

MEF ÜNİVERSİTESİ

**BİR OTOYOL PROJESİ YAPIM İŞLERİNİN
MALİYET ve ZAMAN AÇISINDAN
PROJE YÖNETİM TEKNİKLERİ İLE
İNCELENMESİ**

Bitirme Projesi

Gülşen DİLEK

İSTANBUL, 2021

MEF ÜNİVERSİTESİ

**BİR OTOYOL PROJESİ YAPIM İŞLERİNİN
MALİYET ve ZAMAN AÇISINDAN
PROJE YÖNETİM TEKNİKLERİ İLE
İNCELENMESİ**

Bitirme Projesi

Gülşen DİLEK

Proje Danışmanı: Prof. Dr. S. Ümit DİKMEN

İSTANBUL, 2021

MEF ÜNİVERSİTESİ

Projenin Adı: Bir Otoyol Projesi Yapım İşlerinin Maliyet ve Zaman Açısından
Proje Yönetim Teknikleri ile İncelenmesi
Öğrencinin İsmi ve Soyadı: Gülşen DİLEK
Proje Teslimat Gün:/...../2021

Gülşen DİLEK tarafından hazırlanan mezuniyet projesinin benim denetimim altında tamamlandığını beyan ederim. Yapılan bu projeyi “Mezuniyet Projesi” olarak kabul ediyorum.

...../...../2021
Bitirme Projesi Danışmanı
Prof. Dr. S. Ümit DİKMEN

Danışmanı Prof. Dr. S. Ümit DİKMEN tarafından kabul edilen Gülşen DİLEK’e ait bu bitirme projesini inceledim. Bu çalışmanın mezuniyet projesi olarak kabul edilebilir olduğunu ve öğrencinin mezuniyet projesi sınavına girmeye hak kazandığını beyan ederim.

...../...../.....

İnşaat Proje Yönetimi Programı

Gülşen DİLEK’ in mezuniyet sınavına girdiğini ve mezuniyet için tüm şartları yerine getirdiğini kabul ettiğimizi beyan ederiz.

MEZUNİYET KURULU

Komite Üyeleri

İmza/Tarih

1. Prof. Dr. S. Ümit DİKMEN

2.

Akademik Dürüstlük Sözü

Bu bitirme projesi kapsamında kimseyle işbirliği yapmamaya, dış yardım aramamaya veya kabul etmemeye ve başkalarına yardım etmemeye söz veriyorum.

Basılı veya web'deki tüm kaynakların açıkça belirtilmesi ve referans verilmesi gerektiğini biliyorum.

MEF Üniversitesi'nin ideallerine uygun olarak, bu çalışmanın benim olduğunu ve hazırlanmasında uygunsuz bir yardım almadığımı konusunda söz veriyorum.

Gülşen DİLEK

...../...../2021

ÖZET

BİR OTOYOL PROJESİ YAPIM İŞLERİNİN MALİYET ve ZAMAN AÇISINDAN PROJE YÖNETİM TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ

Gülşen DİLEK

Proje Danışmanı: Prof. Dr. S. Ümit DİKMEN

OCAK, 2021, 66 sayfa

Küreselleşen dünyada rekabetin artmasıyla birlikte harcanan zamanın değeri ulaştırma sektörüne en etkili şekilde yansımaktadır. Yolcu ve yüklerin belirli bir mesafeye belli koşullarda taşınması olarak tanımlanan, sosyal ve ekonomik gelişmenin temel ögesi olan ulaşım; karayolları, demiryolları, denizyolları, havayolları ve boru hatları ile sağlanmaktadır.

1950 sonrası dönemde gerek Marshall yardımları gerek otomotiv sanayi vb. etkenlerin körüklemesiyle diğer taşıma türlerine göre karayolu yük ve yolcu taşımacılığının artışı geçmişten günümüze yansıyan ulaşım politikalarının bir neticesidir.

Sonraki dönemlerde, yüksek maliyetli yatırımlar olan Otoyol projeleri, Kamu-özel işbirliği olan YİD modeli ile yürütülerek, çeşitli kamu altyapı yatırımlarının sadece yapım işi değil, bakım ve işletme hizmetlerinin de bir veya birden fazla özel sektör firması tarafından uzun dönemli yaptırılması sağlanmıştır.

Bu çalışmada YİD Metodu ile yaptırılan Otoyol projeleri büyük ölçekli ve ileri teknik bilgi gerektiren projeler olduğu için proje yönetim sürecinde zaman, maliyet ve kalite başarısı açısından ortaya çıkabilecek belirsizliklerin, hatta risklerin etkin bir şekilde Proje yönetim teknikleri ile yönetilmesinin projenin başarısına etkilerinin anlaşılması hedeflenmiştir.

YİD kapsamındaki otoyol projelerinde ön maliyet tahmini yapılırken karşılaşılan zorlukların nedenleri, ön maliyet tahmininde veri ve kaynak ihtiyaçlarının doğru bir şekilde tespit edilmesi için yeterli zaman ayrılmaması, yatırımcıların beklenti ve taleplerini değiştirmesi, enflasyon oranına bağlı fiyat değişiklikleri, döviz kurundaki dalgalanmalar, inşaatın doğası gereği ortaya çıkan öngörülemeyen maliyetler olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maliyet Tahmini, Maliyet Kontrol, Maliyet Tahmin Yöntemleri, Proje maliyeti tahmini, Yatırım maliyeti tahmini, Proje Yönetimi, Projenin Zaman Analizi, Projenin Maliyet Analizi, Proje Yönetim Evreleri, İnşaat Projeleri.

EXECUTIVE SUMMARY

EXAMINATION OF THE CONSTRUCTION WORKS OF A HIGHWAY PROJECT WITH PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES IN TERMS OF COST AND TIME

Gülşen DİLEK

Advisor: Prof. Dr. S. Ümit DİKMEN

JANUARY, 2021, 66 page

The value of time spent in the globalized world with the increase of competition is reflected in the transportation sector in the most effective way. Transportation, which is the basic element of social and economic development, defined as the transportation of passengers and cargo to a certain distance under certain conditions, is provided by highways, railways, sea routes, airlines and pipelines.

In the post-1950 period, both Marshall assistance and the automotive industry, etc. the increase in road freight and passenger transport compared to other types of transport due to the fueling of factors is a result of transport policies reflected from the past to the present.

In subsequent periods, high-cost investments which are Highway projects, public-private partnership can be carried out with the BOT model, not only the construction of various public infrastructure investments, maintenance and operational services by one or more private sector companies long-term to be built is provided.

In this study, it was aimed to understand the effects of effective management of uncertainties and even risks in terms of time, cost and quality success in the project management process on the success of the project, as highway projects built by The YID method are projects that require large-scale and advanced technical knowledge.

Preliminary cost estimates for highway projects under BOT are made when the causes of difficulties encountered, preliminary cost estimates and resource needs to be accurately identified is to leave sufficient time for data on investors ' expectations and demands change, depending the rate of inflation, price changes, exchange rate fluctuations, unforeseen costs that arise because of the nature of the construction has been identified as.

Key Words: Cost estimation, Cost control, Cost estimation, Project cost estimation, Capital cost estimation, Project Management, Time Analysis of a Project, Cost Analysis of a Project, Project Management Phases, Construction Projects.

İÇİNDEKİLER

Akademik Dürüstlük Sözü.....	v
ÖZET	vi
EXECUTIVE SUMMARY	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
1 GİRİŞ	1
2 KARAYOLLARI TARİHÇESİ ve TEMEL KAVRAMLARI.....	3
2.1 Türkiye’deki Karayolları Ulaşımının Gelişimi	3
2.2 Karayolları İle İlgili Genel Tanım ve Terimler	6
2.3 Karayolu Altyapısının Durumu.....	8
2.3.1 Taşımacılık	9
2.3.2 Kaza	11
2.3.3 Kapasite	12
3 OTOYOLLARIN TANINMASI ve YİD TANIMI ÇERÇEVESİNDE GELİŞİMİ	16
4 MALİYET.....	19
4.1 Yapım Maliyetleri	19
4.2 Bakım, İşletme Maliyetleri	21
4.3 Ücret Toplama Maliyetleri.....	22
5 PROJE MALİYET TAHMİNİ.....	23
5.1 Maliyet Tahmin Yöntemleri.....	24
6 PROJE YÖNETİMİ TANIMI, TEKNİKLERİ VE SÜREÇLERİ.....	27
6.1 Proje	27
6.2 Proje Yönetimi	27
6.3 Proje Yönetimi Tarihi	29
6.4 Proje Yönetim Evreleri	30
6.5 Proje Yönetim Teknikleri.....	31

6.5.1 Çubuk diyagram tekniği (ganttdiyagramı)	31
6.5.2 Kritik yörünge tekniği (CPM) ve Proje değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (PERT)	33
6.5.3 Öncelik şeması tekniği (PDM = precedencediagrammingtechnique)	34
7 BİR OTOYOL PROJESİ YAPIM İŞLERİNİN MALİYET ve ZAMAN AÇISINDAN PROJE YÖNETİM TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	36
7.1 Projenin Maliyet ve Zaman Açısından Yönetim Evreleri.....	38
7.1.1 Başlangıç Evresi	38
7.1.2 Planlama Evresi	39
7.1.3 Uygulama ve İzleme-Kontrol Evresi.....	41
8 SONUÇ	46
KAYNAKÇA ve REFERANSLAR	49
EK-1 2019 KARAYOLLARI FİYATLARI (KEŞİF ÇALIŞMASI İÇİN KISMEN KULLANILAN BİRİM FİYATLAR).....	54
EK-2 İŞ PROGRAMI & GANTT CHART DİYAGRAMI (EXCEL'DE TASLAK PLANLAMA AŞAMASI).....	59
EK-3 İŞ PROGRAMI & GANTT CHART DİYAGRAMI (EXCEL'DE TASLAK FİZİKSEL İLERLEME AŞAMASI)	60
EK-4 GANTT CHART & KRİTİK YOL DİYAGRAMI (MS PROJECT İLE PLANLAMA YÖNTEMİ).....	61
EK-5 BÜTÇE OLUŞTURULMASI.....	62
EK-6 HAKEDİŞ GİRDİLERİ	64
EK-7 NAKİT AKIŞ ANALİZİ.....	66

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Ulaşım Türlerine Göre Yurt İçi Yük - Yolcu Taşıma Oranları2018.....	10
Şekil 2: (a) Yeni kapasite sunumu ve trafik hacminin artması.....	13
Şekil 2: (b) Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet köprüleri örneği.....	13
Şekil 3: Otoyollar trafik Hacim Haritası (KGM,2019).....	17
Şekil 4: Proje yönetim evreleri arasındaki zamansa ilişki (The PMI Standards Committee, 1996, Çoşkun, Ekmekçi, 2012.....	30
Şekil 5: Öncelik şeması metodu (Sakar, 2018).....	34

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Türkiye’de Karayolu Ulaştırmasında Karayolunun Gelişim Süreci.....	5
Tablo 2: Sath Cinslerine Göre Yol Uzunlukları (Km).....	8
Tablo 3: Sath Cinslerine Göre Yıllar İtibarıyla Yapılan Bölünmüş Yol Uzunlukları (Km).....	9
Tablo 4: 1950’de Yük ve Yolcu Taşımacılığında Durum.....	10
Tablo 5: Yıllar İtibarıyla Motorlu Kara Taşıt Sayıları (TÜİK, 2019).....	11
Tablo 6: Yıllara Göre Motorlu Taşıt, Nüfus ve Ölü Sayısındaki Değişimler.....	12
Tablo 7: Kapasite Analizinin Bileşenleri (KGM, 2019).....	13
Tablo 8: Alışıl gelmiş ve Sürdürülebilir Ulaştırma Planlamasının karşılaştırılması.....	14
Tablo 9: Özelleştirme Kapsamındaki Otoyol ve Köprülerin Yapım Maliyetleri (Km/\$).....	20
Tablo 10: GANTT Diyagramı güçlü ve zayıf yanları.....	32
Tablo 11: Vakaya konu olan Bir Otoyol Projesinin Genel bilgileri.....	37
Tablo 12: Temel iş kalemlerinin yapı içindeki maliyetlerinin tahmini ve yüzde dağılımları özeti.....	39
Tablo 13: Temel iş kalemlerinin başlama ve bitiş süreleri.....	40
Tablo 14: Nakit Akışı Tahmininde Başlıca Risk Faktörleri.....	43

KISALTMALAR

AB: Avrupa Birliği

AUS: Akıllı Ulaşım Sistemleri

BSK: Bitümlü Sıcak Karışım

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirme

DY: Devlet Yolu

HGS: Hızlı Geçiş Sistemi

İY: İl Yolu

KGM: Karayolları Genel Müdürlüğü

KÖİ: Kamu Özel Sektör İşbirliği

OGS: Otomatik Geçiş Sistemi

OY: Otoyol

SGS: Serbest Geçiş Sistemi

SK: Sathi Kaplama

TEN-T: Trans-Avrupa Ulaşım Ağları (Trans European Networks- Transport)

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UAB: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı

ÜYS: Üstyapı Yönetim Sistemleri

YİD: Yap-İşlet-Devret

YOGT: Yıllık Ortalama Günlük Trafik

1 GİRİŞ

Ulaştırma sektörü, üretim-dağıtım-tüketim sürecinin en önemli parçasıdır ve sektörün gerektirdiği altyapı yatırımlarının ekonomiye etkileri de oldukça fazladır [1].

Sınırlı kaynakların etkin bir şekilde kullanımı ile toplum refahının artırılması, ekonomi biliminin temel amacı olmalıdır fakat ulaştırma hizmetleri ve yatırımları birçok ülkede kamu hizmeti ve sosyal politika aracı olarak görüldüğünden bu hizmetlerin planlanması ve fiyatlandırılmasında ekonomik etkinlik kriterleri dikkate alınmamaktadır. Bu anlayışın hakim olduğu uygulamalar; kaynak israfına, ulaştırma hizmetleri için finansman yetersizliğine, ulaştırma alt sistemlerinin seçiminde çarpıklıklara ve negatif dışsallıklara yol açmaktadır [2]. Ulaştırma sektörünün genel yatırım ödeneklerinden önemli miktarda pay alması; kaynak kullanımı açısından, ulaştırma türü tercihini daha da önemli hale getirmektedir.

Gelişen teknoloji, hızlı nüfus artışı, ekonomik büyümeye bağlı olarak gelişen ulaşım sorunu, artan trafiğin gerektirdiği kapasite artışı, ikilenen devlet yolları ve otoyollarla sağlanarak, büyük kapasiteleri ile planlama ve yatırımlarda önemli bir pay olarak günümüze kadar gelmiştir.

Devletin hızlı bir şekilde gerçekleştirmesi gereken yol hizmetleri kamu ve özel sektör iş birliğinde gerçekleştirilmesi anlayışı ile birçok yeni kamu yatırım modelini de gündeme taşımıştır. Bahsi geçen Kamu hizmetinin görülüş yöntemlerinden biri olan Yap-İşlet-Devret projelerinde yapım maliyetleri ile birlikte işletme ve bakım maliyetleri de yer almaktadır.

Bir otoyol projesi ön maliyet hesaplamasında, fizibilite evresinden gerçekleştirme evresine; kullanım evresinden teslimi yapılabilecek kadar olan sürecin her evresine yönelik, kapsam içeriği göz önünde bulundurularak birçok maliyet tahmini yapılması söz konusu olacaktır.

Yüklenicinin amacı, girdiği ihaleyi kazanarak sözleşme de belirtilen şartlarla üstlendiği inşaat işini en etkin sürede ve en az maliyetle yapılmasını sağlamaktır. Başarılı bir teklifin ölçüsü, belli kriterler aralığında yapılan maliyet tahmininin kar edebilme sınırları içerisinde sözleşmeyi kazandırmaya yetecek kadar olmasıdır. Yüklenici maliyet tahminini doğruya en yakın şekilde yaptığı hesaplamalara bağlı olarak etkili bir bütçeleme

ile işin süresi içinde gerçekleşecek olan nakit akışını da belirleyebilecektir. Bu yolla da finansal gerekliliklerini belirleyecek ve ona göre önceden önlemlerini alabilecektir [3].

Bu çalışmada, benzer geçmiş otoyol projeleri deneyimlerinden yararlanarak tahmini bir yaklaşımla otoyol standartlarına uygun bir otoyol projesinin yapım inşaat işleri aşaması için Karayolları Birim Fiyatları ile ön maliyet tahmini çalışması yapılmıştır. Ayrıca, yapım üretim süreçlerine yönelik projenin kendine has organizasyonu içinde Proje yönetim teknikleri ile yönetilmesinin projenin başarısına etkilerinin anlaşılması hedeflenmiştir.

Bu doğrultuda, bir yol projesinin yapım işine esas, projenin başlangıç bitiş sınırları içerisinde işin yapılacağı faaliyetler çalışma paketlerine ayrılarak, iş kırılım yapısıyla iş programı hazırlanmış, daha sonra maliyet kontrolünü göstermek amaçlı tahmini bir yaklaşımla aylık hakediş ve bütçe girdileri ile nakit akışı zaman boyutunda ele alınarak detaylandırılmıştır. Özellikle inşaat sektöründe belirli bir kilometre taşına ulaşıldığında ortaya konulan işin değeri hakediş vasıtasıyla geleceğe yönelik yapılan tahmini bütçenin maliyet kontrolünün güncel olarak yönetilmesi açısından yararlı olmaktadır.

İnşaat sektöründe, proje maliyet ve zaman tahminlerinin bilgisayarlarla yapılması, sürenin etkin bir şekilde kullanılması hedefinde çeşitli birçok tahmin yapılabilmesini sağlarken organizasyonlardaki verimliliği de arttıracaktır. Ayrıca böyle bir sistem tekliflerin hazırlanması, proje, plan ve bütçelerin hazırlanması, gereksinim duyulacak verilerin hazırlanmasına olanak sağlayacak bilgileri verecektir. Proje sonlarında inşaat proje yöneticilerinin maliyet kontrolü hususunda bilinçlendirilmesine, verilerin düzenlenerek depolanması ve bilgiye dönüştürülmesi ile istatistiki veri birikimi oluşturmalarına yarayacaktır.

2 KARAYOLLARI TARİHÇESİ ve TEMEL KAVRAMLARI

2.1 Türkiye'deki Karayolları Ulaşımının Gelişimi

1923 yılında Cumhuriyet ilan edildiğinde ulusal sınırlarımız içinde, 13.900 km'si stabilize şose ve 4.450 km'si toprak yol olmak üzere, toplam 18.350 km yol ve 94 köprü bulunmaktaydı. 1925 yılında çıkarılan "Yol Mükellefiyeti Kanunu" ile ciddi bir işçi sıkıntısı yaşanmıştır. Ancak o yıllarda kullanılan makine teknolojisi pek gelişmiş değildi [4].

Cumhuriyetin ilk yıllarında ulaşımda, ağırlıkta demiryolu yapımı ön plandayken, tek başına yeterli olmadığı gerekçesiyle, entegre bir ulaşım sistemi için karayolu yapımı ihtiyacıyla birlikte 1929 yılında Nafia Vekaleti (Bayındırlık Bakanlığı) içinde Şose ve Köprüler Reisliği kurulmuştur.

1923-1947 yılları arasında yapılan çalışmalar sonucunda, karayolu ağı 43.743 km'ye ulaşmıştır. 1948 yılında yapılan yeni bir atılımla, o zamana kadar kazma, kürek ve insan gücüne dayanan çalışmalardan makineli çalışma dönemine geçilerek mevcut yolların envanteri çıkarılarak, Türkiye'nin karayolu ağı belirlenmiştir.

1950'li yıllarda Marshall planı çerçevesinde Türkiye'ye dayatılan ulaşım politikası uyarınca ağırlıklı olarak karayollarına yatırım yapılması öngörülmüştür. 1934 yılında çıkarılan yasayla "Şimendifer istasyonlarını ve limanlarını birbirine bağlamak, Şimendifer hatlarını besleyecek yollar tertip etmek" göreviyle kurulan "Şose ve Köprüler Reisliği" Ulaştırma Bakanlığı'ndan ayrılır ve 1950 yılında Bayındırlık Bakanlığı'na bağlı Karayolları Genel Müdürlüğü kurulmuştur [5].

Kuruluşundan itibaren KGM, ilk yıllarında mevcut yolların bakım ve onarım çalışmalarına ve ana güzergahlarda yeni yolların yapımına öncelik vermiştir. Bu çalışmalarla, 1960'lı yıllarda karayolu ağını 60.000 km'ye yükselterek bütün illeri, limanları, hava meydanları v.b. birleştirmek gibi ana görevi yerine getirilmiş ve asfalt kaplamaya da ağırlık verilmiştir. Nüfus, gelir, trafik arttıkça bazı devlet yolları yetersiz olmaya başlamış ve evvelce öngörüldüğü üzere 50m'lik kamulaştırma sınırı içine ikinci taşıt yolu yapılarak 2 şeritli 5.000-10.000 t/gün kapasiteli devlet yollarımız 2x2 şeritli 40.000-60.000 t/gün taşıma kapasitesine erişmişler ve trafik artışına çözüm getirmişlerdir.

1970'li yıllarda motorlu taşıt sanayisinin gelişmesiyle birlikte fiziki ve geometrik standartları yüksek karayolları yapılması gündeme gelmiştir. Avrupa Yatırım

Bankası'ndan alınan kredi ile 1970 yılında inşaatı başlatılan Boğaziçi Köprüsü, 1973 yılında trafiğe açılmış ve böylece ilk defa ücretli yol politikası uygulamaya koyulmuştur.

1980 sonrasında 2000'li yılların başına kadar olan dönemde ise devlet, il yollarından ziyade yüksek standartlı otoyolların yapımına ağırlık verilmiştir. Yol teknolojisi bu dönemde gelişerek beton asfaltlar ve sathi kaplamalar yaygınlaşmıştır. Yine bu dönemde birçok şehirlerarası yol ücretli hale gelmiştir [6].

Karayolu taşımacılığı 2000'li yıllarda pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hakim ulaşım sistemi haline gelmiştir. Önceki dönemlerdeki plansız uygulamaların doğal bir sonucu olarak, ulaştırma türleri arasında ciddi dengesizlikler oluşmuş, karayolu taşımacılığı gerek yükte, gerekse yolcuda çok belirgin şekilde öne çıkmıştır. 2000'li yıllarda, daha düşük maliyetli, kamuoyunda double yol veya ekspres yol olarak tanımlanan çift gidiş ve çift gelişli yol inşaatı benimsenmiştir [7].

Acil eylem planı kapsamında Türkiye'de 2003 sonrası hızlı bir şekilde bölünmüş yol çalışmaları artış göstermiştir. Bölünmüş yol çalışmaları sonucu;

- Trafik kazalarını azaltmak ve güvenliğini sağlamak, kazaların önüne geçebilmek ve ölüm oranlarını düşürmek,
- Yol kapasitelerinin artırılması ile taşıt işletme giderleri ve seyahat sürelerinden tasarruf sağlayarak ekonomiye katkıda bulunulması,
- Avrupa ülkelerindeki gelişmiş yol ağlarıyla entegrasyonu sağlayarak, Bölgelerin ulusal ve uluslararası ulaşım bağlantılarının güçlendirilmesi, güvenilir kesintisiz ve hızlı bir hale getirmek,
- Akaryakıt sarfiyatlarının azaltılmasına bağlı emisyonun azaltılması,
- Bölgesel dengesizliklerin ortadan kaldırılarak ekonomik refahın ülke çapında yaygınlaştırılması gibi faydalar amaçlanmıştır [8].

2006 yılından itibaren genel bütçeli kuruluşlar arasına dahil edilen KGM, 30.08.2007 tarihinde Ulaştırma Bakanlığı'na bağlanarak 13.07.2010 tarihli ve 27640 sayılı Resmi Gazetede yayımlanıp yürürlüğe giren çalışma usul, esasları ile teşkilat ve görevlerine ilişkin hükümleri düzenleyen 6001 sayılı Kanun ile kamu tüzel kişiliğine sahip özel bütçeli bir idare olarak yeniden yapılandırılmıştır [9]. Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı ve tüzel kişiliğe sahip olan KGM 5539 sayılı Kanunla otoyolların, devlet ve il yollarının plan, proje, yapım, bakım ve işletilmesinden sorumlu olmuştur.

1982 Anayasası'nın 155. maddesi 1999 yılında yapılan düzenlemelerle birlikte,

3996 Sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin YİD Modeli Çerçevesinde Yaptırılması Hakkında Kanunun Uygulama Usul ve Esasları düzenlenmiştir. Ekli “3996 Sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yaptırılması Hakkında Kanunun Uygulama Usul ve Esaslarına İlişkin Karar”ın yürürlüğe konulması; Kanunun 4 üncü ve 8 inci maddelerine göre, Bakanlar Kurulu’na 26/04/2011 tarihinde kararlaştırılmıştır. Bundan sonraki süreçte büyük kamusal yatırımlar, gelişen teknoloji, hızlı nüfus artışı, toplumsal ihtiyaçlar karşısında bütün risklerine ve yüksek maliyetine rağmen, çeşitli yasal düzenlemeler yapılarak, devletin hızlı bir şekilde gerçekleştirmesi gereken hizmetler için yabancı sermayeli finans kaynakları kullanılarak, kamu ve özel sektör işbirliğiyle yaptırılması, işletilmesi ve sözleşme süresi sonunda bedelsiz olarak tesisin kamu kurum ve kuruluşuna devredilmesi yöntemiyle yaptırılır olmuştur. Türkiye’de Karayolu Ulaştırmasında Karayolunun Gelişim Süreci Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Türkiye’de Karayolu Ulaştırmasında Karayolunun Gelişim Süreci

Yıllar	Oncelik Verilen Yatırımlar
----- 1950	Erişilebilirliği Sağlayan Yollar
1950-1960	Yaz-Kış Geçit Veren Yollar
1960-1970	Asfalt Sathi Kaplamalı Yollar
1970-1985	Sıcak Karışım Kaplamalı Yollar
1985-2003	Otoyollar
2003-2013	Bölünmüş yollar
2013 -----	Akıllı Yollar

Kaynak: KGM, 2018.

Bu kapsamda; İstanbul – Bursa – İzmir Otoyolu ve Osmangazi Köprüsü, Kuzey Marmara Otoyolu ve Yavuz Sultan Selim Köprüsü, Malkara – Çanakkale Otoyolu ve 1915 Çanakkale Köprüsü, Menemen – Aliağa – Çandarlı Otoyolu ve Ankara – Niğde Otoyolu projeleri Kamu Özel Sektör İşbirliği modeli olan Yap – İşlet – Devret sistemiyle gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Türkiye’de ücret toplama ve geçiş sistemleri uygulamaları, otoyol ve köprülerde ilk olarak 1999 yılında OGS ile başlamış, daha sonra ise sürücülerin yanlarında taşıyabilecekleri KGS (Kartlı Geçiş Sistemi) devreye alınmıştır. 1 Şubat 2013 tarihinden itibaren KGS tamamen kaldırılarak onun yerine HGS (Hızlı Geçiş Sistemi) uygulaması ile devam etmiştir.

Türkiye için de 2013 yılında hazırlanan “Ulusal AUS Strateji Belgesi (2013-2023) ve Eylem Planı (2013-2015)” belgesinin 2. taslağında “Ulusal düzeyde bir AUS mimarisinin oluşturulması” şeklinde bir hedef belirlenmiş ve bu hedef için bir de eylem planı tanımlanmıştır.

2.2 Karayolları İle İlgili Genel Tanım ve Terimler

Karayolu mühendisliğinde kullanılan bazı ana terimler ve yol elemanlarının tanımları aşağıda kısa olarak verilmiştir [10].

Karayolu: kara üzerinde yapılan kamuya açık ulaşımın sağlandığı platform, arazi şeridi.

Devlet Yolu: Önemli bölge ve il merkezlerini, deniz, hava ve demiryolu istasyon, iskele, liman ve alanlarını birbirine bağlayan birinci derecede ana yollardır. Aynı zamanda ülkeyi komşu ülkelere bağlayan yollardır.

İl yolu: Bir il sınırı içinde ikinci derece öneme haiz olan ve şehir, ilçe ve bucak gibi belli başlı merkezleri birbirine, il merkezine ve devlet yollarına bağlayan yollardır.

Otoyol: Özellikle transit trafiğe tahsis edilen belirli yerler ve şartlar dışında giriş ve çıkışın yasaklandığı yaya, hayvan, motorsuz taşıt ve araçların girmediği ancak izin verilen motorlu taşıtların yararlandığı ve trafiğin özel kontrole tabi tutulduğu karayoludur.

Karayolu Trafiği: Karayolunu ulaşım amacı ile tek başlarına veya birlikte kullanan motorlu ve motorsuz taşıtlar ile yayaların yol üzerindeki hareketleridir.

Toprak İşleri: Her cins zemin ve kaya birimlerinde yapılan kazı, dolgu vb. tesviye işleridir.

Tesviye: Doğal zeminin düzeltilmesine denir.

İnce Tesviye Tabakası(Reglaj): Tesviye yüzeyinin projesine uygun enine ve boyuna eğim de verilerek bir greyder yardımı ile son olarak düzeltilmesi işidir.

Alt Yapı: Yolun, toprak işi sonunda, daha önceden belirlenmiş kot ve enkesit şekline getirilmiş kısmına denir.

Sanat Yapıları: Köprü, viyadük, üstgeçit, altgeçit, tünel, menfez, istinat, iksa duvarı, tahkimat vb. mühendislik yapılarıdır.

Üstyapı: Yolun trafik yüklerini taşımak ve bu yükü taban zemininin taşıma gücünü aşmayacak şekilde taban yüzeyine dağıtmak üzere altyapı üzerine inşa olunan ve alttemel

(temelaltı), temel ve kaplama tabakalarından oluşan kısımdır.

Alttemel Tabakası: Tesviye yüzeyi üzerine serilen ve genellikle belli bir granülometrisi olan ve incesi az, kum, çakıl, taş kırığı, yüksek fırın cürufu gibi daneli malzemeden inşa olunan tabakadır.

Temel Tabakası: Alttemel tabakası ile kaplama tabakası arasına yerleştirilen ve granülometrisi ile malzemesinin fiziki özellikleri alttemel tabakasına göre daha iyi olan doğal kum, doğal çakıl veya kırmataş ile az miktarda bağlayıcı ince malzemeden oluşan tabakadır.

Kaplama: Asfalt betonu, sathi kaplama, beton, parke vb. malzemeden oluşan ve kaymaya, trafiğin aşındırmasına ve iklim koşullarının ayrıştırma etkisine karşı koyan üstyapının en üst tabakasıdır.

Bitümlü Temel Tabakası: Trafiğe bağlı olarak genellikle 8-18cm kalınlıklarında uygulanan bitümlü temel tabakası, genellikle bağlayıcısız granüler temel üzerine yoğun gradasyonlu bitümlü sıcak karışımın uygulandığı bir tabakadır.

Sıcak karışım asfalt olarak da adlandırılan bitümlü sıcak karışım, asfalt plantlerinde 160°C civarında ısıtılmış mineral agrega ile bitümün karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Karışımında agrega %93-97 oranlarında, bitüm ise %3 ila % 7 arasında bir oranda kullanılmaktadır. Günlük ağır taşıt trafiği 1000' in üzerinde olan yollarda kullanılması gereken bitümlü sıcak karışımlar trafiğe bağlı olarak farklı kalınlıklarda 2 veya 3 tabaka halinde teşkil edilmektedir.

Bitüm: Ham petrolün rafinerilerde uygun metotlarla damıtılması sonucu elde edilen bağlayıcı bir malzemedir. Yol yapım ve bakımında kullanılan bitümler, Asfalt Çimentosu veya Kaplama Sınıfı Bitümler olarak anılmaktadır.

Binder Tabakası: Bitümlü temel veya granüler temel üzerine uygulanan binder tabakası, trafiğe bağlı olarak genellikle 6-8cm kalınlıklarda asfalt betonu ile teşkil edilmektedir.

Aşınma Tabakası: Üstyapının en üst tabakası olan aşınma tabakası, genellikle 5 cm kalınlığında asfalt betonu olarak uygulanmaktadır. Ağır trafikli devlet yollarında ve otoyolların aşınma tabakasında yüksek mukavemetli, kayma direnci yüksek SMA- Taş Mastik Asfalt gibi bitümlü sıcak karışımlar kullanılmaktadır.

Kurp (Yatay ve Düşey Kurp): Proje yatay ve düşey hattındaki doğrusal kesimleri birleştiren eğrisel veya dairesel karayolu kesimidir.

Boykesit (Profil): Yol ekseninin düşey düzlemdeki izdüşümü veya kotlu yol eksenidir.

Enkesit: Yol gövdesi tabakaları ve elemanlarının yeterli genişlikte bir arazi kullanımını da kapsayacak şekilde eksene dik düşey düzlem ile arakesittir.

Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT): Bir yoldan bir yıl içinde geçen toplam trafiğin 365' e bölünmesiyle elde edilen değerdir.

2.3 Karayolu Altyapısının Durumu

Ülkemiz karayolu ağının idari sorumluluklara göre dağılımı aşağıda sunulmuştur:

- 1) Otoyollar
- 2) Devlet yolları
- 3) İl yolları
- 4) Büyükşehir belediyesi, il ve ilçe belediye yolları
- 5) Köy yolları
- 6) Özel nitelikli yollar (turistik yollar, orman yolları, baraj yolları ve diğer yollar)

Otoyollar, devlet yolları ve il yolları KGM'nin, köy yolları valiliklere bağlı il özel idarelerinin, büyükşehir belediyesi, il ve ilçe belediyesi yolları yerel yönetimlerin sorumluluğunda bulunmaktadır. Özel nitelikli turistik yollar ve baraj yollarının yapımı ve bakımı Kültür ve Turizm Bakanlığı ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün kontrolünde protokollü olarak KGM tarafından gerçekleştirilmektedir. Orman yolları ise Tarım ve Orman Bakanlığının sorumluluğundadır.

Tablo 2'de görüldüğü gibi 31.01.2018 tarihi itibarıyla KGM sorumluluğunda bulunan 68.034 km uzunluğundaki karayolu ağının 31.021 km'si (% 46) DY, 34.171 km'si (% 50) İY ve 2.842 km'si ise (% 4) OY'dir.

Tablo 2: Sath Cinslerine Göre Yol Uzunlukları (Km)

Yol Sınıfı	Sath Cinsi						
	BSK	Sathi Kaplama	Parke	Stabilize	Toprak	Diğer	Toplam
Otoyollar	2.842*						2.842
Devlet Yolları	17.733	12.888	66	34	-	300	31.021
İl Yolları	4.640	26.480	244	610	526	1.671	34.171
Toplam	25.215	39.368	310	644	526	1.971	68.034

Not: Sath Cinsine Göre Yol Ağı (31.12.2018) (*) 2004 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesine devredilip 2010 yılı sonunda tekrar devralınan otoyollar dahil edilmiştir. (Kaynak: KGM, 2019).

Bu yol ağının 39.368 km'si sathi kaplama, 25.215 km'si bitümlü sıcak karışım kaplamadır. Toplam yol ağımızın %39'u (26.642 km) bölünmüş yoldur (Tablo 3).

Tablo 3: Sath Cinslerine Göre Yıllar İtibarıyla Yapılan Bölünmüş Yol Uzunlukları (Km)

Yıllar	Devlet ve İl Yolları			Otoyollar	Genel Toplam
	Bitümlü Sathi Kaplama (BSK)	Sathi Kaplama	Toplam		
2002 Sonu	2.176	2.211	4.387	1.714	6.101
2003	243	1.080	1.323	39	1.362
2004	261	1.504	1.765	26	1.791
2005	336	1.709	2.045	5	2.050
2006	260	980	1.240	241	1.481
2007	76	1.006	1.082		1.082
2008	396	1.081	1.477	14	1.491
2009	285	1.717	2.002	114	2.116
2010	380	1.776	2.156	44	2.200
2011	194	1.320	1.514	39	1.553
2012	380	646	1.026	8	1.034
2013	370	420	790	0	790
2014	329	298	627	34	661
2015	364	193	557	4	561
2016	509	155	664	260	924
2017	595	110	705	115	820
2018*	340	99	440	185	625
Genel Toplam	7.494	16.305	23.800	2.842	26.642

KGM, 2019 (31.12.2018) (*).

2.3.1 Taşımacılık

Bütün gelişmiş ülkelerde otoyollar gelişirken, demiryolu ağı hizmetleri de gelişmiştir. Yük taşımacılığında büyük mesafelerde büyük miktarlarda, maden, hububat gibi taşımaların genelde demiryolu ile yapıldığı bilinmektedir. 1960'lardan beri Japonya'da olduğu gibi Osaka-Tokyo arası 630km mesafeyi 3 saat 15 dakikada 220 km/saat giden trenler uzun yıllardır büyük hizmet vermekte, deniz yolu, karayolu, hava yolu ile rekabet edebilmektedir. Bugün AB ticaretindeki taşımacılık politikası da aynı şekildedir. Türkiye'de ise birinci dünya savaşı ve sonrasında gelişen demiryolları ikinci dünya savaşından sonra karayolu ihtiyacının ön plana alınması ile unutulmuş, gelişmemiştir.

Türkiye'de 1950 yılına kadar yolcu ve yük taşımaları ağırlıklı olarak demiryolu ve

denizyolu ile yapılmıştır (Tablo 4). Bu dönem sonunda yolcu taşımalarının % 49,9'u karayolu, % 42,2'si demiryolu, % 7,5'i denizyolu ve % 0,6'sı havayolu ile yapılmaktadır. Ülke içi yük taşımalarının ise % 55,1'i demiryolu, % 27,8'i denizyolu, % 17,1'i de karayolu ile yapılmaktaydı.

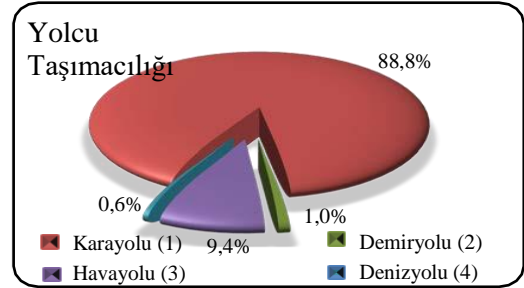
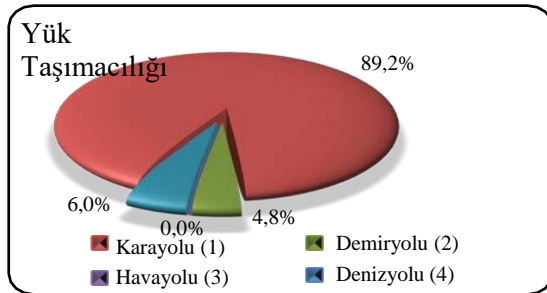
Tablo 4: 1950'de Yük ve Yolcu Taşımacılığında Durum

Taşımacılık Türleri	Yük	Yolcu
Demiryolu	% 55,1	% 42,2
Karayolu	% 17,1	% 49,9
Denizyolu	% 27,8	% 7,5
Havayolu	% 0	% 0,6

Kaynak: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı

1950 yılından sonra ulaşım politikalarında yapılan değişiklikler sonucu karayolu ulaşımına ağırlık verilmiştir. 1970'ten sonra otomotiv sanayisinin gelişmesi vb. etkenler neticesinde karayolu yük ve yolcu taşımacılığında artışlar oluşmuştur.

2018 yılı yurt içi taşıma türleri arasındaki dağılıma bakıldığında, karayolunun yük taşımacılığındaki payının %89 ve yolcu taşımacılığındaki payının yaklaşık %89 olduğu (Şekil 1) ve diğer ulaşım türlerine göre daha çok talebi karşıladığı görülmektedir. Ancak demiryolu ve denizyolu işletmesindeki altyapı ve işletme eksikliği, esasen yetersiz durumda olan karayoluna daha fazla yük binmesine yol açmıştır. Ağırlıklı olarak karayolu kullanımı ülkemizin enerji olanaklarıyla da ters düşmektedir.



- (1) KGM sorumluluğundaki yol ağı üzerinde yük/yolcu taşımalarıdır.
(2) TCDD'ye ait yük / yolcu taşımalarıdır. Yolcu taşımalarında banliyö hariç tutulmuştur.
(3) Havalimanlarımız arasındaki iç hat yük / yolcu taşımalarıdır. Yük taşımasında yüklenen-boşaltılan kargo miktarı (bagaj ve posta hariç).
(4) Kabotajda yük / yolcu taşımalarıdır. Yolcu x mil ve ton x mil değerleri yolcu-km ve ton-km'ye dönüştürülmüştür.
Kaynak: KGM (1), TCDD (2), DHMİ (3), DTGM (4).

Şekil 1: Ulaşım Türlerine Göre Yurt İçi Yük - Yolcu Taşıma Oranları – 2018

Bunun yanı sıra ülkemizde taşıt sahipliği ve paralelinde yüksek standartlı karayolu ihtiyacı da artmaktadır. TÜİK 2018 yılı verilerine göre 22.865.921 taşıt trafiğe kayıtlı bulunmaktadır (Tablo 5). Trafiğe kayıtlı toplam taşıt sayısı içerisinde otomobil %54'lük oranla en önemli araç türüdür.

Tablo 5: Yıllar İtibarıyla Motorlu Kara Taşıt Sayıları (TÜİK, 2019)

Yıl	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon*	Motosiklet	Diğer**	Toplam
2004	5.400.440	318.954	152.712	1.259.867	647.420	1.218.677	1.238.287	10.236.357
2005	5.772.745	338.539	163.390	1.475.057	676.929	1.441.066	1.278.100	11.145.826
2006	6.140.992	357.523	175.949	1.695.624	709.535	1.822.831	1.324.939	12.227.393
2007	6.472.156	372.601	189.128	1.890.459	729.202	2.003.492	1.365.907	13.022.945
2008	6.796.629	383.548	199.934	2.066.007	744.217	2.181.383	1.393.677	13.765.395
2009	7.093.964	384.053	201.033	2.204.951	727.302	2.303.261	1.402.136	14.316.700
2010	7.544.871	386.973	208.510	2.399.038	726.359	2.389.488	1.440.364	15.095.603
2011	8.113.111	389.435	219.906	2.611.104	728.458	2.527.190	1.500.324	16.089.528
2012	8.648.875	396.119	235.949	2.794.606	751.650	2.657.722	1.548.492	17.033.413
2013	9.283.923	421.848	219.885	2.933.050	755.950	2.722.826	1.601.965	17.939.447
2014	9.857.915	427.264	211.200	3.062.479	773.728	2.828.466	1.667.669	18.828.721
2015	10.589.337	449.213	217.056	3.255.299	804.319	2.938.364	1.740.884	19.994.472
2016	11.317.998	463.933	220.361	3.442.483	825.334	3.003.733	1.816.582	21.090.424
2017	12.035.978	478.618	221.885	3.642.625	838.718	3.102.800	1.898.321	22.218.945
2018	12.398.190	487.527	218.523	3.755.580	845.462	3.211.328	1.949.311	22.865.921

*İş makineleri kapsamında yayımlanan taşıtlar ile özel amaçlı taşıtlar içinde yer alan ağır tonajlı taşıtları kapsar.

**Arazi taşıtı dahildir.

Dünyada en çok kullanılan ulaştırma modu olan karayolunun tek başına bir anlam ifade etmediğinin kavranmasıyla birlikte diğer modlarla dengeli bir şekilde gelişmesi gerektiği yönündeki sürdürülen çalışmalar sonucunda, yük taşımacılığının karayolu üzerinden yapılmasını tamamen engellemek yerine, kombine taşımacılık adı verilen yük taşımacılığının özendirilmeye başlandığı gözlenmektedir [11].

2.3.2 Kaza

Ülkemizde son yıllarda taşıt sayısının artmasıyla birlikte yollardaki trafik hacmi de büyümüştür. Karayolu ulaştırmasında yaşanan en önemli sorun trafik güvenliğidir. Bir ulaştırma sisteminde güvenlik kavramı, mümkün olan en az tehlike seviyesinde bir ya da daha fazla aracın ya da eşyanın bir noktadan başka bir noktaya hiçbir zarara uğramadan

taşınabilmesidir. Taşımacılıkta, risklerin sıfır noktasına indirilmesi hedeflense de, yaşanan tecrübeler hiçbir insani faaliyetin tamamen risksiz olamayacağını göstermektedir [12].

2007-2018 yılları arasında nüfusta %16,1 ve motorlu kara taşıtları sayısında %75,5 oranında bir artış meydana gelirken trafik kazalarında, kaza yerinde hayatını kaybeden kişi sayısında % 32,7'lük bir azalma olduğu görülmektedir (Tablo 6) [13].

Tablo 6: Yıllara Göre Motorlu Taşıtlar, Nüfus ve Ölüm Sayısındaki Değişimler

Yıllar	Motorlu Kara Taşıtları Sayısı	2007 Yılına Göre Değişim (%)	Nüfus	2007 Yılına Göre Değişim (%)	Ölü Sayısı (Kaza Yerinde)	Ölü Sayısı (Kaza Sonrası)	2007 Yılına Göre Değişim (%) (Kaza Yeri Ölüm Sayısı)
2007	13.022.945		70.586.256		5007	-	
2008	13.765.395	5,7%	71.517.100	1,3%	4236	-	-15,4%
2009	14.316.700	9,9%	72.561.312	2,8%	4324	-	-13,6%
2010	15.095.603	15,9%	73.722.988	4,4%	4045	-	-19,2%
2011	16.089.528	23,5%	74.724.269	5,9%	3835	-	-23,4%
2012	17.033.413	30,8%	75.627.384	7,1%	3750	-	-25,1%
2013	17.939.447	37,8%	76.667.864	8,6%	3685	-	-26,4%
2014	18.828.721	44,6%	77.695.904	10,1%	3524	-	-29,6%
2015	19.994.472	53,5%	78.741.053	11,6%	3831	3699	-23,5%
2016	21.090.424	61,9%	79.814.871	13,1%	3493	3807	-30,2%
2017	22.218.945	70,6%	80.810.525	14,5%	3534	3893	-29,4%
2018	22.865.921	75,5%	82.003.882	16,1%	3368	3307	-32,7%

Kaynak: TÜİK, 2019.

Bu azalmada bölünmüş yol çalışmalarının etkisi oldukça fazladır. Bölünmüş yolların yapılmasıyla birlikte ölümlerin en fazla yaşandığı karşılıklı çarpışma türü kazalar da azalmıştır. Fakat Karayolunda kaza ve yaralanmaların oranı azalmasına rağmen her yıl ciddi oranda ölüm ve yaralanmalarla birlikte, trilyonlarca liralık maddi hasar meydana gelmektedir.

2.3.3 Kapasite

Karayolunda kapasite; bir yol kesiminden belli bir zaman dilimi içerisinde trafik şartlarına uygun biçimde geçebilecek yol kullanıcılarının maksimum sayısı olarak tanımlanmaktadır.

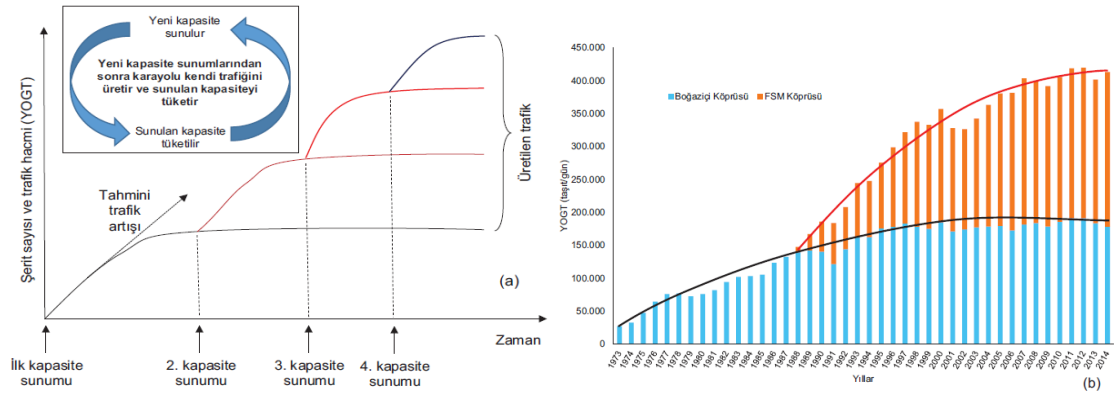
Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi karayolu kapasitesini belirlerken birden fazla etken devreye girmektedir. Bu etkenler genel hatlarıyla aşağıdaki Tablo 7' de

oluşturulmuştur.

Tablo 7: Kapasite Analizinin Bileşenleri (KGM, 2019)

Yol Koşulları	Şerit sayısı, Yolun Türü ve çevresel gelişimi, Şerit Genişliği, Banket Genişliği ve Yanal Açıklıklar Proje Hızı, Yatay ve düşey kurplar
Trafik Koşulları	Ağır taşıtların varlığı Yol kullanıcısı araç özellikleri Zamansal trafik dağılımı
Yönel Dağılım	Her bir yöndeki trafik miktarı
Kontrol Koşulları	Trafik ışıkları Yatay ve düşey işaretlemeler Dönüş kısıtlamaları Park kısıtlamaları
Hizmet Seviyesi	Seyahat zamanı Proje hızı Manevra serbestliği Konfor

İleriye yönelik sürdürülebilir ulaştırma planlaması, nasıl bir gelecek istendiğine göre kurgulanmalıdır. Trafik mühendisliği ve planlaması konularında uzman İngiliz Stephen Plowden 1972 yılında yayımladığı Trafik Karşı Şehirler (Towns against Traffic) kitabında da belirttiği gibi trafik talebinin tümünün karşılanması gerektiği yönündeki geleneksel yaklaşım sadece sürücülerin otomobil talebini tetiklemektedir.



Şekil 2 (a): Yeni kapasite sunumu trafik hacminin artması

Şekil 2 (b): Boğaziçi ve Fatih Sultan ve Mehmet köprüleri örneği

Her yeni bir karayolu kapasitesi alternatifinin hayata geçirilip sunulmasının ardından, hızla tüketilmesi ile birlikte tıkanıklık meydana gelinceye kadar trafik hacmi Şekil 2 (a)'daki gibi üst üste katlanarak büyümeye devam eder, sonra büyüme oranı azalır ve bir süre sonra yatay hale gelerek dengeye gelir [14]. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi, karayolu trafik hacminin tamamlanması ile oluşan tıkanıklığın yeni kapasite istemlerini gündeme getirmesi, kendini tekrarlar nitelikte bir kısır döngü sürecine girildiğinin göstergesidir. Bu gerçek, Şekil 2 (b)'de görüldüğü üzere, birinci ve ikinci Boğaz geçişlerinde İstanbul'da yaşanmıştır. Daha sonra yeni karayolu projeleriyle sağlanan İstanbul Boğaz geçişlerinin de deneyimlenenden farklı sonuçlar doğurması beklenmemelidir. Her yeni alternatif güzergahın kendi yerleşim trafiğini yaratacak olması kaçınılmazdır.

Günümüzde ulaştırma planlamasının alışlagelmiş (geleneksel) yaklaşımı, yerini mevcut yapıların onarılması ile birlikte sürdürülebilir ulaştırma planlaması politikalarına bırakmaktadır. Tablo 8' de alışlagelmiş ve sürdürülebilir ulaştırma planlaması yaklaşımları ana hatlarıyla karşılaştırılmıştır [15].

Tablo 8: Alışlagelmiş ve Sürdürülebilir Ulaştırma Planlamasının karşılaştırılması

Alışlagelmiş (Geleneksel) Ulaştırma	Sürdürülebilir Ulaştırma
Hareketlilik ve nicelik üzerinde durulur (daha çok, daha hızlı)	Erişilebilirlik ve nitelik üzerinde durulur (daha yakın, daha iyi)
Bir tür üzerinde durulur (tek türülük, otomobilleşme)	Çoğulluk üzerinde durulur (çok türülük)
Türler arasında iyi bağlantılar pek yoktur.	Türler arası bağlantılar öne çıkar (türler arası aktarma)
Eğilimleri dikkate alır.	Zararlı eğilimleri durdurup, tersine çevirme yaklaşımını benimser.
Planlar ve inşaatlar beklenen talep tahminlerine dayanır (öngör ve altyapı inşaat)	Tercih edilen gelecekteki planlama ve altyapı sunumuna tersten yönelir (danış ve karar ver)
Yolculuk talebine karşılık yolları genişletir.	Ulaştırma veya hareketlilik talebini yönetir.
Sosyal ve çevresel maliyetlerin çoğunu göz ardı eder.	Tüm maliyetleri planlama ve altyapı sunumuna dahil eder.
Ulaştırma planlaması çoğunlukla yalıtılmış olup, çevresel, sosyal ve diğer planlama alanlarından kopuktur.	Ulaştırmayı diğer ilgili alanlarla birlikte ele alan bütünleşik planlama vurgulanır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde yeni ulaştırma planlaması benimsenerek, uygulamaya geçilmiştir. Bir kenti onarmanın ve yenilemenin en radikal biçimi, bir kentiçi otoyolunu tamamen yıkmaktır. Buna bir örnek, kentin tam ortasında günde 168.000 taşıtın üzerinden geçiş yaptığı 5,8 km uzunluğundaki dört şeritli Cheonggye otoyolu ve altındaki karayolu yıkılması ve Cheonggyecheon Irmağının yeniden canlandırılması projesidir.

3 OTOYOLLARIN TANINMASI ve YİD TANIMI ÇERÇEVESİNDE GELİŞİMİ

Otoyollar, %4'den az boyuna meyillere, 750m'den büyük kurplara, 120km/saat proje hızına sahip yüksek standartlı yollardır. Bazı eski otoyollar hariç, hepsi 3,75 m genişliğinde olan en az 6 şeride sahiptir. Bütün kavşakları köprülü, kırmızı ışığı olmayan güvenli, hızlı, konforlu ve ekonomik yollardır. Bu özelliklerle kullanıcılar için çok cazip olan otoyollar kamu tarafından da benimsenmiş ve hükümetleri yeni otoyollar yapımına yöneltmiştir. Fakat, şehirlerarası otoyollarda trafik artışında istenilen büyük sayılara erişmek kısa zamanda mümkün olmamaktadır. Bu husus otoyol yapımında karar verirken zayıf nokta olmaktadır. Aslında, planlamanın olağan gelecek kursusu içinde, bugünün gereksinimleri geçmişteki gelecek öngörülerinde tanımlanmış olmalıdır [16].

Yap-İşlet-Devret Modeli ile yaptırılan işlerde yüklenicinin üstlendiği yatırım masraflarının yanında aynı zamanda işletme döneminde kar etmesinin mümkün olmamasından kaynaklı bu tür projelere yatırımcıların ilgi göstermeyecekleri bir gerçektir. Bu nedenle, 26/04/2011 tarihinde YİD kapsamındaki Usul ve Esaslarda yapılan düzenlemeler ile işletme aşamasındaki riskleri azaltma adına, kamu tarafı girişimciye bazı yasal imtiyazlarla birlikte hazine (asgari gelir, kur riski, yurt dışına döviz transferi, enflasyon, riski vb.) ve araç geçiş garantileri sağlayan finanslama modelinin yolu açılmıştır. Bu tür projeler için yatırım kararları alınırken, tüm toplumu etkileyen bu süreçlerin yatırım kararları alınırken kalkınmaya etkisi, hizmetin kalitesi, standardı, düzenliliği, sürdürülebilirliği konusuna ilişkin faktörlerin olumlu ve olumsuz yönleri iyi analiz edilmelidir.

Trafiğin artış trendinin yavaş veya hızlı olması çok önemlidir. Örneğin Trakya 'da trafik artışı hızlı olmadığı için yapılmış 2x3 şeritli paralı otoyolda yatırımı karşılayacak, faydayı yaratacak taşıt sayısına erişmek uzun senelere ihtiyaç vardır. Az trafik yükü olan bir yol güzergahındaki otoyol işletmesinin işletme maliyeti, bilhassa ücret toplama maliyeti yüksek olacaktır. Örneğin; Edirne hududunda Avrupa'ya bağlantımızın bir otoyolla yapılması prestij yatırımı olarak istenebilir ancak 2 şeritli 15.000 YOGT taşıt geçiren bir yolun yanında 2x3 şeritli 100.000-120.000 YOGT kapasiteli paralı bir yol yapılması uygun geçiş ücreti ve kredi koşullarında bile mali bakımdan yapılabilir bir proje olmayacaktır (Şekil 3).



Şekil 3: Otoyollar trafik Hacim Haritası, (KGM, 2019)

Buradan da anlaşılacağı gibi döviz kuru ile birlikte hazine garantili yöntemle yürütülen Yüksek bütçeli yatırımlara sahip YİD modeli ile yapılan Otoyol Projeleri, Günlük Garanti Edilen Araç Geçiş Sayısına ulaşmadığı takdirde Kullanım faydası karşılığının ödenmesi şartının ötesinde kamuyu hazine garantisi adı altında zorlayacaktır.

Otoyollarda ücret seviyesinin tespiti şartları da planlamayı etkilemektedir. Otoyollarda ücret seviyesinin tespiti şartları da planlamayı etkilemektedir. Projeleri büyütürken, finansman sözleşmesinin süresini de uzatılmıyorsa kullanıcının ödeyemeyeceği ücretlerle karşılaşılması kaçınılmazdır. Büyük projelerin bir olumsuz yanı da budur.

Otoyol işletmelerindeki ulaşım taleplerinin geçiş ücretine bağlı olarak nasıl değiştiği bilinmemektedir. Bu nedenle mali değerlendirmede, otomobil yolcularının otoyolu kullanmakla kazanacakları zamanın ekonomik değerine eşit bir geçiş ücretini ödemeye hazır olacaklarının kabul edileceği öngörüsü risk içermektedir.

Fiyatlandırılan yollardaki geçiş bedellerinin tahsil maliyeti “Kullanılan faydası karşılığını ödemesi şartı” sebebiyle yeni otoyollar kullanılmakta fakat trafik güvenliği,

zaman, konfor olmasına rağmen araç sahipleri bazen otoyol ücretinden fazla kayba uğrasa da alıştığı eski güzergahı takip etmektedirler. Otoyol paralı olmasa bütün doğru trafik direk otoyolu kullanmaya başlayacaktır. Yol yapımının esas amacı, trafik yükünü alarak kamu yararına uygun ülke ekonomisi açısından da yararlı olmasıdır. Nitekim Almanya, İngiltere’de, Amerika’da genelde ücretsiz olduğu için bütün otoyollar, işletmeye alınır alınmaz kısa sürede yoğun trafik yükünü taşıyor hale gelmektedir [17].

Özetle; Otoyol Projeleri esas amacına hizmet edecekse, Yüksek ücret az taşıt, düşük ücret çok taşıt neticede gelirlerin azamiye çıkarılmasını sağlamakta önemli olacaktır. İyi bir ücret politikası ile yüksek trafik sağlanır, vasıflı otoyollar uygun ücretle taşınması gereken trafik yükünü almış olur, hem yatırımın karşılığını verir, hem ülke ekonomisine yarar sağlar hem de otoyollar ağının tespiti ve yapımının planlanmasını kolaylaştırır.

Ayrıca, kent nüfusunda yaşanan artışla birlikte kent sınırları içerisinde geçen karayollarının daha verimli kullanılması adına farklı ulaştırma modlarıyla planlı bir şekilde uyumlu hale getirilmesi, bu yönde yapılacak yatırımların finansmanını olumlu yönde etkileyecektir.

4 MALİYET

Ulaştırma Projelerinin Yapılabilirliğinin Tespiti, projenin kamusal faydaları ile yatırım maliyetlerinin karşılaştırılma analizi sonucunda karar verilir. Bu da, üstlenilen projenin topluma sağlayacağı doğrudan ve dolaylı faydaların parasal karşılıklarının belirlenmesiyle mümkün olacaktır.

Ülkemizde karayolu projeleri ekonomik analizlerinde kullanılan fayda ve maliyetler şu şekildedir:

- Faydalar; Kaza Maliyetleri (KM), Taşıt İşletme Maliyetleri (TİM), Zaman Değeri (ZD)
- Maliyetler; Yapım Maliyetleri (YM), Bakım ve İşletme Maliyetleri (BİM) şeklindedir (KGM, 2013).

Tüm fayda ve maliyetlerin eksiksiz bir şekilde belirlenmesi sonrasında projenin ekonomik analiz ölçütleri ile değerlendirme aşamasına geçilmektedir. Ülkemizde özellikle de karayolu projelerinin değerlendirmesinde yaygın olarak Net Şimdiki Değer (NŞD), İç karlılık Oranı (İKO) ve Fayda Maliyet Analizi (FMA) ekonomik analiz ölçütleri olarak kullanılmaktadır [18].

Günümüzde karayollarında yapım, bakım ve işletme hizmetleri özel sektöre yaptırılmaya başlanmıştır. Karayolları altyapı hizmetlerinin kamu sektöründen özel sektöre aktarılması ile yeni bir finansman kaynağı yaratılırken bütçe üzerindeki yükü ve negatif dışsallıkların azaltılması amaçlanmaktadır [19].

4.1 Yapım Maliyetleri

Karayolunun yapım maliyetleri hesaplanırken; planlanan projelerin özellikleri, amacı, projelendirilen arazinin yapısı, yolun ve projeden etkilenen sanat yapılarının yapım yeri ve buna bağlı olarak kamulaştırma maliyetleri, viyadük, köprü ve tünel sayısı gibi etkenlerin yanı sıra yapım sürecindeki ekonomik etkiler ile döviz kuruna bağlı olarak da değişmektedir [20]. Yüksek hızlara rağmen güvenli seyahat imkânı sunmak ve yakıt tüketimini minimize etmek amacıyla otoyolların viraj ve eğim standartları özellikle devlet yollarına kıyasla çok yüksektir. Bu nedenle otoyollarda coğrafi şartların zor olduğu yerlerde çok sayıda viyadük ve tünel bulunur ve kilometre başına düşen maliyet diğer yollara göre daha yüksektir.

Özelleştirme İdaresi Başkanlığının (ÖİB) ile Türkiye Sınai Kalkınma Bankası [TSKB], 2012: 5–6'dan derlenen rakamlarda ortalama 1 km otoyol yapım maliyeti Tablo 9' da görüleceği üzere yaklaşık 8,47 milyon \$'dır [21].

Tablo 9: Özelleştirme Kapsamındaki Otoyol ve Köprülerin Yapım Maliyetleri (Km/\$)

Özelleştirmeye Konu Olan Otoyollar ve Köprüler	Açılış Tarihi	Uzunluk	Tünel (Adet)	Viyadük (Adet)	Toplam Yapım Maliyeti (Milyon)	Km Başına Yapım Maliyeti (Milyon)
Edirne – İstanbul – Ankara Otoyolu						
O-3 Edirne – İstanbul Otoyolu	1987-1997	277	-	20	2.000	7,22
O-4 İstanbul – Ankara Otoyolu	1990-2007	445	6	38	4.000	8,99
O-20 Ankara Çevre Otoyolu	1993-1998	114	-	1	888	7,79
Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve Çevre Otoyolu						
O-20 İstanbul–FSM Köprüsü– Anadolu Otoyolu	1988	35	1	7	391,5	11,19
Boğaziçi Köprüsü						
O-1 Boğaziçi Köprüsü K-9, Barbaros Kavşağı – K12 Altunizade Kavşağı	1973	6	-	2	44,5	7,42
İzmir – Çeşme Otoyolu						
O-32 İzmir–Urla–Çeşme Otoyolu	1993-1996	89	-	2	607	6,82
İzmir – Aydın Otoyolu						
O-31 İzmir – Aydın Otoyolu	1996-2004	112	1	3	1.391	12,42
O-30 İzmir Çevre Otoyolu	1993-2006	61	2	6	460	7,54
Pozantı – Tarsus – Mersin Otoyolu						
Pozantı–Tarsus–Mersin Otoyolu	1981-2006	836	15	54	5.750	6,88
Özelleştirmeye Konu Olan Otoyol ve Köprülerin Km Başına Ortalama Yapım Maliyeti (Km/Dolar)						8,47

Kaynak: ÖİB (2009) ve Türkiye Sınai Kalkınma Bankası [TSKB], 2012: 5–6. Değerler ABD doları cinsinden olup yapım yılları itibariyle dikkate alınmıştır.

Bir karayolu kesiminin maliyetlerini değerlendirirken ilk bakılması gereken karayolunun geçtiği arazinin topoğrafik ve jeolojik yapısı, yolun 2x2, 2x3 ya da 2x4 şeritli olarak projelendirilmesi ile proje maliyetinin büyük kısmını içeren yapım maliyetleri alt kalemleri detayında belirtilen etmenlere bağlı olarak değişmektedir.

Yapım maliyetlerini oluşturan iş kalemleri;

- Sanat Yapıları
- Viyadük
- Köprü
- Üstgeçit
- Altgeçit
- Menfez
- Tünel
- İstinat Duvarı
- Yaya Kaldırımı
- Kaplamalar
- Üstyapı
- Beton ve bitümlü sıcak kaplamalar (Aşınma)
- Temel ve alt temel katmanları
- Düşey trafik işaretlemeleri
- Trafik levhaları
- Kamera sistemleri
- Yatay trafik işaretlemeleri
- Yol çizgi işaretlemeleri
- Sinyalizasyon
- Işıklandırma
- Kamulaştırma
- Otoyol üzerinde A, B, C ve D tipi olarak standardize edilmiş hizmet tesisleri;

a. A tipi: Park alanı, motel, akaryakıt istasyonu, yedek parça satışı, araç bakım yeri, araç yıkama yeri, dinlenme, yiyecek ve içecek satışı

b. B tipi: Park alanı, akaryakıt istasyonu, yedek parça satışı, araç bakım yeri, araç yıkama yeri, dinlenme, yiyecek ve içecek satışı

c. C tipi: Park alanı, akaryakıt istasyonu, yedek parça satışı, dinlenme, yiyecek ve içecek satışı

d. D tipi: Park alanı, dinlenme ve yemek yeme imkânı şeklinde sıralanmaktadır.

4.2 Bakım, İşletme Maliyetleri

Yapımı tamamlanıp işletmeye açılan bir kesimde işletme sırasında meydana gelen maliyetler de bulunmaktadır. Bunlar da bakım – işletme maliyeti adı altında toplanmaktadır.

Bakım-işletme maliyetleri de şu alt başlıklar altında incelenmektedir (KGM, 2019).

- Kaplama Bakım Onarım Maliyetleri
- Yarma– Dolgu Yapılması
- Temele–Alttemel onarımı yapılması
- Yaya Kaldırımı Onarımı
- Sinyalizasyon Elektrik Sarfıyatı Maliyeti
- Peyzaj Bakım Maliyetleri
- Yatay ve Düşey Trafik İşaretleme Bakım – Onarım Maliyetleri

4.3 Ücret Toplama Maliyetleri

Ücret toplama ise, fiyatlandırılan yollardaki geçiş bedellerinin tahsil maliyetini ifade etmektedir. 14 Mayıs 2012 tarih ve 28292 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Karayolları Genel Müdürlüğünün Sorumluluğu Altında Bulunan Otoyollar İle Erişme Kontrolünün Uygulandığı Karayollarında Geçiş Ücretlerinin Belirlenmesi ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmeliğe göre ‘otoyollar ile erişme kontrolünün uygulandığı karayollarının geçişi ücretli olacak kesimleri Genel Müdürün teklifi üzerine, Bakan tarafından belirlenir’. ‘Karayollarının geçiş ücretleri ile bu ücretlerin yeniden belirlenmesi; ücretlendirilen karayolunun mesafesi, trafik yoğunluğu, aracın cinsi, sosyal ve ekonomik faktörler dikkate alınarak hesaplanır ve Genel Müdürün teklifi üzerine Bakan onayı ile yürürlüğe girer. Her yılbaşında yıllık ÜFE değerleri ile fiyat artışı yapılır. Hizmet seviyesi; karayolu kesiminden geçen Yıllık Ortalama Günlük Trafiğin (YOGT) 12 (on iki) saate bölünmesi ile elde edilen binek araç sayısının belirtilen sınırlamalar dahilinde sınıflandırılması sonucunda belirlenir. Fiyatlandırma çalışmalarında ücret belirlenirken başta yapım, bakım ve işletme maliyetleri olmak üzere birçok faktör etkili olmaktadır. Bunların başında köprü, tünel, viyadük sayısı, kamulaştırma bedelleri, sanat yapıları ve otoyol uzunluğu yer almaktadır [22].

Fiyatlandırma uygulamalarında çeşitli muafiyetler söz konusudur. Karayolunun bakım ve işletmesinden, trafik denetimi ve asayişten sorumlu birimlerin görev araçları ile itfaiye, ambulans, sivil savunma araçları ve diğer görevli araçlar muafiyet kapsamındadır [23].

5 PROJE MALİYET TAHMİNİ

Proje başlamadan önce, projede gerçekleşecek faaliyetler için kullanılacak kaynakların yaklaşık maliyetlerinin tahmin edilmesi sürecine maliyet tahmin süreci denir. Proje maliyetlerinin tahmin edilmesi, proje maliyet yönetiminin en kilit konusudur [24].

Proje maliyeti tahmini yapılırken göz önünde bulundurulması gereken birçok maliyet faktörü vardır. Akintoye (2000), proje maliyetlerinin tahminine en çok etki eden faktörleri şu şekilde sıralamıştır:

- Projenin büyüklüğü,
- Projenin karmaşıklığı,
- Yapılabilirlik,
- Proje kısıtları,
- Proje süresi,
- Proje takımının deneyimi,
- Yönetimsel faktörler,
- Piyasa ve ekonomik koşullar,
- Proje maliyeti tahmin süreci ve yaklaşımları.

Yapılacak bu ön çalışmalardaki tahminler ne kadar gerçeğe yakın ortaya konursa proje maliyet tahminleri hesabı da aynı paralel ölçüde gerçeğe yakın olabilecektir. Projeleri başarılı bir şekilde tamamlamak için en uygun maliyet tahmin yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Bu yöntemler, kuruluşun politikalarına, tahminlerin kullanım amacına, tahminin yapılabilmesi için elde edilebilir bilginin türüne, kapasitesine, kalitesine ve miktarına, tahmini yapmada kullanılan hesaplama tekniğine, proje sahibi, proje yöneticisi, sigorta şirketi gibi düzenleyicilerin bakış açılarına ve tecrübelerine, tahminden istenen doğruluk payına bağlı olarak değişebilmektedir [25]. Bir yöntem seçilmesi süreci sonrasında projede gerçekleşecek faaliyetlerin ayrıntıları ile maliyet tahmini yapılır. Otoyol projelerinde yapım işleri ön maliyet hesabında, projenin öngörülebilir başlangıç ve bitiş süresi içinde sınırlandırılarak, işlere ait olası metraj bilgileri, iş kalemlerine ait ilişkili olarak malzeme, işçilik, ekipman birim fiyat tutarlarına gereksinim duyulmaktadır. Proje belgesinde yapılması gereken değişiklikler olur ise belge ihtiyaçlara göre güncellenmesi gerekecektir.

Mal sahibi için yapılan ilk tahmin, mal sahibinin belirlediği ihtiyaç ve istekler çerçevesinde bu iş için ayırdığı veya ayırabileceği finansmanın yeterli olup olmadığının belirlenmesi için yapmaktadır. Yapılan bu ilk tahmin olumlu ise tasarım çalışmaları başlar. Tasarım ekibi (mimar, mühendis ve diğer üyeler) açısından ise maliyet tahmininin önemi, gerçekleştirilecek üretim maliyetinin, başlangıçta mal sahibi ile belirlenen maliyet sınırları içinde kalmasını sağlamak ve bu tahminleri kullanarak mal sahibi ihtiyaçları ile üretim bütçesini dengeleyene kadar tasarımda gerekli değişikliklerin koordinasyonunu sağlamak olmaktadır.

Diğer yandan, girişimci firma proje ile ilgili büyük belirsizlikler içinde (kullanım yoğunluğu, fiyatlama, enflasyon, inşaat maliyetleri, teknik inşaat problemleri gibi) teklif vermek zorunda olduğundan, girişimci firmalar en kötü senaryolara göre hazırlanmış tekliflerini sunma eğilimindedir. Bu sakıncaları hafifletmek için ise, üretilen mal ve hizmetler için devlet tarafından satın alma veya minimum kullanma garantileri veya fiyat garantileri verilmektedir.

Ayrıca, İnşaat projelerinde, proje maliyet, süre tahminlerinin gerçekleşme durumları izlendiğinde, yapılan işlerin maliyeti, süresi ve miktarı hiçbir projenin keşif artışı olmadan ve öngörülen sürede bitirilemediği saptanmıştır. Çoğu zaman projelerde keşif artışı olmasının nedeni, doğru bir maliyet tahmini hazırlamak için projelerin gerçek ihtiyaçlarını belirleyecek yeterli veri, zaman ya da kaynak bulunmamasıdır [26]. Proje değişiklikleri keşif artışlarına ve süre uzatımlarına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, Maliyet tahmininin amacı, sınırlı kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasıyla istenilen performansta maksimum üretkenliğin sağlanabilmesi için gereken maliyetlerin doğru tahmini edilmesi ve kabul edilen maliyet sınırları içerisinde etkin yönetilmesi olmalıdır [27]. Projeler gerçekleri yansıtabilecek şekilde hazırlanıp, etkin bir kontrol mekanizması geliştirmeli, zaman ve giderler gerçekçi bir bütçe ile oluşturulmalı ve iş yığılmalarının boyutu üzerinde değerlendirme yapılarak bu alana yönelik gerekli düzenlemelerin takibi yapılmalıdır.

5.1 Maliyet Tahmin Yöntemleri

Ön maliyet tahmini bir inşaat projesinin fizibilite aşamasında gerçekleştirilen kavramsal bir maliyet tahminidir. Maliyet tahmini yöntemleri, tasarım değişkenleri, yapım

metotları, yapım işlemlerinin zamanlaması ve yapıya ilişkin çeşitli özelliklerin göz önünde bulundurulmasıyla oluşturulmuş yöntemlerdir [28]. Bu yöntemlerin genel kabul görmüş olanları gruplanarak aşağıdaki sunulmuştur [29]:

- **İstatistik-olasılık analizleri:** Birim Yöntem, Hacim Yöntemi, Alan Yöntemi, Kat Kabağı Yöntemi, Nedensel Tahmin Yöntemleri, Regresyon Analizine Dayalı Parametrik Yöntemler, Fonksiyonel Elemanların analizine Dayalı Maliyet Tahmin Yöntemleri, Beklenen Değer Yöntemi, Range(aralık) Yöntemi, Varyasyon İndirgeme Modeli, Simülasyon Yöntemi (Stokastik Modeller), Boyutsuz Büyüklükler ile Maliyet Tahmin Yöntemi, Oran (Faktör) Yöntemi, Maliyet-Kapasite Faktörleri ile Tahmin Yöntemi

- **Benzer projeler ile karşılaştırma:** Erken Maliyet Tahmini, Elemanlara Dayalı Maliyet analizi ile Karşılaştırma Yöntemi, İlk (ön) Tahmin Yöntemi, Döşeme Alanına Dayalı Eleman Modeli, RS Means m² Tahmin Yöntemi, RS Means m² Ticari Bina Modeli Yazılımı, RS Means Konut Modeli Yazılımı, RS Means Birim Maliyet Çarpanı, Toplam Maliyet Çarpanı Yöntemi, vb.

- **Yapay zekâ teknikleri:** Yapay sinir Ağları (YSA) ile Tahmin Yöntemi, Bulanık Mantık Metodu, Genetik Algoritmalar, Uzman sistemler ile Tahmin, Vaka Tabanlı Gerekçeleme.

Uygulamada ve akademik çalışmalarda proje maliyet tahminleri için birçok yöntem geliştirilmiştir. Uygulayıcılar ve akademik çalışmalar, maliyet tahmin yöntemlerini genel itibariyle istatistikî yöntemler ve muhasebe yöntemleri olmak üzere iki gruba ayırmaktadır.

Bu yöntemlerden **istatistikî yöntemler** bilginin işlenmesinde kullanılan çok eski araçlardır. Genellikle bu yöntemler, maliyet tahmini alanında bilginin tanımlanması, analizi ve yorumlanmasında anlamlı ve geçerli tahminlerin geliştirilmesinde etkilidir [30].

En çok kullanılan istatistikî yöntemlerden birisi olan analog hesaplama tekniğı, proje hakkında elde edilebilir geçmiş verilerle benzer projeler ve önerilen projeleri karşılaştırarak proje maliyetlerini tahmin etmede kullanılan ve uzman görüşlerinden ve geçmiş verilerden yararlanan yöntemdir.

Analog maliyet, diğer tekniklerden daha az maliyetlidir. Fakat genellikle diğer tekniklere göre doğruluk oranı daha düşüktür. Bir diğer istatistikî yöntem olan parametrik maliyet hesaplama tekniğı, maliyet, zaman ve kapsam gibi değişkenler için tahmin yapmada geçmiş verileri ve diğer değişkenler arasındaki istatistikî ilişkiyi

kullanılmaktadır. Daha çok projenin kapsamı hakkında çok az verinin bulunduğu proje yaşam döngüsünün erken safhalarında kullanılan bu teknik, model içinde oluşan kapsamlı ve temel bilgileri esas alarak analog hesaplama tekniğine göre daha yüksek doğruluk seviyesine ulaşmaktadır [31]. Bir diğer istatikselsel yöntem olan durum tabanlı çıkarsama, yeni problemlerin çözümünde önceki problemlerin çözümü karşısındaki deneyimlerden yararlanılması anlamına gelmektedir [32].

Muhasebe yöntemleri ise, faaliyete dayalı maliyetleme, hedef maliyetleme ve değer analizi gibi modern muhasebe tekniklerini içeren yöntemlerdir. Muhasebe yöntemlerini istatikselsel yöntemlerden ayıran en önemli kısım, muhasebe yöntemlerinin projenin başlangıç, planlama, uygulama ve değerlendirme safhalarında sırasıyla değer süreçlerine odaklanmalarıdır [33].

Chan ve Park (2005), Singapur'da gerçekleştirilen inşaat projelerine yönelik yaptığı ampirik çalışmada, inşaat maliyetlerinin tahmin edilmesi için istatikselsel bir model geliştirmiştir. İnşaat projelerinin oldukça karmaşık bir yapıya sahip olması ve birçok değişkeni içermesi istatikselsel yöntemlerin maliyet tahmininde daha doğru sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur [34].

Kujala vd. (2014), BT, inşaat, altyapı ve AR-GE sektörlerinde gerçekleştirilen projelerin maliyet tahminine yönelik bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir. Buna göre istatikselsel yöntemlerin, karmaşık projelerde daha gerçek maliyet tahminleri sunduğunu ortaya koymuştur [35].

Raz ve Elnathan (1999), projelerin maliyetlendirilmesinde kullanılması için faaliyete dayalı maliyetleme modeli geliştirmiştir. Bu model ile tüm projelerin yapı taşlarındaki faaliyetlere odaklanması ve projenin çeşitli faaliyet düzeylerine ayrılması gerektiğini ve bu şekilde proje maliyetlerinin faaliyetler üzerinden tahmin edilerek genel proje maliyetinin hesaplanması daha kolay olduğunu ileri sürmektedir [36].

Al-Jibouri (2003), çalışmasında, proje maliyet kontrolünde kullanılan istatikselsel yöntemler ile faaliyete dayalı maliyet yönteminin etkinliklerini araştırmıştır. Yöntemlerin teorik olarak karşılaştırılmasının yapıldığı bu çalışmada farklı durumlar ve farklı sistemler açısından her iki yöntemde farklı avantajları olduğu belirtilmiştir. Kısa süreli projelerde faaliyete dayalı maliyetlemenin diğer yöntemlere göre daha iyi maliyet kontrolü sağladığı ancak uzun süreli projelerde faaliyete dayalı maliyetleme yönteminin, istatikselsel yöntemlere göre daha net ve daha basit kontrol sağladığı belirtilmiştir [37].

6 PROJE YÖNETİMİ TANIMI, TEKNİKLERİ VE SÜREÇLERİ

6.1 Proje

Projeler, belirli şartlar dahilinde ulaşılması öngörülen tanımlanmış hedefleri olan, tanımlanmış başlangıç ve bitiş noktalarına ve sermaye sınırlamalarına sahip, kaynakların (para, işgücü, ekipman gibi) tüketildiği zincirleme faaliyetler ve görevler bütünü olarak düşünülebilir [38]. Bir açıdan proje; emek, sermaye, zaman, bilgi kaynaklarının kullanılmasıyla ortaya çıkan ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürün veya hizmet olarak da tanımlanabilir.

Proje; başlangıç ve bitiş süresi olan, amacı, kapsamı belli olan varılacak hedefi kendine özgü tek seferlik olarak gerçekleştirilen faaliyet olarak tanımlanır.

Faaliyetin proje olarak tanımlanması için;

- Maliyet, süre, performans hedefleri,
- Bulunduğu yere ait olması,
- Başlangıç ve bitişinin belli olması,
- Benzerinin olmaması özelliklerinin olması gerekmektedir.

Genel anlamda proje, probleme özel olmak üzere bir defaya mahsus hedeflenen beklentinin karşılanması için belirli bir zaman içerisinde kaynakların etkin kullanılması ile istenilen kalite de sonuca varılmasını içeren işlemlerdir. Her projenin süresi, konusu, kapsamı birbirinden farklılık gösterebilir.

6.2 Proje Yönetimi

Proje yönetimi; proje sonuçlarının istenilen başarıya ulaşma ihtimalini sağlamak için organizasyonlar içerisindeki farklı disiplinlerin bir araya getirilmesi, projenin kendine özgü süre kısıtlamaları dahilinde projenin kapsam, kaynak kapasitesi ve maliyetine uygun bir şekilde yönetilmesi işidir [39].

Proje yönetiminin amacı doğrultusunda;

- Proje kapsamında yapılacak olan iş tanımlanır.
- Projenin gerçekleşmesi için gerekli olacak zaman, kaynak ve maliyet öngörülür, planlanır, izlenir ve kontrol edilir.
- Diğer birimler arasında bağlantılı yönetim şeklinin oluşturulması için ara yüzler tanımlanır.
- Belirlenen hedeflerden sapıldığı durumda, önlemlerin önceden alınması sağlanmış olur.

Projelerin başlangıç ve bitiş hedefleri aralığında tüm detaylarının ortaya konması, faaliyetlerin hangi sırayla ve ne zaman gerçekleşeceklerinin planlanması, proje zamanının etkin bir şekilde kullanılması kaliteliyi etkileyen bir faktör olarak projenin daha kontrollü maliyet hesaplarında bitirilmesini sağlayacaktır. Her proje kendine özgü özellikleri ile yönetilmelidir.

Günümüzde rekabet ortamının etkisi ve projelerin karmaşık hale gelmesinin yanı sıra inşaat firmalarının daha az insan gücüyle koordineli bir yapı içinde faaliyetlerini daha organize sürdürme çabaları ortaya çıkmıştır. Projelerdeki karşılaşılan sorunlar, firmalardaki olağan hiyerarşik yapılarıyla çözülemediğinden, verimliliği etkilememesi için kontrollü bir planlama ile yönetilebilir olması açısından proje teknikleri kullanılmaktadır.

Özellikle büyük ölçekli ve ileri teknik bilgi gerektiren projelerde süre, maliyet ve kalite başarısı açısından belirsizlikler yumağında riskler söz konusu olmaktadır. Projelerin gerçekleştirilmesi sürecindeki tüm sorunlara rağmen belirlenen bitiş hedeflerinin gerçekleştirilmesini sağlamaya yönelik yapılan çabaların tümü proje yönetiminin kapsamı içindedir [40].

Tüm bu tanımlardan da varılan sonuç, projeler zaman harcanmasını ve kaynak kullanımını gerektiren aktivitelerden oluşur. Bu aktiviteler birbirinden bağımsız düşünülemez. Aktivitelerin proje süresince hangi kısımlarda nasıl ve ne zaman olacağı projeden projeye göre farklılık gösterebilir. Proje yönetimi, sürecin tasarımını, organize edilmesini, aktivitelerin kontrolünü ve yönlendirilmesini kapsar.

6.3 Proje Yönetimi Tarihi

Bazı otoritelere göre; Piramitler ve Çin Seddi, bilinen en eski proje yönetimi uygulamalarıdır [41]. Fakat “proje yönetiminin” ve “profesyonel proje yönetimi kuruluşlarının” geçmişi incelendiğinde görülmektedir ki, modern proje yönetiminin köklerinin daha yakın bir geçmişe, 1950’li yıllara dayandığı konusunda ortak kabul vardır. Proje yönetiminin ortaya çıktığı yıllar olan 1950’lerde; ilk defa bir birey proje yöneticisi olarak tanınmış ve bu bireye projenin hedeflerini gerçekleştirme sorumluluğu verilmiştir. Yine ilk defa 1950’li yıllarda proje süre yönetimi ile ilişkili olarak proje yönetimi yaklaşımının temel araçları olan ağ diyagram teknikleri geliştirilmiştir.

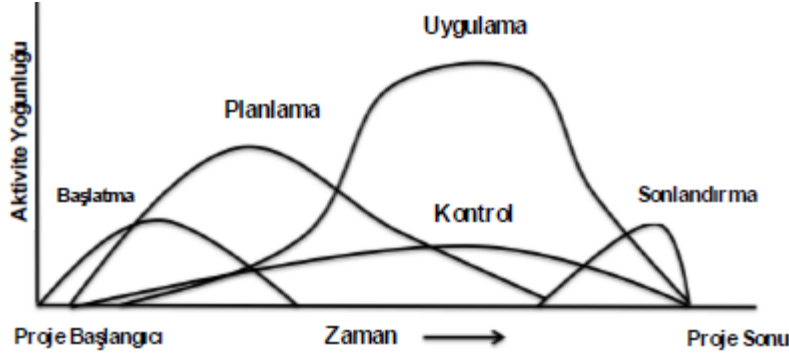
20. yy başlarında proje yönetimi ile ilgili ilk bilimsel çalışmayı Frederick Taylor yapmıştır. Taylor yönetim tekniklerinin bilimsel olarak analiz edilebileceğini kanıtlayarak yönetim anlayışında yeni bir sayfa açmıştır. Henry L. Gantt proje yönetimi anlayışının diğer öncüsüdür. Günümüzde yaygın olarak kullanılan izleme ve değerlendirme yöntemlerinden PERT ve CPM 'in temelini oluşturan Gantt şemalarını geliştirmiştir [42] .

1960’lı yıllarda Proje kaynak planlaması teknikleri geliştirilerek maliyet ve süre yönetimi beraber kullanılmaya başlandı. 1970’li yıllarda Sürekli olarak geliştirilen proje yönetim sisteminin eksiklerini çözmek amacıyla Work Breakdown Structure - İş Kırılım Yapısı (WBS), Organization Breakdown Structure - Organizasyon Dağılımı Yapısı (OBS), Sorumluluk Matrisleri ve Earned Value Method - Kazanılan Değer Yöntemleri (EVM) geliştirilmiştir. Ayrıca bu dönemde, proje yönetim anlayışının gelişmesi amacıyla kurulan Project Management Institute - Proje Yönetimi Enstitüsü (PMI) ve International Project Management Association - Uluslararası Proje Yönetimi Derneği (IPMA) 'nin çalışmaları ile proje yönetimi bağımsız bir meslek olarak kabul görmüştür.

1986 yılında yayınlanan PMBOK'ta süre ve maliyet yönetimi tekniklerinin yanına proje kapsam, kalite, risk, insan kaynakları, iletişim, sözleşme/tedarik teknikleri eklenmiş ve proje yönetiminin bilgi alanları genişletilmiştir. Bununla beraber, yaklaşık 25 yıldır bir projeyi başarılı olarak yönetmenin temel mantığında bir değişiklik olmamıştır. Bir projeyi başarılı olarak yönetmenin mantığını anlamak için projenin ne olduğunun, net olarak kavranması gerekmektedir [43].

6.4 Proje Yönetim Evreleri

Proje yönetimi, projelerin amaçlarına ulaşması için proje faaliyetlerinin planlanması, programlanması ve kontrol edilmesidir [44]. Komple bir yapıda olan projelerin, belli sınırlar içerisinde bitirilmesi için yönetim süreci evrelere ayrılarak incelenir (Şekil 4).



Şekil 4: Proje yönetim evreleri arasındaki zamansa ilişki (The PMI Standards Committee, 1996, Çoşkun, Ekmekçi, 2012)

Proje yönetimi birbirleri ile etkileşim halinde, birbirini tamamlayan beş ayrı evreden oluşur. Bu evreler sırasıyla şöyledir:

Başlatma Evresi: Gerekli fizibilite etütlerinin ve değerlendirmelerin neticesinde yapılacak faaliyetlerin ileriye yönelik izlenecek proje stratejilerinin belirlendiği evredir. Fizibilite etütleri, projenin organizasyon şekli, kaynak ihtiyacı ve proje maliyeti üzerinedir. Bu çerçevede detaylı iş programları, kontrol sistemleri, kalite güvence prosedürleri geliştirilir.

Planlama Evresi: Planlama evresinde, haberleşme mekanizmalarıyla kişilerin projeyi anlaması sağlanır ve işin nasıl organize edileceği ile belirlenen hedeflere nasıl ulaşılacağı belirlenir [45]. Projede ne yapılmak istendiği, ne zaman, nerede, kim ve nasıl gibi sorulara net cevaplar verilir. Kısacası, uygulamaya başlamadan önce projenin tam olarak tanımlanmasının yapıldığı ve uygulamaya geçme kararının verildiği evredir [46].

Uygulama Evresi: Projenin yapım sürecine geçildiği yani planlama evresinin uygulanmaya başlandığı evredir. Planlanan işler bilgi ve becerilere göre takımlar oluşturularak gerçekleştirilebilir.

İzleme Kontrol Evresi: Uygulama sürecinin izlenebilirlik kıstasları içerisinde takibi ve kontrolünün yapıldığı evredir. Plana göre meydana gelen maliyet, zaman sapmalarının etkisinin kalite kriterleri ile birlikte analiz edilerek, proje revize planlaması yapılarak, uygulamaya konulur.

Sonlandırma Evresi: Projenin tamamlandığı, işveren ve taşeron firmaların aralarındaki sözleşmeleri sonlandırılarak, hesapların kapatıldığı evredir. Projenin genel değerlendirilmesi adı altında süreçteki başarısı ölçülür. Proje süreci boyunca ortaya çıkan tüm veriler arşivlenerek, başka bir projede kullanılabilir.

6.5 Proje Yönetim Teknikleri

Proje yönetim teknikleri projenin planlama sürecinde sisteme dahil olur ve projenin sonlanmasına kadar var olur. Proje yönetim teknikleri projenin akışını şematik olarak tanımlar. Yönetim teknikleri projede planlanan ve gerçekleştirilen sonuçları ortaya koyar. Sapmaları belirler. Proje yönetim teknikleri, projenin başarılı olabilmesi, başka bir ifadeyle projenin en kısa sürede ve en az maliyetle ve istenilen kalitede oluşması için gerekli faaliyetleri ve bu faaliyetlerin birbirleriyle olan önem sırasını gösteren grafiklerden oluşmaktadır [47].

Proje yönetim teknikleri, alt başlıklarda da belirtildiği gibi temelinde zaman esaslı tekniklerdir. Projenin zaman analizinde kullanılan bu tekniklerden elde edilen veriler ise, projenin kaynak ve maliyet analizinde kullanılmaktadır. Proje yönetim teknikleri, projenin akış yapısını zamana bağlı faaliyetlere dayandırarak, projeyi şematik olarak ortaya koyar. Projenin etkin bir şekilde yönetimini sağlar.

6.5.1 Çubuk diyagram tekniği (ganttdiyagramı)

1917 yılında Henry GANTT proje iş sıralamasını oluşturmada kolaylıklar sağlayan ve modern proje yönetim tekniklerinden biri olan GANTT diyagramını geliştirmiştir. Gantt diyagramı basit bir teknik olması açısından karmaşık olmayan küçük ölçekli projelerde kullanılır [48]. İkinci Dünya savaşından sonra firmalar, azalan işgücüne karşılık işlerin daha fazla karmaşıklığı karşısında daha pratik teknik arayışlarına girmişlerdir. Tablo 10'da GANTT Şemalarının Güçlü ve Zayıf yanları verilmektedir.

Tablo 10: GANTT Diyagramı güçlü ve zayıf yanları

GANTT Şemaları		
Kriter	Güçlü Yanları	Zayıf Yanları
Uygulanabilirlik	Kısa süreli faaliyetlerin ölçümünde ortaya çıkan hatalarda küçük olmaktadır.	Faaliyetler arasındaki ilişkileri belirtecek açık yöntemleri yoktur.
Güvenilirlik	Her faaliyet için yalnız tek bir zaman tahmini vardır. Farklı tahminlerin bulunması karmaşıklıktan kaynaklanabilecek hataları önler.	Tahmincinin yargıları değişkendir bu yüzden sıklıkla güvenilir değildir. Büyük projelerde faaliyet sayısı fazla olduğundan, fazla olan bu faaliyetlerdeki küçük güvensizliklerin toplamı verilecek kararlarda da güvensizliğe neden olur.
Uygulama	Yapısı bakımından tüm sistemler arasında karmaşıklığı en alt düzeyde olduğu sistemdir. Kolay ve anlaşılırdır.	Zaman standartlarının mevcut olmadığı ve geliştirilmesi gerektiği işlemleri kontrolünde uygulanması çok zordur.
Simülasyon Yeteneği		Belirgin bir yetkinliği yoktur.
Güncelleme Durumu	Programlarda önemli değişiklikler olmadığı takdirde grafiklerin güncellenmesi de kolay olacaktır. Bilgisayar kullanımını zorunlu kılmayacak basit bir yapıya sahiptir.	Mevcut şemalar güncellenemez. Bu nedenle grafiklerin yeniden çizilmesi gerekebilir.
Esneklik	Kaynak gereksinimlerinin ne miktarda olacağını tahmin etmek için de kullanılabilir.	Bakış açısının sıklıkla değiştiği projelerde birçok grafiğin tamamıyla yeniden hazırlanması gerekebilir.
Maliyet	Diğer tekniklere göre veri toplama ve işleme nispeten ucuzdur. Mevcut grafikler ucuz materyaller kullanılarak oluşturulmuş ve güncellenebilir durumda ise gösterimlerde ucuz olabilir.	Grafikler esnek değildir Program değişiklikleri zaman alıcı ve yüksek maliyetli yeni grafikler gerektirir. Sıklıkla pahalı gösterim araçları kullanılır.

Kaynak; Demirel, 2014

6.5.2 Kritik yörünge tekniği (CPM) ve Proje değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (PERT)

GANTT diyagramının daha gelişmiş şekli olan CPM ve PERT diyagramları, 1956 - 1958 yıllarında geliştirilmiştir [49]. Ağ diyagramı metotların biri olan kritik yörünge metodunun en önemli özelliği zaman-maliyet analizi yapma olanağı sağlamasıdır.

CPM, günümüzde inşaat projelerinde sıkça kullanılmaktadır. CPM tekniği ile gecikmiş olan bir faaliyetin başka bir faaliyet ya da projenin tüm planındaki etkisi ortaya koyulur. CPM planları projeyi kontrol etmeyi ve o sürece kadar gerçekleştirilen iş ile planlanan iş arasında sapma olup olmadığını tespit eder.

CPM' de faaliyetlerin süreleri bilinmektedir. Ancak her projede faaliyetlerin süreleri kesin olarak bilinmeyebilir. Süresi bilinmeyen bir faaliyet kritik yörünge üzerinde değilse ve bulunduğu düğüm noktasında genişleme var ise, CPM ile planlanabilir. Ancak iş programında zorlama, kapasite dengeleme ve maliyet hesabı gibi irdelemeler yapılamaz. Süreleri belli olmayan faaliyetler kritik yörünge üzerinde yer alıyorsa projenin tamamlanma süresini belirlemek imkansızdır. Bu durumlarda faaliyetlerin süre tahminlerinin yapılması PERT tekniği ile çözülmektedir. PERT tekniği ile süre tahminleri hesaplanır.

PERT tekniği büyük kompleks projelerin planlama ve programlama süreçlerinin kontrol edilmesinde kullanılır. Bu yöntemde belirsizlik faktörü ele alınmış, bütün faaliyetlerin süre ve kaynak harcamalarının kesin olarak bilinmediği, olasılıklı tahmin yapılabileceği varsayılmıştır [50].

PERT tekniğinde faaliyet süreleri belli değilse, üç farklı şekilde süre tahmini yapılır.

- **Kötümser Süre (Pessimistic Time):** faaliyetin tamamlanmasını zorlayacak tüm koşulların gerçekleşmesi durumunda faaliyetin tamamlanma süresidir.
- **İyimser Süre (Optimistic Time):** faaliyeti etkileyebilecek tüm durumların gerçekleşmesi için harcanan süredir.
- **En Olası Süre (MostLikely Time):** Normal durumlarda gerçekleşmesi en yüksek ihtimalli süredir [51].

Proje yönetim tekniklerinden CPM ve PERT, faaliyetlerin birbirine bağımlılıkları ve aralarındaki öncelik ilişkilerine göre düzenlenebilir olmasından dolayı özellikle büyük projelerin etkin şekilde yönetilmesinde kolaylık sağlamaktadır. GANTT diyagramı da faaliyetlerin sürelerini iki boyutlu basitleştirilmiş gösterimi ile projenin durumunu özetlemek için kullanılır [52]. GANTT diyagramında zaman çizgisi üzerinde her proje faaliyeti için yatay barlar çizilir. Kolay hazırlanabilen bir metot olmasının yanında, geniş bilgiler ve teknik isteyen kapsamlı projelerde yetersiz kalmaktadır.

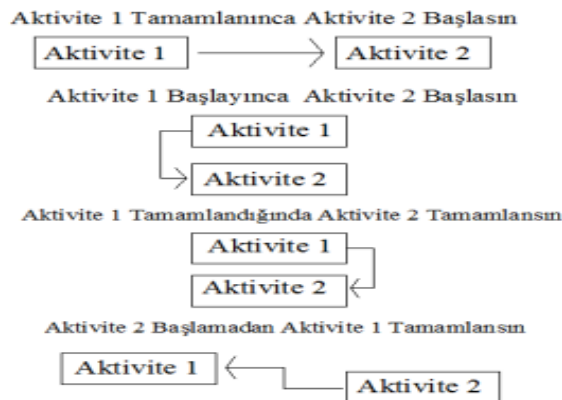
Proje yönetim tekniklerinden CPM ve PERT üç aşamadan oluşur [53].

Planlama Aşaması: Projenin ayrı ayrı faaliyetlere bölünmesiyle başlar. Her faaliyetin süresi tahmin edilir, birbirlerine bağlı olan ve olmayan faaliyetler arasında öncül-ardıl ilişki kurularak ağ diyagramı çizilir. Planlama aşamasının en önemli avantajı, her işin ayrıntıları ile incelenmesini sağlaması ve uygulama aşamasına geçilmeden önce proje için program geliştirmede kullanılabilir olmasıdır.

Programlama Aşaması: Her bir faaliyetin başlama ve bitiş zaman takvimi belirlenir ve faaliyetlerin aralarındaki bağlantı ilişkilerini gösteren zaman diyagramı hazırlanır. Projenin zamanında bitmesi için öncelikli olarak yapılması gereken kritik faaliyetler gösterilir. Ayrıca hangi faaliyetlerin (kritik olmayan faaliyetler) gecikmesine rağmen, projenin bitme zamanına etkisi olmadığı da gösterilmiş olacaktır.

Kontrol Aşaması: İnşaat projelerinde işlerin yürütülmesi sırasında tahmin edilemeyen birçok faktör olduğu için düzenli aralıklarla analiz edilmesi gerekir ve eğer plandan sapmalar varsa da ilerleme raporları güncelleştirilir.

6.5.3 Öncelik şeması tekniği (PDM = precedencediagrammingtechnique)



Şekil 5: Öncelik şeması metodu (Sakar, 2018)

CPM' deki gibi aynı prosedürü uygular. Fakat faaliyetler ve faaliyetler arasındaki ilişki farklı şekilde belirtilir. Kutular faaliyeti tanımlar ve kutular arasındaki ok bağlantıları, faaliyetler arasındaki ilişkiyi tanımlar.

Kutular içinde faaliyetlerin adı ve süresi belirtilir. CPM ve PDM arasındaki fark; CPM de faaliyetler arasında sonraki faaliyetin başlayabilmesi için önceki faaliyetin tamamlanmasını gerektiren mantıksal ilişki, PDM' de faaliyetler arasında bitişten başlangıca, başlangıçtan başlangıca, bitişten bitişe ve başlangıçtan bitişe olmak üzere dört mantıksal ilişki vardır (Şekil 5).

7 BİR OTOYOL PROJESİ YAPIM İŞLERİNİN MALİYET ve ZAMAN AÇISINDAN PROJE YÖNETİM TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Otoyol projelerinde çoğu zaman, yapılmasının planlandığı hazırlık sürecinde, kısıtlı kaynaklar ile yeterli verinin ve zamanın olmadığı, proje ile ilgili büyük belirsizliklerin yumağındaki sınırlar içinde ön maliyet tahmini çalışması yapılmaktadır.

Bu nedenle; Otoyol projelerinde ön maliyet tahmininde en çok kullanılan istatistiksel yöntemlerden birisi olan analog hesaplama tekniği kullanılarak, proje hakkında elde edilebilir geçmiş benzer proje verileri ile önerilen projelerin karşılaştırarak, uzman görüşlerinden yararlanma yöntemiyle yapılmaktadır. Büyük projelerde sonraki aşamalarda proje yönetim süreçlerinin izlenebilir ve maliyetlerin yönetilebilir olması açısından faaliyete dayalı maliyet yöntemi ile desteklenmektedir. Bu yöntem ile eski proje verilerinin yeni verilere çevrilmesi sırasında kullanılan parametreler dikkatli seçilmelidir.


İnşaat sektöründe, proje maliyet ve zaman tahminlerinin bilgisayarlarla yapılması, süreci işleten grubun verimliliğini artırır ve sürenin etkin bir şekilde kullanılması hedefinde çeşitli birçok tahmin yapılabilme olanağı sağlar. Oluşturulan tahmin tabloları bilgisayarlardan kolaylıkla alınır ve ihale şartnameleri hazırlanır. İhale aşamasında bu tahminlerin önemi oldukça fazladır. Tahminlerin tekrar düzenlenmesinin gerektiği durumlarda ise hazırlanan tabloların bilgisayarların veri tabanında saklı olması sayesinde, değişikliklerin kısa sürede yapılabilir olması işleri kolaylaştıracaktır. Ayrıca böyle bir sistem proje, plan, hakediş ve bütçe girdileriyle nakit akış hazırlanması gibi gereksinim duyulacak verilerin de oluşturulmasında kolaylık sağlayacaktır.

Bilgisayar desteği ile maliyetlerin izlenebilir bir sistem içerisinde kurulduğu işletmelerde; proje yöneticileri, düzeltici önlemler alınması gerektiğinde zamanında müdahale edebilme olanağına sahip olmaktadır. İyi bir inşaat projesinin maliyet sisteminde, yapılacak işler sınıflarına göre alt birimlere ayrılmakta, maliyet hesapları sırasında bu ayrıntılara dikkat edilmesi şartıyla sistemden elde edilen bilgiler işletme bölümlerinin başarısının ölçülmesini sağlayacaktır [54].

Bu vaka çalışmasında Tablo 11’ de genel bilgileri verilen bir otoyol projesinin yapım inşaatı sürecinin maliyet ve zaman açısından proje yönetim evrelerinin izlenebilirlik kurgusu içinde analizi yapılmıştır.

Tablo 11: Vakaya konu olan Bir Otoyol Projesinin Genel bilgileri

Projenin Adı	45 Km’lik Otoyol Projesi Vaka Örneği
Yüklenici Firma	X Firması
Proje Yatırım Bedeli	6.595.959.535,87 TL
Proje Başlangıç Tarihi	01.09.2016
Proje Bitiş Tarihi	25.12.2020

Proje Standartları					
Ana gövdede proje hızı	:	120 km/saat			
Bağlantı yollarında proje hızı	:	100 km/saat			
Şerit sayısı	:	2x4 şeritli Anayol			
		2x3 şeritli Bağlantı yolları			
Şerit genişlikleri	:	4x3,75 m			
İç Dış Banket genişliği	:	1,00 m			
Dış Banket genişliği	:	3,00 m			
Platform Genişliği	:	43,00 m			
Maksimum boyuna eğim	:	%4			
Maksimum dever	:	%6			
Yapı	Sayı	Uzunluk	Yapı	Sayı	Uzunluk
Viyadük (x2)	5 adet	8000m	Altgeçit	11 adet	1000m
Köprü	10 adet	1000m	Menfez	110 adet	10000m
Üstgeçit	21 adet	2000m	Tünel (x2)	5 adet	20000m
Üstyapı Tabaka Kalınlıkları					
			<p>8 cm Aşınma</p> <p>13 cm Binder</p> <p>13 cm Bitümlü Temel</p> <p>20 cm Plentmiks Temel</p> <p>20 cm Plentmiks Alt Temel</p>		

7.1 Projenin Maliyet ve Zaman Açısından Yönetim Evreleri

X yüklenici firması tarafından yapılması kurgulanan projenin yönetim evreleri boyunca yapılması gereken aktiviteleri aşağıda özetlenmiştir.

7.1.1 Başlangıç Evresi

YİD Projelerinde ihale dosyasında belirtilen şartlara uygun olan firmalar, idarenin karar vermiş olduğu güzergah profiline göre, projenin fizibilite etüdünü yaparak kaynaklarını değerlendirirler. Firmalar, fizibilite etütlerinde yapılacak işlerin ön maliyet tahminleri temelinde, projedeki pozların metrajları (iş kalemlerinin miktarı) ile birlikte her pozun birim maliyetini kapsayan keşif bilgilerini ihale dosyasının içeriğinde oluştururlar. Birim maliyetler belirlenirken, Bayındırlık Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, İller Bankası, Devlet Su İşleri ve Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş gibi kurumların çıkarmış olduğu “Birim Fiyat Analizi” kitaplarından yararlanır. Birim maliyet aşağıda belirtilen üç unsurdan oluşmaktadır (EK-1).

$$\text{Birim Maliyet} = \text{Esas Giderler} + \text{Genel Giderler} + \text{Kar}$$

Esas giderler, pozun yapılabilmesi için gerekli olan kaynakların maliyetidir. Genel giderler ise, yönetim masrafları ile danışmanlık ve faiz gibi maliyetlerden oluşmaktadır. Akçalı'nın 2010 yılında belirttiği gibi, Bayındırlık Bakanlığının “Birim Fiyat Analiz” hesaplamalarında genel giderler ile karın toplam yüzdesi % 25 olarak alınır. Proje maliyeti, projenin süresi ve olası miktarlarıyla ilişkili olarak malzeme, işçilik, ekipman ve hesaba dahil edilecek olan diğer unsurların maliyet tahminlerinin toplamından oluşmaktadır [55]. İlgili kurumlarda karşılığı olmayan birim fiyat teklif kalemleri "Proforma Fatura" ile belirlenmektedir.

Buna göre, X firmasının belirlemiş olduğu her pozun birim maliyeti ile metrajı çarpılarak, her pozun başlangıç evresindeki maliyeti bulunur. İhalede teklif edilecek fiyat, öngörülen bütün poz maliyetlerinin toplanması ile bulunur.

Buradan yola çıkarak 45km'lik otoyol projesi kurgusu için alttaki tabloda görüldüğü gibi yapılacak işler gruplanarak temel iş kalemlerinin yapı içindeki maliyetlerinin tahmini ve yüzde dağılımları özeti verilmektedir (Tablo 12).

Tablo 12: Temel iş kalemlerinin yapı içindeki maliyetlerinin tahmini ve yüzde dağılımları özeti

TEMEL İŞ KALEMLERİ MALİYETLERİ VE AĞIRLIKLIL YÜZDE DAĞILIMLARI		
GENEL TOPLAM	100,00%	6.595.959.535,87 TL
İNŞAAT İŞLERİ	96,36%	6.356.090.409,08 TL
İKİNCİL İŞLER ve ÜCRET TOPLAMA İŞLERİ	3,64%	239.869.126,79 TL
TOPRAK İŞLERİ	6,39%	421.809.637,82 TL
TEMEL KAZISI, TAKVİYESİ ve DOLGU İŞLERİ	100,00%	421.809.637,82 TL
BÜYÜK SANAT YAPILARI	14,30%	942.938.486,78 TL
VİYADÜK, KÖPRÜLER ve ÜSTGEÇİTLER	100,00%	942.938.486,78 TL
KÜÇÜK SANAT YAPILARI	3,93%	258.909.729,72 TL
MENFEZ ve ALTGEÇİTLER	81,78%	211.733.754,05 TL
DRENAJ İŞLERİ	18,22%	47.175.975,67 TL
TÜNEL İŞLERİ	67,61%	4.459.307.263,43 TL
KAZI+TAHKİMAT	71,57%	3.191.461.477,90 TL
BETONLAMA	19,85%	885.216.005,53 TL
ÜSTYAPI İŞLERİ (ELEKTRİK-ELEKTROMEKANİK İŞLER)	8,58%	382.629.780,00 TL
ÜSTYAPI İŞLERİ	4,14%	273.125.291,33 TL
PLENTMİKS ALT TEMEL	13,67%	37.325.291,33 TL
PLENTMİKS TEMEL	13,47%	36.800.000,00 TL
BİTÜMLÜ TEMEL	27,09%	74.000.000,00 TL
BİNDER TABAKASI	27,46%	75.000.000,00 TL
AŞINMA TABAKASI	18,31%	50.000.000,00 TL
İKİNCİL İŞLER	1,20%	79.220.000,00 TL
MÜTEFERRİK İŞLER (ETÜT PROJE ve DEPLASMAN İŞLERİ)	76,82%	60.860.000,00 TL
AYDINLATMA	23,18%	18.360.000,00 TL
DİĞER	2,04%	134.709.126,79 TL
DÜŞEY ve YATAY TRAFİK İŞARETLEMELERİ	3,82%	5.142.216,80 TL
OTOKORKULUK-TELÇİT İŞLERİ	58,27%	78.499.837,43 TL
BAKIM İŞLETME MERKEZLERİ ve HİZMET TESİSLERİ	6,68%	9.000.000,00 TL
PEYZAJ İŞLERİ	31,23%	42.067.072,56 TL
ÜCRET TOPLAMA	0,39%	25.940.000,00 TL
AKILLI ULAŞIM ve DİĞER HABERLEŞME SİSTEMLERİ	58,98%	15.300.000,00 TL
ÜCRET TOPLAMA SİSTEMİ	41,02%	10.640.000,00 TL
GENEL TOPLAM	100,00%	6.595.959.535,87 TL

7.1.2 Planlama Evresi

Genelde faaliyetlerin yapılabilirlik süreleri ile işin planlanması ve iş programlarının hazırlanması, merkez ve şantiye yöneticileri tarafından şantiyenin organizasyonu içinde

koordineli bir şekilde yapılması, izlenmesi ve güncelleştirilmesi gerekmektedir. İş yaşamında yatırımların fırsata dönüştürülmesi, zaman, görev ve kaynak planlamalarının hızlı bir şekilde düzenli ve disiplinli çalışmalar sonucunda organize edilmesi ile olabilecektir [56].

Proje planlamasına altyapı oluşturmak için ilk adım proje dizayn belgelerinin gözden geçirilmesi ile proje bileşenlerinin özelliklerinin ortaya konmasıdır. Takiben, şantiye yerleşim planının belirlenmesi ile mobilizasyon aşamasına geçilecektir. Daha sonra proje özelliklerinin ön çalışması yapılarak, işletmenin kendi yapacağı işler ve taşeronlara yaptıracığı işler birbirinden ayrılacaktır. Standartlar dışında, özel bir uygulamanın yapılacağı bir durum varsa projeye etkisinin nasıl olacağı tespit edilir. Yapılacak olan inşaat işlerinin imalat tekniklerine göre ekipmanların seçimleri yapılır. Altyapı oluşturmanın son ve en önemli aşaması işlerin planlama grubu içinde organizasyonu ve taşeronların plan detayları hakkında bilgilendirilmesidir.

Günümüzde, inşaat proje yöneticileri genellikle tercih ettikleri Primavera ve MS Project programları ile faaliyetler temel iş kalemleri başlıklarından detay seviyelere inecek şekilde gerekirse imalat bölgelerine ayrılarak kurgulanan bir planlama sistemini kullanmaktadırlar. Programda yapılan işin cinsine ve yerine göre her faaliyete kaynak kod ataması yapılarak, uygulama sürecinde işlerin daha kolay izlenebilir olması sağlanmaktadır.

Tablo 13: Temel iş kalemlerinin başlama ve bitiş süreleri

Kilometre taşları:			
Toplam Süre			1127 gün
Başlangıç Kilometre taşı:	01.09.2016		0 gün
<i>Mobilizasyon+Projelendirme İşleri</i>	<i>01.09.2016</i>	<i>20.12.2019</i>	<i>862 gün</i>
<i>Toprak İşleri</i>	<i>13.10.2016</i>	<i>10.12.2019</i>	<i>824 gün</i>
<i>Küçük Sanat Yapıları</i>	<i>14.10.2016</i>	<i>10.11.2019</i>	<i>801 gün</i>
<i>Büyük Sanat Yapıları</i>	<i>26.02.2017</i>	<i>22.08.2020</i>	<i>910 gün</i>
<i>Tünel İşleri</i>	<i>24.10.2016</i>	<i>28.10.2020</i>	<i>1048 gün</i>
<i>Üstyapı İşleri</i>	<i>31.07.2017</i>	<i>29.09.2020</i>	<i>827 gün</i>
<i>İkincil İşler</i>	<i>03.10.2016</i>	<i>27.10.2020</i>	<i>1062 gün</i>
<i>Diğer İşler</i>	<i>22.06.2018</i>	<i>28.10.2020</i>	<i>614 gün</i>
<i>Ücret Toplama İşleri</i>	<i>02.10.2018</i>	<i>27.10.2020</i>	<i>541 gün</i>
<i>Testler ve Devreye Alma</i>	<i>23.12.2018</i>	<i>25.12.2020</i>	<i>525 gün</i>
Bitiş Kilometre taşı:		25.12.2020	0 gün

Bu kısımda yol işine ait temel iş kalemlerinin projenin planlanan toplam süresi içinde ne zaman başlayıp ne zaman bitecekleri belirlenmiştir (Tablo 13). Bu tablodan yola çıkarak, Temel iş kalemlerinin alt detaylandırılması yapılarak her faaliyetin kaynak planlaması ile maliyet analizleri yapılır.

7.1.3 Uygulama ve İzleme-Kontrol Evresi

7.1.3.1 Raporlama Sistemi

Raporlama sistemi genelden özele gidecek şekilde master programların hazırlanması ile başlar ve detaylı programların düzenlenmesi ile devam eder [57].

Her bölge için hazırlanan planlama detayında bölgenin projedeki yeri iş programına ait çubuk ve birbirlerine bağlı mantık diyagramları ile projenin genel olarak gelişimi anlaşılır bir şekilde gösterilmiş olur. Ayrıca, yapılan işin benzer işler ve aynı imalat bölgesindeki birbiriyle ilişkili faaliyetler için kaynak dağılımının temel bir kodlama altında sıralanması daha kolay düzenlenebilir olmasını sağlayarak rapor özetleri açısından oldukça faydalı olacaktır.

Değişik bölgelerdeki faaliyetlere ait iş kalemleri ve bunların metrajları, planlanan başlangıç ve bitiş tarihleri, gerçekleşen başlangıç ve bitiş tarihleri, planlanan ve gerçekleşen iş miktarları ile tamamlanma yüzdeleri istenilen periyotlarda raporlamalar yaparak iş akışındaki olağan değişimin izlendiği grafiklerle sunulması düzenli ve sistematik bir ortam oluşturmaktadır.

İnşaat projelerinde işlerin yürütülmesi sırasında tahmin edilemeyen birçok faktör olduğu için düzenli aralıklarla analiz edilmesi gerekir ve eğer plandan sapmalar varsa da ilerleme raporları güncelleştirilir. Rapor son yenileme tarihinde, projenin tamamlanması için kritik hat oluşturan bölgeler varsa bölge bitiş tarihi, bu gecikmeyi yaratan iş kalemi ve etkilediği faaliyetler belirlenir ve üst yönetimin karar vermesi için raporlanır.

Raporlamalar, hızlı karar verebilme ve ileriye görebilme kabiliyeti sunarak önceden önlemlerin alınabileceği zamanı yaratması açısından çok büyük önem taşımaktadır. Bilgisayar ortamında hazırlanan planlamanın sade ve anlaşılır bir şekilde gösterilebildiği programlardan alınan raporlar ile sunulması, yöneticiler açısından karşılaşılan problemlerin çözümünde sağlıklı tartışma platformları yaratarak, yöneticiler ve tüm ilgililer arasında

ortak bir diyalog kurulmasını sağlayacaktır. Bu yüzden raporların kısa, öz ve anlaşılır olması gerekmektedir [58].

Bu bölümde ilk olarak, alt iş kalemleri detayına inilmeden sadece proje temel iş kalemleri bazında faaliyetlere bölünerek, her faaliyete tahmini bir süre verilecektir. İkinci aşamada, faaliyetler zamansal ve mantıksal sıraya koyulacaktır. Daha sonra, ana faaliyetler Microsoft Project programına girilerek, raporlaması verilecektir. Böylece kritik ve kritik olmayan faaliyetleri görmek mümkün olacaktır. Ana faaliyetlerin süreleri bulunurken, alt faaliyet detayları girildiğinde birbirlerine seri halde bağlantılı ise alt faaliyetlerin toplamı ana faaliyetin süresini verir. Alt faaliyetler paralel ise en uzun süreli faaliyet ana faaliyetin süresine eşit olur.

İlk aşamada mantığı oluşturmak için ofis programlarından excel ile iş programı kurgusu, genel hatlarıyla işin planlamasına altlık oluşturmak için kullanılacaktır. (EK-2). Planlanan ve gerçekleşen excel ile de iş programı kurgusu yapabilir fakat bu sadece sürenin EK-3'teki gibi şekilsel gösterimi amaçlı olabilecektir. EK-4'te ise Microsoft Project programında hazırlanan iş programı yer almaktadır. Bu iş programında fazla detaya inilmeden projedeki ana faaliyetlerin, başlama ve bitiş zamanları, devam süreleri GANNT diyagramları ile gösterilmektedir. EK-4'teki bu raporda ana faaliyetlerin isimleri, yapım süreleri, planlanan başlama ve bitiş tarihleri, gerçekleşen başlangıç ve bitiş tarihi, tamamlanma yüzdeleri gibi verilerin bilgisayara verilmesi ile birlikte, bilgisayar programları anında yenilemekte ve kritik yol faaliyetleri kırmızı renkli çubuk şeklinde gösterilmektedir. Böylelikle Proje, proje yönetim teknikleri vasıtasıyla uygulama sırasında sürekli kontrol edilirken; zaman, kaynak ve maliyette meydana gelen sapmalar sürekli izlenebilir olacaktır. Tüm sapmalar, Microsoft Project programındaki faaliyetlerin veri tabanlarına kayıt edilerek, hızlı aksiyon alınarak proje güncelleştirilebilir olacaktır.

Örneğin; Tünel imalatının gecikmekte olduğunu ve bunun etkilediği faaliyetlerin kritik yolunun çıktığı bu senaryo da maksimum gecikme ve bu gecikmeyi yaratan iş kalemi, sorunlar, nedenleri, planlama grubunun çözüm önerileri tartışılır, kaynaklar yeniden gözden geçirilir ve üst yönetimin karar ve takibi için yer ayrılır. İzlenebilir sınırlar içerisinde zamanında müdahale ile önlemler alınmış olacaktır.

7.1.3.2 Nakit Akış Analizi

Yapım projeleri yapısal özellikleri sebebi ile çok çeşitli riskler barındırmaktadır.

Nakit yönetimi, yapım projeleri için ihmal edilmemesi gereken proje yönetiminin önemli bir parçasıdır. Nakit akışı, proje boyunca gerçekleşen nakit giriş ve çıkışlarıdır. Nakit akış tablosu, proje boyunca ortaya çıkan nakit girişlerini ve çıkışlarını gösteren tablodur.

İşin başında planlanan nakit akım tablosundan farklılaşan nakit giriş ve çıkışları nakit akışı riskini oluşturur. İş ne kadar doğru düzgün yapılırsa yapılsın sadece nakit girişi ertelenmesi veya gecikmesinden dolayı, planlanan proje bütçesi dalgalı seyredebilir.

Nakit girişlerinin ötelenmesi, geciktirilmesi dışında, fiyat hareketleri, politik ve ekonomik krizler, enflasyon ve kur riski, ülke riski, mal ve hizmetlerin dönemsel olarak temin edilememesi, proje değişiklikleri sebebiyle oluşan ek maliyet riski ve buna benzer sebepler yüzünden nakit çıkışları beklenmedik düzeyde artabilir veya dalgalanabilir. Tablo 14’de Nakit akış tahmini yaparken karşılaşılan başlıca risk faktörleri listelenmiştir [59].

Tablo 14: Nakit Akışı Tahmininde Başlıca Risk Faktörleri (Ojo, 2010)

Sıra No	Nakit Akışı Tahmininde Başlıca Risk Faktörleri
1	Enflasyon
2	Kritik Aktivitelere Gecikme
3	Ara Ödemeye İlişkin Koşul
4	İş Programından Sapma
5	Süre Aşımı
6	Mimari Projeden Sapmalar
7	Müşteri Taleplerinde Değişiklik
8	Öngörülen Toplamda Hata
9	Dalgalanan Ödemeler
10	İşin Karmaşıklığı
11	Faiz Oranı Değişiklikleri
12	Tekrar Ölçülen İşlerdeki Ödemeler
13	Kurdaki Değişiklikler
14	Ana Malzeme ve Bileşenlerin Sahaya Tesliminde Gecikme
15	Anlaşmazlıklar
16	Toplam Maliyette Hata
17	Doğru Miktarda Fonu Makul Faiz Oranlarında Elde Etmek
18	Resmi Mevzuat
19	Tahminlerde Yanılmak
20	Proje Karakteristiği
21	Olumsuz Sözleşme Koşulları
22	İhale Dengesizliği

Girişimciler bu kriterleri göz önünde bulundurarak teklif hazırlıkları evresinde, proje bazında finansal planlama ile projenin taşıyacağı kaldıracağı oranını tahmin ederek, kendi sermayelerinin daha azını riske etme eğilimindedirler. Yol projelerinde YİD modeli ile en çok kullanılan iki finansman aracı öz sermaye ve kredidir. YİD projelerini üstelenen grupların öz kaynaklarının son derece düşük olması, kredi kullanma, özellikle dış finansman ihtiyaçlarını büyütüştür. Proje finansmanlarında; %70-30 borç-öz sermaye veya %80-20 borç-öz sermaye karışımı kullanılması oldukça yaygındır. Projenin finanse edilmesi ile ilgili çalışmalar, Proje Başlatma Belgesi ile başlar. Projenin resmi olarak başlangıcı sayılan Proje Başlatma Belgesi, projenin onaylanmasını sağlayan iş gerekçesini ve buna bağlı kaba bütçeyi, yapılan fizibilite çalışmalarının sonuçlarını içerir. Proje Maliyet Yönetimi, projenin onaylanan bütçede tamamlanmasını hedeflemektedir. Proje Maliyet Yönetimi aktivitelerin ve projenin maliyetlerine odaklanırken, İnşaat ekinde yer alan Proje Finans Yönetimi, nakit akışına odaklanmaktadır.

YİD Modeli ile yol projelerini finanslayan kurumlar, yapım üretim sürecinde aylık yapılan iş ilerlemesindeki faaliyet düzeylerine karşılık krediyi kullandıracaklardır. Bu nedenle, projenin maliyetinin doğru hesaplanması ve ne zaman ne kadar paraya ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesi kritik bir konudur. Nakit akış tahminlerinin işin başlangıç evresinde oluşturulması, zaman içindeki planlanan iş yığılmalarına göre nakit gereksinimlerinin önceden belirlenmesi, sonrasında sürekli izlenmesi ile finansal planlama ve gerçekleşme arasındaki oluşabilecek aksamaların kontrol edilmesi, olası durumlara karşı zamanında önlem alınmasında öngörülemez risklerin etkisini en aza indirmek açısından fayda sağlayacaktır.

Maliyet çizgisi proje yönetim planının bir parçasıdır. Projenin genel maliyet performansını ölçmek, izlemek, kontrol etmek ve yönetmek için kullanılan maliyet çizgisi, bütçenin zaman aralıklarına bölünmüş halidir. Her bir dönem için tahmin edilen maliyetlerin toplanması ile elde edilir ve genelde S eğrisi şeklinde olası varyasyonları içeren bir grafik bölgesi oluşur. İlk aşama projenin nakit akış eğrisi nispeten düzdür. İşler ilerledikçe eğri hızla yükselmeye başlar. Sürenin sonuna doğru pek çok eylem sonuçlanmaya başlamıştır ve eğri yine düzleşmeye başlar.

Bütçe raporları, maliyet hedeflerinin anlık gerçekleşen durumlarına göre esnek bir biçimde oluşturulur. Burada önemli olan anlık zamansal değişimlere göre oluşan maliyetlerden ziyade proje bitimine kadar olan süreçte gerçek kümülatif maliyetin

bütçelenen kümülatif maliyetle zaman boyutunda kontrol altında yönetilmesinin söz konusu olduğudur. Özellikle inşaat sektöründe belirli bir kilometre taşına ulaşıldığında ortaya konulan işin değeri hakediş vasıtasıyla müşteriden/ilgili idarelerden alınırken maliyetler yönetilmeye çalışılır. Böylece olası bir problemin hangi dönemde ortaya çıktığı tespit edilir.

Bu bölümde, EK-2 iş programındaki planlanan başlangıç ve bitiş zaman sınırları içinde iş kalemleri faaliyetlerinin aylık ve kümülatif planlanan bütçe bedelleri ile yüzdeleri EK-5 tablosunda oluşturulmuştur. EK-3' teki Haziran 2019' da alınan noktasal rapora o tarihe kadar olan işin gerçekleşen değeri olan hakediş girdileri varsayımları ile aylık ve kümülatif gerçekleşen hakediş bedelleri ile yüzdeleri de EK-6 tablosunda oluşturulmuştur. Bu verilerin girilmesi sonucunda çıkan S eğrisi çizelgesi ile dönemsel olası varyosunu içeren grafik bölgesi nakit akış analizi EK-7 tablosunda özet olarak gösterilmektedir. Bu eğri, inşaat işletmesinin yapım işleri üretim sürecinde proje gerçekleştirme adımı boyunca yapacağı işin iş bitimine kadar kredi kullanım öngörüsünün hakediş vasıtasıyla yönetimi ile birlikte işin fiziksel ilerlemesini de verecektir.

İnşaat firmalarının üstlendikleri tüm projelerinde kâr - zarar dengesini en iyi şekilde hesap etmeleri gerekmektedir. İnşaat sektöründe kâr - zarar analizinin çok önemli bir özelliği, bugünden geleceği görebilmektir.

Bir inşaat sürecini başarıya götürececek ilkeler, her işletmede olması gereken temel kanı, kural ve prensiplerin yanında, yüksek bütçelerin döndüğü, riskli ve hızlı olan inşaat sektörüne özel daha titiz ve detaylı çalışmaları da içermelidir.

8 SONUÇ

Yol yapımının esas amacı, trafik yükünü alarak kamu yararına uygun ülke ekonomisi açısından da yararlı olmasını sağlamaktır. Hızla artan nüfusun taleplerinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi zorunluluğu, yüksek yatırım gerektiren karayolu projelerinin de özel sektör finansmanı aracılığıyla yaptırılmasına zemin hazırlamıştır. Yap İşlet Devret (YİD), Yap İşlet (Yİ), Yap Kirala (YK), İşletme Hakkı Devri (İHD) gibi yöntemleri içeren KOİ tarzında kamu, öncekinde olduğu gibi, sözleşme sonrası ortadan çekilmemekte, projenin bir tarafında kalmaktadır.

Mevcut finansman kaynakları uzun vadeli ve sürdürülebilir çözümler için değerlendirilmelidir. Ayrıca, kent nüfusunda yaşanan artışla birlikte kent içinde kalan karayollarının daha verimli kullanılması ile farklı ulaştırma modlarının planlı bir şekilde bütünleştirilmesi, farklı ulaştırma modlarına yapılacak yatırımların finansmanını olumlu bir şekilde etkileyebilmektedir. Karayollarının diğer ulaşım türleri ile uyum içinde geliştirilmesi taşıma maliyetleri ve ağır taşıtların yol üst yapısında neden olduğu tahribatın azalmasını sağlayacak, hizmet seviyesini ve sektörün ekonomik kalkınmaya olan etkisini artıracaktır.

Tez'e esas konu olan YİD Metodu ile yaptırılan Otoyol Projelerinde, Otoyol fiyatlandırma uygulamalarının başarısı için problemler önceden tahmin edilmelidir. YİD kapsamındaki otoyol projelerinde maliyet tahmini, proje planlaması ve kontrolünde anahtar rol oynamaktadır. Bir otoyol projesi, fizibilite evresinden gerçekleştirme evresine; kullanım evresinden teslim sonuna kadar uzanan oldukça geniş ve kapsamlı bir süreç olduğu için maliyet hesaplamasında, hem kamu, hem yüklenici için riskler barındırmaktadır.

Söz konusu projeler, yüksek yatırım maliyetleri ile yapılan ekonomik ömrü genellikle oldukça uzun olan (15-30 yıl) projeler olduğundan proje ile ilgili bugün yapılan geleceğe ait tahmin ve hesaplamalarda aynı zamanda verilmiş garantileri de dahil ederek projenin gelecek yıllarında kamu, devlet ve özel girişimciler arasında büyük sorunlar yaşanmaması adına yapılacak bir otoyol yatırımının fizibilite aşamasından uygulama aşamasına geçildiğinde büyük ölçekli maliyet sapmalarına neden olmaması için her açıdan detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir.

Otoyollarda ücret seviyesinin tespiti şartları da planlamayı etkilemektedir. Projeleri büyütürken, finansman sözleşmesinin süresi de uzatılmıyorsa kullanıcının ödeyemeyeceği

ücretlerle karşılaşılması kaçınılmazdır. Büyük projelerin bir olumsuz yanı da budur. Otoyol Projeleri esas amacına hizmet edecekse, iyi bir ücret politikası ile yüksek trafik sağlanır, vasıflı otoyollar uygun ücretle taşınması gereken trafik yükünü almış olur, hem yatırımın karşılığını verir, hem ülke ekonomisine yarar sağlar hem de otoyollar ağının tespiti ve yapımının planlanmasını kolaylaştırır.

Bu çalışmada, maliyet tahmininin hangi amaçla yapıldığı, ön maliyet tahmin yöntemleri, tahmin yaparken karşılaşılan sorunlar ve bunların çözümleri ele alınmıştır. Türkiye’de maliyet tahmini yapılırken çoğunlukla benzer projeler ile karşılaştırma yönteminin kullanıldığı belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak tüm projelerde maliyet tahmini, farklı kişi ve roller için farklı tanımlamalar içerdiğinden ayrı ayrı ele alınarak kâr-zarar dengesinin en iyi şekilde hesaplanması gerekmektedir. Tahmini sapma oranının kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasının sağlanması ise teknik ve idari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayabilecek nitelikte hazırlanabilmesi için yeterli zamanın yaratılması ile mümkün olabilecektir.

Ayrıca, Proje yöneticilerinin ve proje ekibinin maliyet yönetimi konusunda bilinçlendirilmeleri ile birlikte projenin gerçekleşmesi sırasında ortaya çıkabilecek öngörülemeyen maliyetler dahil yönetilebilir olması açısından imalatı maliyet odaklı yürütmeleri sağlanmalıdır. Bunun için maliyet veri birikimlerini sağlayacak kaynakların (maddi, personel, yazılım v.b.) ayrılması ve oluşturulan sistemin etkinliği açısından kolay data alınabilirliğinin sağlanması amaçlanmalıdır.

Bir inşaat işinin proje yönetim evrelerinin proje yönetim teknikleri ile yönetilmesi, süreçlerin düzenli, planlı ve programlı takip edilebilir seviyede olmasını sağlamaktadır. İnşaat projelerinde faaliyetlerin yürütülmesi sırasında tahmin edilemeyen birçok faktör olduğu için düzenli aralıklarla analiz edilmesi gerekir ve eğer plandan sapmalar varsa da ilerleme raporlarının yenilenmesi gerekmektedir. Bunun için ilk aşamada iş kısıtlım yapısıyla faaliyetlerin gerçek başlama tarihi, kalan süre, gerçek bitiş tarihi ve tamamlanma yüzdeleri gibi verilerin bilgisayara verilmesi ile birlikte, bilgisayar programları anında yenilemekte ve kritik faaliyetleri belirlemektedir. Kritik yolun çıktığı senaryolarda ileriye yönelik maksimum gecikme ve bu gecikmeyi yaratan iş kalemi, sorunlar, nedenleri, planlama grubu tarafından çözüm önerileri tartışılıp kaynakların yeniden gözden geçirilmesi sürecinde üst yönetimin karar ve takibi için sade bir anlatım diliyle raporlanabilir olması, işlerin yönetilebilirliği açısından yol gösterici olacaktır.

Program yönetiminde geleceğe yönelik tahmini bütçe ve belirli bir kilometre taşına ulaşıldığında ortaya konulan işin hakediş girdilerinin zaman boyutunda ele alınması ile ortaya çıkan nakit akış analizi diyagramı yardımıyla maliyetler kontrollü bir Şekilde izlenebilir halde proje boyunca yönetilmeye çalışılmalıdır. Proje sonlarında ise işin gerçekleşme verileri detaylandırılıp proje kapanış raporları ile Őirketlerin kendi veri bankalarını oluşturmaları, daha sonrasında benzer projelerdeki öngörüler için fikir verebilecektir.

Buradan çıkan sonuçla; İnaşaat sektöründe, bilgisayarların proje maliyet ve zamanlarının tahmini amacıyla kullanılması, proje sonlarında verilerin düzenlenerek depolanması ve bilgiye dönüştürülmesi, inşaat proje yöneticilerinin maliyet kontrol sistemleri konusunda bilinçlendirilmesi ve buna bağlı teknikleri kullan yönetim anlayışının sağlaması açısından kolaylık sağlayacaktır. Aynı zamanda da kamu kuruluşlarının ve firmaların istatistiki veri bilgi birikimi oluşturmalarına yarayacaktır.

KAYNAKÇA ve REFERANSLAR

- İnternet Yayınları [1] [1] Gerçek, H. (2001), Otoyolların Mali ve Ekonomik Değerlendirilmesi. 5.Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı, 89-100, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İstanbul.
- İnternet Yayınları [2] [2] Zeybek, H. (2003), Sürdürülebilir Kalkınmanın Geliştirilmesinde Ulaştırma Sektöründe Fiyatlandırmanın Önemi. Ulaştırma Politikaları Kongresi 213-231, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.
- Kitap Bölümleri [3] [3] Topçu, G., (1989), Yapı Üretim Sürecinde Maliyete İlişkin İşlemler: Tahmin Planlama, Kontrol, İ.T.Ü., İstanbul.
- Kitap Bölümleri [4] [4] Durgun, B. (2006, 2006/Güz). "Cumhuriyetin İlk Yıllarında Türkiye'de Karayolu.
- İnternet Yayınları [5] [5] KGM.(2014a). KGM Dün, bugün, yarın... Ankara: Erişim Tarihi: 04.04.2014, KGM Yayınları. <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Kurumsal/Tarihce.aspx>.
- Dergi Bölümleri [6] [6] TCUB. (1993), Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma Bakanlığı. Cumhuriyetin 70. Yılında Ulaştırma, Haberleşme.
- Dergi Bölümleri [7] [7] Keçeci, A. (2006), Türkiye'de karayolu taşımacılığı. Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi, 20, Ankara: Dış İşleri Başkanlığı Süreli Yayını.
- İnternet Yayınları [8] [8] KGM, (2019), Karayolu Ulaşım İstatistikleri, Ankara.
- İnternet Yayınları [9] [9] KGM, (2012a), Stratejik plan 2012 - 2016. KGM Yayınları, Ankara.
- İnternet Yayınları [10] [10] KGM, (2013), Karayolları Teknik Şartnamesi (Yol altyapısı, sanat yapıları, köprü ve tüneller, üstyapı ve çeşitli işler). Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü.
;Yayla, N. (2009), İstanbul: Birsen Yayınevi.
- İnternet Yayınları [11] [11] TMMOB, Temmuz 2019, Yayın No: MMO/703.
- İnternet Yayınları [12] [12] UNECE, 2012, s.33.
- İnternet Yayınları [13] [13] TÜİK, (2019), Türkiye İstatistik Kurumu.
- Kitap Bölümleri [14] [14] Litman, T. (2015) Generated Traffic and Induced Travel, Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, Kanada.

- Kitap Bölümleri [15] [15] Schiller, P.L., Bruun E.C., ve Kenworthy J.R. (2010) An Introduction to Sustainable Transportation – Policy, Planning and Implementation. Earthscan Ltd. UK.
- İnternet Yayınları [16] [16] Şahin İ., (2015), Ulaştırma Planlaması ve Yatırımları Sorunsalı İstanbul'un Yaka Geçişleri Örneği.
- İnternet Yayınları [17] [17] Sile S., (1995), İMO 3, Ulaştırma Kongresi Kongre Sempozyum Bildiriler Kitabı.
- İnternet Yayınları [18] [18] KGM. (2013). Karayolu ekonomisi ve proje değerlendirme teknikleri, Karayolu Temel Kursu, Karayolları Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Kitap Bölümleri [19] [19] Laurino, A. & Grimaldi, R. (2010). The process of highway privatization in Italy and Japan. Munich Personal RePEc Archive. 26(29146), 2–18.
- Dergi Bölümleri [20] [20] Kabasakal, A. & Solak, A.O. (2010). Demiryolu ve karayolu ulaştırma sistemlerinin ekonomik etkinlik analizi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), 123–136.
- İnternet Yayınları [21] [21] TSKB. (2012). Otoyollar ve köprülerin özelleştirilmesi ön tanıtım dokümanı. TSKB Yayınları. İstanbul.;
ÖİB (Özelleştirme İdaresi Başkanlığı) (2009). Otoyollar ve Köprülerin Özelleştirilmesi Ön Tanıtım Dokümanı. (Online) (Erişim tarihi:06.07.2009), (www.oib.gov.tr/2007)
- İnternet Yayınları [22] [22] UDHB. (2013), 11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası 2013. Ankara. T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Yayınları.
- İnternet Yayınları [23] [23] Resmi Gazete. (2012). Karayolları Genel Müdürlüğünün Sorumluluğu Altında Bulunan Otoyollar ile Erişme Kontrolünün Uygulandığı Karayollarında Geçiş Ücretlerinin Belirlenmesi ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. Sayı: 28292, 14 Mayıs 2012.
- Kitap Bölümleri [24] [24] Rouhani, Saeed. 2013. “Review of EPC Projects Cost Estimation and Minimum Error Technique Introduction.”International Journal of Science and Engineering Investigations 2 (12): 1-7.
- Kitap Bölümleri [25] [25] Aaron, Larry 1997.” The Engineer’s Cost Handbook: Tools for Managing Project Costs.” Marcel Decker Pub., New York.
- Kitap Bölümleri [26] [26] Love, Peter. E. D., Wang, Xiangyu, Sing, Chun-pong. and Tiong, Robert. L. K. (2013). “Determining the probability of Project cost overruns”, Journal of Construction Engineering And Management, 139(3): 321-330.

- Kitap Bölümleri [27] [27] Stewart, R.D., (1992), Cost Estimating, Wiley Publication, U.S.A.
- Öğrenci Yüksek Tezi [28] [28] Saner, C., (1993), 4-8 Katlı Konut Yapılarında Taşıyıcı Sistem Maliyetini Tahmine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öğrenci Yüksek Tezi [29] [29] Çelik, L. Y., (2005), Türkiye’de İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmin Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kitap Bölümleri [30] [30] Stewart, Rodney and Richard Wyskida (1987). “Cost Estimator’s Reference Manual.” Canada: John Wiley&Sons.
- İnternet Yayınları [31] [31] PMI. (2008). “A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide).” PMI Publication., USA.
- Kitap Bölümleri [32] [32] Chou, Jui Sheng (2008). “Applying AHP-Based CBR to Estimate Pavement Maintenance Cost,” Tsinghua Science And Technology 13: 114-120.
- Kitap Bölümleri [33] [33] Kerzner, Harold (2017). “Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling.” John Wiley & Sons, 12. Baskı, Canada.
- Kitap Bölümleri [34] [34] Chan, Swee L. and Park, Moonseo. 2005. "Project cost estimation using principal component regression." Construction Management and Economics 23(3): 295-304.
- Kitap Bölümleri [35] [35] Kujala, Jaakko, Brady, Tim and Putila, Jaakko. (2014), Challenges of Cost Management in Complex Projects.” International Journal of Business and Management 9 (11): 48-58.
- Kitap Bölümleri [36] [36] Raz, Tzvi and Dan Elnathan (1999). “Activity Based Costing for Project.” International Journal of Project Management 17: 61-67.
- Kitap Bölümleri [37] [37] Al-Jibouri, Saad H. (2003), "Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in construction." International Journal of Project Management 21(2): 145-154.
- Öğrenci Yüksek Tezi [38] [38] Ölçer S. M, (1996), İnşaat Sektöründe Proje Yönetimi ve Sorunları, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Öğrenci Yüksek Tezi [39] [39] Kocakulak, Murat, (1997), Proje Yönetim Danışmanlığı Yapan Firma Bakışıyla Proje Yönetim Sistemi ve Uygulama Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, FBE, İstanbul, S.4,9,10,13.
- Kitap Bölümleri [40] [40] Barutçugil, (2008), Proje Yönetimi.
- Öğrenci [41] [41] Sönmez, E., (2007), Neden Proje Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi,

- Yüksek Tezi Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öğrenci [42] [42] Demirel K. (2014), Proje Yönetimi El Kitabı, Kocaeli Yüksek Tezi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Öğrenci [43] [43] Ata N. İ. (2009), Türkiye'de İnşaat Sektöründe Profesyonel Proje Yüksek Tezi Yönetim Standartlarının Kullanımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kitap [44] [44] Lewis, J. P., (2005), Project Planing, Scheduling & Control, New Bölümleri York, Mc Graw Hill.
- Kitap [45] [45] Burlton, Roger T., (2001), Business Process Management: Bölümleri Profiting From Process, USA, Sams Publishing.
- Öğrenci [46] [46] Akan, E., (2006), Proje Yönetiminin Gemi İnşaat Sanayisinde Yüksek Tezi Üretim Maliyetlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öğrenci [47] [47] Dalyan İ., (2010), Türk İnşaat Sektöründe Proje Yönetimi ve Yüksek Tezi Bilgisayar Destekli Planlama ile Verimlilik Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Öğrenci [48] [48] Konakçı, Cenk, (2006), İnşaat Planlama Teknikleri ve Yeni Yüksek Tezi Yaklaşımlar-Türk Yüklenici Firmaları Alan Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, FBE, İstanbul, S.63.
- Kitap [49] [49] Özkan, Ş., (2005), Yöneylem Araştırması Nicel Karar Teknikleri, Bölümleri Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Kitap [50] [50] Demir, Avunduk, Güler, (2016), Proje Planlama ve Yönetimi. Bölümleri
- Öğrenci [51] [51] Albayrak, B., (2005), Proje Yönetimi, Ankara, Nobel Yayın Yüksek Tezi Dağıtım.;
Esatoğlu N., (2010), Bilgi Teknolojileri Proje Yönetimi ve Başarı Koşulları, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Öğrenci [52] [52] Kır, E., (2007),Yazılım Sektöründe Proje Yönetimi, Yüksek Tezi Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kitap [53] [53] Halaç, O., (2001), Kantitatif Karar Verme Teknikleri Yöneylem Bölümleri Araştırması, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Kitap [54] [54] Elmacı O., (1990), İmalat Endüstrisi İşletmelerinde Maliyet Bölümleri Azaltımı Ve Bir Uygulama, Anadolu Üniversitesi, s.55.
- İnternet [55] [55] Baltası, G. Sevde., Ergen, Esin., Akbaş, Ragıp. (2017), İhale ve Yayınları Yüksek Tezi İnşaat Öncesi Dönemde Güncel Alternatif Maliyet Analizi Yöntemlerinin İncelenmesi, Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi, Samsun.

- Kitap Bölümleri [56] [56] Çubukçu F., (1996), Her Yönüyle MS Project, İzmir, Alfa Basın Yayım Dağıtım, s.3.
- Kitap Bölümleri [57] [57] Ünder M.B., (2006), İnşaat İşletmelerinde Proje Yönetimi ve Bilgi Teknolojileri Uygulamaları İstanbul.
- Kitap Bölümleri [58] [58] Laufer A. – Tenah K. A., (1985), “Introducing Management Information Systems In Medium Sized Construction Companies”, International Journal Of Project Management, New York, s.76.
- Kitap Bölümleri [59] [59] Ojo GK (2010), An assessment of risk impacts on construction clients’ cash flow forecast, Department of Quantity Surveying, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Doktora Tezi.

EK-1 2019 KARAYOLLARI FİYATLARI (KEŞİF ÇALIŞMASI İÇİN KISMEN KULLANILAN BİRİM FİYATLAR)

TAŞIMA POZLARI			
POZ NO	İŞİN ADI	ÖLÇÜ	2019 BİRİM FİYATI
07.004/K	<p>Yarma ve yan ariyet kazılarının taşınması $F=1,25 \times 0,00046 \times K \times \sqrt{VM-0,00575 \times K}$ (İhaleli Birim Fiyatı) $F=1,20 \times (3/4) \times 0,00046 \times K \times VM-0,00414 \times K$ (Emanet Birim Fiyatı) Bu formüllerdeki; $K=245$ olup, Rayiç cetvelinde yazılı olan (Poz No: 02.017) "Her cins ve tonajda motorlu araca ait" taşıma katsayısıdır. $VM=$Brükner eğrisi üzerinden hesap edilen m. cinsinden ortalama taşıma mesafelerinin kareköklerinin ağırlıklı ortalamasıdır.</p>	m3	
07.005/K	<p>Kazıdan başka inşaat malzemelerinin taşınması (10.000 m.ye kadar) (1) m3 cinsinden ölçülen (su hariç) malzemelerin beher m3'ü için; $F=1,25 \times 0,00017 \times K \times VM \times Y \times A$ (İhaleli Birim Fiyatı) $F=1,20 \times (3/4) \times 0,00017 \times K \times VM \times Y \times A$ (Emanet Birim Fiyatı) (2) ton cinsinden ölçülen (su dâhil) malzemelerin beher ton'u için; $F=1,25 \times 0,00017 \times K \times VM \times A$ (İhaleli Birim Fiyatı) $F=1,20 \times (3/4) \times 0,00017 \times K \times VM \times A$ (Emanet Birim Fiyatı) Bu formüllerdeki; $K=$Poz 07.004/K daki gibidir. $VM=$Taşıma yolu üzerinden ölçülen mesafeler esas alınarak hesaplanan m. cinsinden ortalama taşıma mesafelerinin kareköklerinin ağırlıklı ortalamasıdır. $Y=$Malzemenin figüre (istif) edilmiş haline ait kabul edilmiş yoğunluğu (Birim Hacim Ağırlığı) olup, bu yoğunluk malzeme cinslerine göre aşağıdaki tabloda tespit edildiği gibi aynen uygulanacaktır. Ayrıca iş sırasında yoğunluk tespiti yapılmayacaktır.</p>	m3/ton	
07.005/K-1	<p>Ariyet ocağından getirilecek veya depoya gidecek kazının taşınması (10.000 m.ye kadar) $F=1,25 \times 0,00034 \times K \times VM-0,00425 \times K$ (İhaleli Birim Fiyatı) $F=1,20 \times (3/4) \times 0,00034 \times K \times VM-0,00306 \times K$ (Emanet Birim Fiyatı) Bu formüllerdeki; $K=$Poz 07.004/K daki gibidir. $VM=$Poz 07.005/K daki gibidir.</p>	m3	
07.006/K	<p>Kazıdan başka inşaat malzemelerinin taşınması (10.000 m.den fazla) (1) m3 cinsinden ölçülen (su hariç) malzemelerin beher m3'ü için; $F=1,25 \times K \times (0,0007 \times M+0,01) \times Y \times A$ (İhaleli Birim Fiyatı) $F=1,20 \times (3/4) \times K \times (0,0007 \times M+0,01) \times Y \times A$ (Emanet Birim Fiyatı) (2) ton cinsinden ölçülen (su dâhil) malzemelerin beher ton'u için;</p>	m3/ton	

	F=1,25xKx(0,0007xM+0,01)xA (İhaleli Birim Fiyatı) F=1,20x(3/4)xKx(0,0007xM+0,01)xA (Emanet Birim Fiyatı) Bu formüllerdeki; K=Poz 07.004/K daki gibidir. Y=Poz 07.005/K daki gibidir. M=Poz 07.005/K-2 daki gibidir.		
TOPRAK İŞLERİ-VİYADÜK-KÖPRÜ-ALTGEÇİT-MENFEZ BİRİM FİYATLARI			
POZ NO	İŞİN ADI	ÖLÇÜ	2019 BİRİM FİYATI
KGM/2206	Her cins küskülüğün sulanması ve sıkıştırılması	m3	1,54
KGM/2207	Her cins kayanın sıkıştırılması	m3	0,48
KGM/3792/1	Yüksek dayanımlı öngerme çeliği temini (0,5 inç halat) (Tip 270 K)	ton	4.750,00
KGM/3793	Kılıf borusu temini	mt	3,86
KGM/3805	Neopren (Lastik) mesnet tertibatı (İçi çelik fretli)	dm3	64,46
KGM/4105	Ocak taşından konkasörle kırılmış ve elenmiş 12,5 mm (1/2") ve 9,5 mm (3/8") lik agregası hazırlanması	m3	46,53
KGM/4355	Yarı katı bitümlü malzemenin sarnıç veya tanklarda emiş derecesine kadar ısıtılması (Makine ile)	ton	34,26
KGM/4366	Bitümlü malzemenin asfalt pompası ile bir kaptan diğer bir kaba aktarılması	ton	1,84
KGM/6100/3	Plentmiks temel yapılması (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile)	ton	46,05
KGM/6100/3-1	Plentmiks alttemel yapılması (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile)	ton	40,49
KGM/6214	14 cm sıkışmış kalınlıkta 1 m2 asfalt betonu bitümlü sıcak temel tabakası yapılması (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile) (Tip-A)	m2	25,98
KGM/6308	8 cm sıkışmış kalınlıkta 1 m2 asfalt betonu binder tabakası yapılması (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile)	m2	15,79
KGM/6404	4 cm sıkışmış kalınlıkta 1 m2 asfalt betonu aşınma tabakası yapılması (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile) (Tip-1)	m2	8,24
KGM/6454/S	4 cm sıkışmış kalınlıkta taş mastik asfalt aşınma tabakası yapılması (Tip-1) (Kırılmış ve elenmiş sert taş ile)	m2	9,70
KGM/7504	Prefabrik beton bordür imali ve yerine döşenmesi (0,15x0,30)	mt	33,06
KGM/7507/1	Prekast küçük tip (Tip-1) düşüm oluğu yapılması	mt	27,00
KGM/14.210	Her derinlikte, her cins ve klastaki zeminde kuruda drenaj, kanalizasyon hendeği ve duvar temelinin kazılması (Heyelan etmiş sahada yapılacak drenaj hendeği ve duvar temelinin kazılması hariç) (Makine ile)	m3	26,10
KGM/14.213	Her derinlikte, her cins ve klastaki zeminde kuruda köprü temelinin kazılması (Makine ile)	m3	60,40

KGM/14.224	Her derinlikte, her cins ve klastaki zeminde, su altında köprü temelini kazılması (Makine ile) (Su debisi 180 m3/sa'e kadar olan kazılarda)	m3	154,65
KGM/15.001/A	Ekskavatörle her cins toprağın kazılması ve kullanılması (Yarma ve yan ariyetten dolguya gidecek kazılarda)	m3	4,08
KGM/15.006/A	Ekskavatörle her cins küskülüğün kazılması ve kullanılması (Yarma ve yan ariyetten dolguya gidecek kazılarda)	m3	5,65
KGM/15.010/A	Ekskavatörle yumuşak kayanın kazılması ve kullanılması (Yarma ve yan ariyetten dolguya gidecek kazılarda)	m3	11,84
KGM/15.010/B	Ekskavatörle yumuşak kayanın kazılması ve kullanılması (Ariyet ocağından getirilecek veya depoya gidecek kazılarda)	m3	11,34
KGM/15.014/A	Ekskavatörle sert kayanın kazılması ve kullanılması (Yarma ve yan ariyetten dolguya gidecek kazılarda)	m3	13,10
KGM/15.045	Makina ile her cins küskülük zeminde reglaj Not: Poz KGM/2500 deki Not gibidir.	km	4.140,24
KGM/15.046	Makina ile her cins kayalık zeminde reglaj Not: Poz KGM/2500 deki Not gibidir.	km	6.624,38
KGM/15.047	Arazöz ile sulama	ton	11,78
KGM/16.073/H	Köprülerde veya heyelanlı bölgelerde Ø 120 cm çapında her boyda yerinde dökme kazık yapılması (C 20/25 hazır beton harcı ile)	mt	808,75
KGM/16.100/K-H	Her türlü inşaat temellerinde (Köprü temelleri hariç) kuruda veya suda her dozda demirsiz beton (C 16/20 hazır beton harcı ile)	m3	212,86
KGM/16.101/K-H	Köprü temellerinde kuruda veya suda her dozda demirsiz beton (C 16/20 hazır beton harcı ile)	m3	241,99
KGM/16.122/K-H	Hendeklerin betonla kaplanması (Orta refüj ve yarma hendeği) (C 20/25 hazır beton harcı ile)	m3	248,76
KGM/16.132/K-H	Kutu menfezlerde kuruda ve suda her dozda demirli beton (C 25/30 hazır beton harcı ile)	m3	497,84
KGM/16.133/K-H	Köprülerde kuruda veya suda her dozda demirli beton (C 25/30 hazır beton harcı ile)	m3	526,86
KGM/16.137/K-H	Köprülerin öngerilmeli (Önçekim-artçekim) boyuna ve enine kirişlerinde her dozda demirli beton (C 40/50 hazır beton harcı)	m3	743,60
KGM/16.139/K-H	Prefabrik drenaj bacası yapılması ve yerine konulması (C 30/37 hazır beton harcı ile)	m3	651,91
KGM/16.142/K-H	Prekast cephe panelleri yapılması ve yerine konulması (Toprakarme hariç) (C 25/30 hazır beton harcı ile) (Her ebat ve kalınlıkta)	m3	721,06
KGM/17.081/K-1/A	Dolgu altına ocak taşından makine ile istifsiz taş dolgu yapılması	m3	20,24
KGM/17.085/K	Kazı taşı ile istifli taş dolgu	m3	50,98
KGM/21.053	Köprülerde döşeme, kiriş, başlık kirişi ve kemer taşıyıcı iskeleleri (Kompozit köprüler hariç)	m3	42,71
KGM/23.002/K-6	Boyuna ve enine önçekim, öngerme çeliğinin (Tel, demet, çubuk) yerlerine konulması, gerilmesi, gevşetilmesi ve kesilmesi işçiliği	ton	12.723,76
KGM/23.014/K	Betonarme için Ø8 - Ø12 mm.lik ince nervürlü çelik temini ve işçiliği (Nakliye hariç)	ton	4.949,14

KGM/23.015/K	Betonarme için Ø14 - Ø32 mm.lik ince nervürlü çelik temini ve işçiliği (Nakliye hariç)	ton	4.725,51
KGM/23.176/K	Profilli demirden korkuluk yapılması ve yerine konulması (Malzeme dâhil) (Boyama ve nakliye hariç)	ton	7.780,13
KGM/25.052	Katran badana	m2	9,15
KGM/28.010/K	Köprülerde 0-80 mm. boyuna hareket kapasiteli sabit ankrajlı kauçuk contalı, sıcak haddelenmiş veya ekstrüde özel çelik profilli, su geçirmez tip genleşme derzi yapılması ve yerine konulması	mt	1.473,69
KGM/28.011/K	Köprülerde 0-160 mm. boyuna hareket kapasiteli sabit ankrajlı kauçuk contalı, sıcak haddelenmiş veya ekstrüde özel çelik profilli, su geçirmez tip genleşme derzi yapılması ve yerine konulması	mt	4.873,88
TÜNEL BİRİM FİYATLARI			
POZ NO	AÇIKLAMA	BİRİM	2019 BİRİM FİYATI
KGM/2001	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre A1 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	53,90 TL
KGM/2002	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre A2 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	70,69 TL
KGM/2003	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre B1 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	92,81 TL
KGM/2005	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre B2 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	128,49 TL
KGM/2006	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre C2 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	179,56 TL
KGM/2007	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre C3 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	249,58 TL
KGM/2008	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre B3 sınıfı zeminde tünel kazısı, ters kemerli (İnvertli)	m3	149,86 TL
KGM/2009	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre B3 sınıfı zeminde tünel kazısı, ters kemersiz (İnvertsiz)	m3	136,25 TL
KGM/2010	Yeni avusturya tünel açma yöntemine göre C1 sınıfı zeminde tünel kazısı	m3	156,78 TL
KGM/2011	Tünelde püskürtme betonu yapılması	m3	164,61 TL
KGM/2012	Tünelde 1,5" dış çapında çelik boru ile enjeksiyonlu süren yapılması	mt	64,21 TL
KGM/2012-1	Tünelde 2" dış çapında çelik boru ile enjeksiyonlu süren yapılması	mt	70,51 TL
KGM/2013	Tünelde 1,5" dış çapında çelik boru ile enjeksiyonlu süren yapılması	mt	64,83 TL
KGM/2013-1	Tünelde 2" dış çapında çelik boru ile enjeksiyonlu süren yapılması	mt	71,13 TL
KGM/2014	Tünelde 26 mm.çapında SN tipi kaya bulonu tesis edilmesi	mt	66,21 TL
KGM/2015	Tünelde 26 mm.çapında PG tipi kaya bulonu tesis edilmesi	mt	69,03 TL

KGM/2016	Tünelde 28 mm.çapında SN tipi kaya bulonu tesis edilmesi	mt	68,61 TL
KGM/2017	Tünelde 28 mm.çapında PG tipi kaya bulonu tesis edilmesi	mt	71,64 TL
KGM/2018	IBO bulonu tesis edilmesi	mt	134,65 TL
KGM/2020	Tünelde 32 mm.çapında PG tipi kaya bulonu tesis edilmesi	mt	77,44 TL
KGM/2021	Tünelde hazır nervürlü hasır çelikten iksa yapılması	ton	5.557,63 TL
KGM/2022	Tünelde su yalıtımı yapılması (Geotekstil ve membran ile)	m2	107,56 TL
KGM/2024	Tünel nihai beton kaplamasının yapılması	m3	253,49 TL
KGM/2024-H	Tünel nihai beton kaplamasının yapılması (C25/30 hazır beton harcı ile)	m3	362,54 TL
KGM/2025	Tünelde 32 mm.çapında SN tipi kaya bulonu tesis edilmesi	mt	73,95 TL
KGM/2026	Tünelde Umbrella Arch metodu ile süren yapılması	mt	- TL
KGM/2026/3	Tünelde 3" çapında Umbrella Arch metodu ile süren yapılması	mt	208,70 TL
KGM/2026/4	Tünelde 4" çapında Umbrella Arch metodu ile süren yapılması	mt	318,05 TL

EK-2 İŞ PROGRAMI & GANTT CHART DİYAGRAMI (EXCEL'DE TASLAK PLANLAMA AŞAMASI)

2019 KARAYOLLARI FİYATLARIYLA 45 KM'LİK YOL PROJESİ İŞ PROGRAMININ PLANLAMA AŞAMASI																																																							
İŞİN CİNSİ	KEŞİF AĞIRLIK YÜZDESİ (%'Sİ)		PLANLANAN İŞ PROGRAMI		2016				2017				2018				2019				2020																																		
	%	TOPLAM TUTARI	Başlangıç	Bitiş	Eylül 16	Ekim 16	Kasım 16	Aralık 16	Ocak 17	Şubat 17	Mart 17	Nisan 17	Mayıs 17	Haziran 17	Temmuz 17	Ağustos 17	Eylül 17	Ekim 17	Kasım 17	Aralık 17	Ocak 18	Şubat 18	Mart 18	Nisan 18	Mayıs 18	Haziran 18	Temmuz 18	Ağustos 18	Eylül 18	Ekim 18	Kasım 18	Aralık 18	Ocak 19	Şubat 19	Mart 19	Nisan 19	Mayıs 19	Haziran 19	Temmuz 19	Ağustos 19	Eylül 19	Ekim 19	Kasım 19	Aralık 19	Ocak 20	Şubat 20	Mart 20	Nisan 20	Mayıs 20	Haziran 20	Temmuz 20	Ağustos 20	Eylül 20	Ekim 20	Kasım 20
GENEL TOPLAM	100.00%	6.595.959.535,87 TL	1.09.2016	25.12.2020																																																			
PROJELERİN HAZIRLANMASI VE MOBİLİZASYON			1.09.2016	20.12.2019																																																			
İNSAAT İŞLERİ	96.36%	6.356.090.409,08 TL	13.10.2016	28.10.2020																																																			
İKİNCİL İŞLER & ETÜT PROJE & ÜCRET TOPLAMA İŞLERİ	3.64%	239.869.126,79 TL	3.10.2016	28.10.2020																																																			
TOPRAK İŞLERİ	6.39%	421.809.637,82 TL	13.10.2016	10.12.2019																																																			
TEMEL KAZISI, TAKVIYESİ ve DOLGU İŞLERİ	100.00%	421.809.637,82 TL	13.10.2016	10.12.2019																																																			
BÜYÜK SANAT YAPILARI	14.30%	942.938.486,78 TL	26.02.2017	22.08.2020																																																			
VİYADÜK, KÖPRÜLER ve ÜSTGEÇİTLER	100.00%	942.938.486,78 TL	26.02.2017	22.08.2020																																																			
KUCUK SANAT YAPILARI	3.93%	258.909.729,72 TL	14.10.2016	10.11.2019																																																			
MENFEZ ve ALTGEÇİTLER	81.78%	211.733.754,05 TL	14.10.2016	16.08.2019																																																			
DRENAJ İŞLERİ	18.22%	47.175.975,67 TL	20.06.2017	10.11.2019																																																			
TÜNEL İŞLERİ	67.61%	4.459.307.263,43 TL	24.10.2016	28.10.2020																																																			
KAZI+TAHKİMAT	71.57%	3.191.461.477,90 TL	24.10.2016	26.02.2020																																																			
BETONLAMA	19.85%	885.216.005,53 TL	3.12.2017	19.05.2020																																																			
ÜSTYAPI İŞLERİ /ELEKTRİK-ELEKTROMEKANİK İŞLERİ	8.58%	382.629.780,00 TL	30.11.2018	28.10.2020																																																			
ÜSTYAPI İŞLERİ	4.14%	273.125.291,33 TL	31.07.2017	29.09.2020																																																			
PLENTMİKS ALT TEMEL	13.67%	37.325.291,33 TL	31.07.2017	19.07.2020																																																			
PLENTMİKS TEMEL	13.47%	36.800.000,00 TL	7.08.2017	2.08.2020																																																			
BİTÜMLÜ TEMEL	27.09%	74.000.000,00 TL	15.08.2017	16.08.2020																																																			
BİNDER TABAKASI	27.46%	75.000.000,00 TL	24.08.2017	30.08.2020																																																			
ASINMA TABAKASI	18.31%	50.000.000,00 TL	21.07.2018	29.09.2020																																																			
İKİNCİL İŞLER	1.20%	79.220.000,00 TL	3.10.2016	27.10.2020																																																			
MÜTEFERRİK İŞLER (ETÜT PROJE ve DEPLASMAN İŞLERİ)	76.82%	60.860.000,00 TL	3.10.2016	15.12.2019																																																			
AYDINLATMA	23.18%	18.360.000,00 TL	23.08.2018	27.10.2020																																																			
DİĞER	2.04%	134.709.126,79 TL	22.06.2018	28.10.2020																																																			
PEYZAJ İŞLERİ	31.23%	42.067.072,56 TL	22.06.2018	28.10.2020																																																			
OTOKORKULUK-TELCİT İŞLERİ	58.27%	78.499.837,43 TL	3.07.2018	28.10.2020																																																			
DÜŞEY ve YATAY TRAFİK İSARETLEMELERİ	3.82%	5.142.216,80 TL	2.10.2018	28.10.2020																																																			
BAKIM İŞLETME MERKEZLERİ ve HİZMET TESİSLERİ	6.68%	9.000.000,00 TL	2.10.2018	13.10.2020																																																			
ÜCRET TOPLAMA	0.39%	25.940.000,00 TL	2.10.2018	27.10.2020																																																			
AKILLI ULASIM ve DİĞER HABERLEŞME SİSTEMLERİ	58.98%	15.300.000,00 TL	2.10.2018	27.10.2020																																																			
ÜCRET TOPLAMA SİSTEMİ	41.02%	10.640.000,00 TL	2.10.2018	16.10.2020																																																			
TESTLER ve DEVREYE ALMA & KABUL İŞLEMLERİ			23.12.2018	25.12.2020																																																			
TESTLER ve DEVREYE ALMA & KABUL İŞLEMLERİ			23.12.2018	25.12.2020																																																			

-  Özet
-  Gerçekleşen İş
-  Kalan İş
-  Kalan Kritik İş (Devam eden iş)

EK-3 İŞ PROGRAMI & GANTT CHART DİYAGRAMI (EXCEL'DE TASLAK FİZİKSEL İLERLEME AŞAMASI)

2019 KARAYOLLARI FİYATLARIYLA 45 KM'LİK YOL PROJESİNİN İŞ PROGRAMI & BÜTÇE MALİYETLERİ & HAZİRAN 2019 VARSAYIMI İLE FİZİKSEL İLERLEME DURUMU																																																																		
İŞİN CİNSİ	KEŞİF AĞIRLIK YÜZDESİ (%'Sİ)		KÜMÜLATİF FİZİKİ GERÇEKLEŞEN-30 HAZİRAN 2019		PLANLANAN İŞ PROGRAMI		2016												2017												2018												2019												2020											
	%	TOPLAM TUTARI	%	TOPLAM TUTARI	Başlangıç	Bitiş	Eylül 16	Ekim 16	Kasım 16	Aralık 16	Ocak 17	Şubat 17	Mart 17	Nisan 17	Mayıs 17	Haziran 17	Temmuz 17	Ağustos 17	Eylül 17	Ekim 17	Kasım 17	Aralık 17	Ocak 18	Şubat 18	Mart 18	Nisan 18	Mayıs 18	Haziran 18	Temmuz 18	Ağustos 18	Eylül 18	Ekim 18	Kasım 18	Aralık 18	Ocak 19	Şubat 19	Mart 19	Nisan 19	Mayıs 19	Haziran 19	Temmuz 19	Ağustos 19	Eylül 19	Ekim 19	Kasım 19	Aralık 19	Ocak 20	Şubat 20	Mart 20	Nisan 20	Mayıs 20	Haziran 20	Temmuz 20	Ağustos 20	Eylül 20	Ekim 20	Kasım 20	Aralık 20								
GENEL TOPLAM	100.00%	6.595.959.535,87 TL	73.50%	4.848.193.318,16 TL	1.09.2016	25.12.2020																																																												
PROJELERİN HAZIRLANMASI VE MOBİLİZASYON					1.09.2016	20.12.2019																																																												
İNŞAAT İŞLERİ	96.36%	6.356.090.409,08 TL	71.89%	4.741.544.878,15 TL	13.10.2016	28.10.2020																																																												
İKİNCİL İŞLER & ETÜT PROJE & ÜCRET TOPLAMA İŞLERİ	3.64%	239.869.126,79 TL	1.62%	106.648.440,01 TL	3.10.2016	28.10.2020																																																												
TOPRAK İŞLERİ	6.39%	421.809.637,82 TL	5.27%	347.315.851,87 TL	13.10.2016	10.12.2019																																																												
TEMEL KAZISI, TAKVIYESİ ve DOLGU İŞLERİ	100.00%	421.809.637,82 TL	82.34%	347.315.851,87 TL	13.10.2016	10.12.2019																																																												
BUYUK SANAT YAPILARI	14.30%	942.938.486,78 TL	10.94%	721.395.694,23 TL	26.02.2017	22.08.2020																																																												
VİYADÜK, KÖPRÜLER ve ÜSTGEÇİTLER	100.00%	942.938.486,78 TL	76.51%	721.395.694,23 TL	26.02.2017	22.08.2020																																																												
KUCUK SANAT YAPILARI	3.93%	258.909.729,72 TL	2.60%	171.281.081,08 TL	14.10.2016	10.11.2019																																																												
MENFEZ ve ALTGEÇİTLER	81.78%	211.733.754,05 TL	74.90%	158.584.983,88 TL	14.10.2016	16.08.2019																																																												
DRENAJ İŞLERİ	18.22%	47.175.975,67 TL	26.91%	12.696.097,20 TL	20.06.2017	10.11.2019																																																												
TUNEL İŞLERİ	67.61%	4.459.307.263,43 TL	50.01%	3.298.966.463,77 TL	24.10.2016	28.10.2020																																																												
KAZI+TAHKİMAT	71.57%	3.191.461.477,90 TL	78.25%	2.497.474.055,76 TL	24.10.2016	26.02.2020																																																												
BETONLAMA	19.85%	885.216.005,53 TL	90.54%	801.492.408,01 TL	3.12.2017	19.05.2020																																																												
ÜSTYAPI İŞLERİ (ELEKTRİK-ELEKTROMEKANİK İŞLER)	8.58%	382.629.780,00 TL	0.00%	.00 TL	30.11.2018	28.10.2020																																																												
ÜSTYAPI İŞLERİ	4.14%	273.125.291,33 TL	3.07%	202.585.787,20 TL	31.07.2017	29.09.2020																																																												
PLENTMİKS ALT TEMEL	13.67%	37.325.291,33 TL	81.89%	30.564.000,00 TL	31.07.2017	19.07.2020																																																												
PLENTMİKS TEMEL	13.47%	36.800.000,00 TL	79.37%	29.209.104,74 TL	7.08.2017	2.08.2020																																																												
BITÜMLÜ TEMEL	27.09%	74.000.000,00 TL	86.17%	63.767.979,19 TL	15.08.2017	16.08.2020																																																												
BİNDER TABAKASI	27.46%	75.000.000,00 TL	76.27%	57.199.893,27 TL	24.08.2017	30.08.2020																																																												
AŞINMA TABAKASI	18.31%	50.000.000,00 TL	43.69%	21.844.810,00 TL	21.07.2018	29.09.2020																																																												
İKİNCİL İŞLER	1.20%	79.220.000,00 TL	0.85%	55.920.000,00 TL	3.10.2016	27.10.2020																																																												
MÜTEFERRİK İŞLER (ETÜT PROJE ve DEPLASMAN İŞLERİ)	76.82%	60.860.000,00 TL	70.59%	42.960.000,00 TL	3.10.2016	15.12.2019																																																												
AYDINLATMA	23.18%	18.360.000,00 TL	70.59%	12.960.000,00 TL	23.08.2018	27.10.2020																																																												
DİĞER	2.04%	134.709.126,79 TL	0.61%	40.088.440,01 TL	22.06.2018	28.10.2020																																																												
PEYZAJ İŞLERİ	31.23%	42.067.072,56 TL	45.02%	18.936.840,01 TL	22.06.2018	28.10.2020																																																												
OTOKORKULUK-TELCİT İŞLERİ	58.27%	78.499.837,43 TL	23.65%	18.564.100,00 TL	3.07.2018	28.10.2020																																																												
DÜŞEY ve YATAY TRAFİK İSARETLEMELERİ	3.82%	5.142.216,80 TL	19.45%	1.000.000,00 TL	2.10.2018	28.10.2020																																																												
BAKIM İŞLETME MERKEZLERİ ve HİZMET TESİSLERİ	6.68%	9.000.000,00 TL	17.64%	1.587.500,00 TL	2.10.2018	13.10.2020																																																												
ÜCRET TOPLAMA	0.39%	25.940.000,00 TL	0.16%	10.640.000,00 TL	2.10.2018	27.10.2020																																																												
AKILLI ULAŞIM ve DİĞER HABERLEŞME SİSTEMLERİ	58.98%	15.300.000,00 TL	0.00%	.00 TL	2.10.2018	27.10.2020																																																												
ÜCRET TOPLAMA SİSTEMİ	41.02%	10.640.000,00 TL	100.00%	10.640.000,00 TL	2.10.2018	16.10.2020																																																												
TESTLER ve DEVREYE ALMA & KABUL İŞLEMLERİ					23.12.2018	25.12.2020																																																												
TESTLER ve DEVREYE ALMA & KABUL İŞLEMLERİ					23.12.2018	25.12.2020																																																												

GERÇEKLEŞEN İMALAT TAKVİMİ

EK-4 GANTT CHART & KRİTİK YOL DİYAGRAMI (MS PROJECT İLE PLANLAMA YÖNTEMİ)

