.06.2021	46	05.08.2021																
76-82	10	24.06.2021	0	24.06.2021	10	10														
76-104	10	24.06.2021	0	24.06.2021	10	10														
77-105	10	24.06.2021	46	17.08.2021	10	10														
78-106	10	24.06.2021	46	17.08.2021	10	10														
79-107	10	24.06.2021	46	17.08.2021	10	10														
80-108	10	24.06.2021	46	17.08.2021	10	10														
81-109	10	24.06.2021	46	17.08.2021	10	10														
82-83	6	06.07.2021	0	06.07.2021																
82-88	6	06.07.2021	0	06.07.2021																
83-84	6	07.07.2021	0	07.07.2021																
83-89	6	07.07.2021	0	07.07.2021																
83-90	6	07.07.2021	0	07.07.2021																
84-85	6	08.07.2021	0	08.07.2021																
84-91	6	08.07.2021	0	08.07.2021																
84-92	6	08.07.2021	0	08.07.2021																
85-86	6	09.07.2021	0	09.07.2021																
85-93	6	09.07.2021	0	09.07.2021																
85-94	6	09.07.2021	0	09.07.2021																
86-87	6	10.07.2021	0	10.07.2021																
86-95	6	10.07.2021	0	10.07.2021																
86-96	6	10.07.2021	0	10.07.2021																
87-97	6	12.07.2021	0	12.07.2021																
87-98	6	12.07.2021	0	12.07.2021																
98-99	6	13.07.2021	0	13.07.2021																
98-100	6	13.07.2021	0	13.07.2021																

Şekil A.55. Uygulama Projesi 1MS Excel İşgücü Kaynaklarının Günlük Dağılımlarının Gösterilmesi 2